



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC STS 14 028

Examensarbete 30 hp
September 2014

Mikroproduktion av solel i flerfamiljshus

Lönsamhetsanalys genom simulering av solcells-
anläggningar och explorativ kundundersökning

Linus Werner



UPPSALA
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten**

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Micro production of solar electricity in multi-family buildings

Linus Werner

This thesis is commissioned by the Swedish electricity trading company GodEl with the purpose of evaluate solar electricity in multi-family buildings in the Stockholm region. The prices of solar panels have dropped recently due to the advances in technology, but the installation rate in Sweden remains low. It is therefore interesting to study the profitability of solar electricity today, and if it is profitable enough to install based on profitability alone and not simply due to environmental considerations. Therefore this thesis first studies the profitability of solar panels based on a simulation of electricity production and consumption for multi-family buildings this region. The study concludes that solar electricity can be profitable in the Stockholm region under certain conditions; all of which have to be favourable for profitable solar electricity.

The thesis also studies the opinion of the company's costumers concerning solar electricity. The study concludes that they are very positive to solar electricity in general, but are uncertain of the profitability.

The thesis summarizes the results through suggestions to GodEl of how they could assist their customers in questions regarding solar electricity.

Handledare: Ulrika Bäärnhielm
Ämnesgranskare: Joakim Widén
Examinator: Elisabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTec STS 14 028

~ Sol lucet omnibus ~

Populärvetenskaplig sammanfattning

Detta arbete görs på uppdrag av elhandelsbolaget GodEl och har för syfte att utvärdera solcellstekniken för bolagets största kundkategori, vilken är boende i flerfamiljshus i Stockholmsregionen. Arbetet är uppdelat i två studier där den första studien utvärderar lönsamheten av solcellsinstallationer på olika typer av fastigheter och andra undersöker bolagets kunders syn på solceller.

Installationsgraden i Sverige är idag väldigt låg i jämförelse med föregångsländer som Tyskland, mycket på grund av bristen på lönsamhet i solcellsanläggningar i Sverige. Tack vare teknikutvecklingen har dock priset för nyckelfärdiga solcellsinstallationer minskat kraftigt under senaste år. Detta skapar nya förutsättningar för lönsamheten i installationerna och studien har därför för första syfte att utvärdera hur lönsamheten är idag samt vilka faktorer som är viktiga att ta hänsyn till.

Studien av lönsamheten görs med simuleringar av produktionen och förbrukningen. Dessa baseras på bearbetad data från tidigare studier, förbrukningsdata, solens instrålning på ytor med olika lutning och azimutvinkel för Stockholmsregionen och klassiska investeringskalkyler. Studien kommer fram till att solceller kan vara lönsamma för flerfamiljshus i Stockholmsregionen, men att det är en del faktorer som har en betydande påverkan på lönsamheten och vilka samtliga måste vara gynnsamma. Dessa är faktorer som azimutvinkel och lutning, installationens storlek och kostnad, fastighetens egna förbrukning samt om fastighetsägaren betalar mervärdesskatt.

I arbetets andra studie undersöks hur bolagets kunder, som är boende i Stockholmsregionen, ser på solcellsinstallationer på sina egna fastigheter. Det som här undersöks är hur lönsamt kunderna kräver att solcellsinstallationen ska vara för att de ska vara villiga att installera sådana på sin fastighet samt hur lönsamma de tror att de är. Dessutom frågas hur viktig miljönyttan är i valet av att installera solceller samt hur miljövänliga de anser att de är. Slutligen fick kunderna i undersökningen skriva fritt om det var någon annan faktor som de ansåg var viktig.

Resultatet av denna studie var att bolagets kunder hade en generellt positiv bild till solceller, både när det kommer till lönsamhet och miljönytta. De kunder som valde att svara på den fria frågan talade även om vikten av enkelhet och estetik av solcellsinstallationen. Slutligen presenteras ett antal råd om hur GodEl skulle kunna profilera sig och hur de skulle kunna hjälpa sina kunder i frågor om solel.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och frågeställning	2
1.2	Avgränsningar	2
1.3	Disposition	2
2	Bakgrund	4
2.1	Elmarknaden	4
2.2	Mikroproducenter	6
2.3	Politik och stödsystem	7
2.3.1	Elcertifikat	7
2.3.2	Ursprungsgarantier	7
2.3.3	Skattereduktion	8
2.3.4	Investeringsbidrag	8
2.3.5	ROT-avdrag	8
2.4	Solcell	9
2.4.1	Instrålning	9
2.4.2	Solcellsystem	10
2.4.3	Solceller	10
2.4.4	Växelriktare	11
2.4.5	Elmätare	11
2.4.6	Installation	12
2.4.7	Solcellsmarknaden	12
2.5	GodEl	13
2.5.1	Konkurrenter	13
2.6	Befintliga installationer	14
2.6.1	Mullvadsberget	14
2.6.2	Granegården	14
2.6.3	Partner A	15
3	Metod.....	16
3.1	Förstudie	16
3.2	Lönsamhetskalkyl	16
3.2.1	Förbrukning	17
3.2.2	Produktion	18
3.2.3	Överskott	21
3.2.4	Kassaflöde	21
3.2.5	Lönsamhet	25
3.2.6	Typfastigheter och analysobjekt	26
3.3	Kundundersökning	27
3.3.1	Enkäten	27
3.3.2	Urval	28
3.3.3	Analysmetodik	28
3.3.4	Gruppering	30
3.3.5	Sekundärdata	30

4	Resultat och observationer	32
4.1	Befintliga installationer	32
4.1.1	Mullvadsberget	32
4.1.2	Granegården	34
4.2	Partner A	36
4.3	Typfastigheter	37
4.3.1	Orientering	37
4.3.2	Investeringskostnad	38
4.3.3	Förbrukning	39
4.3.4	Moms	40
4.3.5	Skattelättnad	40
4.4	Kundundersökning	41
4.4.1	Fråga 1: Attityd till solceller	42
4.4.2	Fråga 2: Krav på lönsamhet	44
4.4.3	Fråga 3: Uppskattad lönsamhet	46
4.4.4	Fråga 4: Hur viktig miljönyttan är	48
4.4.5	Fråga 5: Miljönyttan från solceller	48
4.4.6	Korrelation	49
4.4.7	Övriga faktorer	50
5	Diskussion	52
5.1	Lönsamheten	52
5.1.1	Befintliga installationer	52
5.1.2	Typfastigheter	52
5.2	Kundundersökning	53
5.2.1	Attityd	53
5.2.2	Återbetalningstid och hyra	54
5.2.3	Miljönytta	54
5.2.4	Övriga åsikter	55
5.3	Relationen mellan kalkyl och kundundersökning	56
5.4	Råd till GodEl	56
6	Sammanfattande slutsatser	58
	Litteraturförteckning.....	59
	Figurförteckning	66
	Appendix A. Kvotpliktens utveckling.....	67
	Appendix B. Lönsamhetskalkylens moderprogram.....	68
	Appendix C. Förbrukning över dygn och år.....	69

Appendix D. Verkningsgrader baserat på planets riktning	70
Appendix E. Avtal för handel av överskottsel	71
Appendix F. Kundundersökningens intervjufrågor.....	72

1 Inledning

Miljöförändringar och sinande resurser har under de senaste decennierna öppnat upp allmänhetens intresse för förnyelsebar elproduktion. Det ökade intresset har sporrat investeringar i bland annat el från solceller. Dessa har länge varit på agendan och talats högt om hos landets politiker, men historiskt sett har man i Sverige haft en låg installationstakt. Framförallt har det varit solceller som används för att producera el i ett fristående anläggning där förbindelsen till en stabil elförsörjning har varit för lång eller kostsam. Det har exempelvis varit fritidshus på öar eller i mobila enheter som husbilar. Något som har skett under senaste år är en kraftig ökning av nätanslutna solcellssystem. Dessa system är främst takmonterade solcellsmoduler på fastigheter hos privatpersoner eller företag (Lindh, 2013).

Solcellstekniken har utvecklats kraftigt de senaste åren, men det handlar inte så mycket om högre verkningsgrad som effektivare tillverkning av solpanelerna. Efter att efterfrågan på förnyelsebar el ökat har även produktionen av solceller tagit fart vilket dragit ner priserna på dem. I Sverige har priset sjunkit snabbt de senaste åren och är idag hälften så dyra som de var för bara några år sedan. Det har således blivit vanligare att investera i solceller utifrån ett kostnadsperspektiv istället för enbart miljömässiga fördelar. Detta är speciellt tydligt under perioder med höga elpriser (Palmblad, 2012).

Produktionen har dock ökat kraftigt i Sverige under de senaste åren. Enligt Lindh (2014a) har en ökning skett från 24 MW till 43 MW enbart under år 2013. Även fast det har varit en kraftig utbyggnad senaste åren i Sverige ligger landet totalt sett fortfarande betydligt efter ledande länder som Tyskland eller Italien som under 2013 hade 35,5 respektive 17,6 GW installerat och vars solelproduktion motsvarade mellan 6-8% av deras totala elproduktion. I dessa länder har soleden således blivit en stor del av energisystemet och utbyggnaden beräknas fortsätta i stadig takt. I världen som helhet har dock soleden inte etablerats än och en förhoppning finns om att utvecklingen i Asien kommer driva utvecklingen framåt och priserna nedåt ytterligare (IEA-PVPS, 2014).

I EU fastställde man under vårtoppmötet 2011 vad man kallar för 20/20/20-målen för unionen. Dessa innebär att unionen strävar efter att sänka energiförbrukningen med 20%, minska växthusgasutsläppen med 20% och höja andelen förnybar energi till 20% av all energikonsumtion fram till 2020. Dessa ligger till grund för styrmedel som kan ha en positiv effekt på installationstakten av förnyelsebar elproduktion och därigenom även installationen av solpaneler (European Commission, 2014).

Intresset för förnyelsebar elproduktion är växande i Sverige och flera företag satsar på att erbjuda el från enbart förnyelsebara källor. Ett sådant företag är GodEl i Sverige AB vilket är bolaget detta examensarbete görs på uppdrag av. GodEl köper idag inte några ursprungsgarantier från el producerad av solceller, men har på grund av sin inriktning mot förnyelsebar energiproduktion ett intresse av att lära sig mer om denna energiform.(Bärrnhjelm, 2014a).

1.1 Syfte och frågeställning

GodEl saknar idag en klar strategi när det gäller mikroproduktion från solceller. Detta beror på att bolaget idag saknar kunskap om solceller för mikroproduktion och syftet med denna studie är därför att skapa en större förståelse för solcellsteknigen ur ett mikroproduktionsperspektiv. För göra detta utvärderas hur lönsamma solceller är och vilka faktorer som påverkar lönsamheten samt hur GodEls kunder ser på solen idag. Målet är att GodEl, genom dessa studier, ska kunna skapa sig en strategi gällande hur de ska förhålla sig till solceller och vad de skulle kunna erbjuda sina kunder. För att göra detta används frågeställningarna:

- Hur lönsamma kan nyckelfärdiga solcellsinstallationer vara idag?
- Vilka tekniska och ekonomiska faktorer påverkar lönsamheten, och i vilken utsträckning?
- Vad har GodEls kunder för inställning till solceller och dess lönsamhet?

För att svara på dessa frågeställningar används först en lönsamhetskalkyl baserad på data från statistikinstitut, tidigare studier och tekniska förhållanden. Följt av detta görs en kvantitativ kundundersökning av GodEls kunder där de får svara på hur lönsamma de tror solceller är och vilka krav de har på solcellers lönsamhet för att vilja investera i dessa. Dessutom frågas hur kunderna ser på solcellerna utifrån miljönyttan de skapar. Resultaten av dessa studier mynnar slutligen ut i råd till bolaget om vad de skulle kunna erbjuda sina kunder.

1.2 Avgränsningar

En majoritet av företagets kunder är bosatta i Stockholmsregionen och bor i flerfamiljshus. Lönsamhetsstudien har därför valt att rikta sig mot dessa fastigheter. Studien riktar sig även enbart mot solceller på fastigheters tak och inte fristående på mark. Kundundersökningen sträcker sig dock till samtliga kunder i Stockholmsregionen.

1.3 Disposition

Här presenteras studiens disposition i kronologisk ordning.

Inledning: I det inledande avsnittet presenteras en kort introduktion till ämnet följt av studiens syfte, frågeställningar, en kort sammanfattning av metoden samt avgränsningar.

Bakgrund: Denna del har till syfte att ge läsaren en bättre grund för att förstå studien och dess utformning. I kapitlet beskrivs elmarknaden och dess aktörer, hur politiken påverkar densamma och sedan ges en teknisk beskrivning av solceller och hur de fungerar. Slutligen presenteras GodEl, dess konkurrenter samt två befintliga installationer.

Metod: I denna del presenteras studiens tillvägagångssätt. Arbetet har delats in i tre etapper där den första är en förstudie i området. Följt presenteras metoden för uträkning av lönsamheten och kundundersökningen i separata avsnitt.

Resultat och observationer: I denna del kommer resultatet att redovisas följt av kommentarer av vad som har observerats. Först redovisas resultatet från lönsamhetskalkylen och sedan kundundersökningen.

Diskussion: I diskussionen sätts resultatet i kontext till arbetets frågeställningar och analyseras utifrån dem. Här presenteras även mer fördjupade reflektioner om resultatet och vad som kan vara orsaken till hur det ser ut.

Sammanfattade slutsatser: I denna del sammanfattas slutsatserna av studien kortfattat.

Litteraturförteckning: Under litteraturförteckningen finns samtliga källor studien är baserad på.

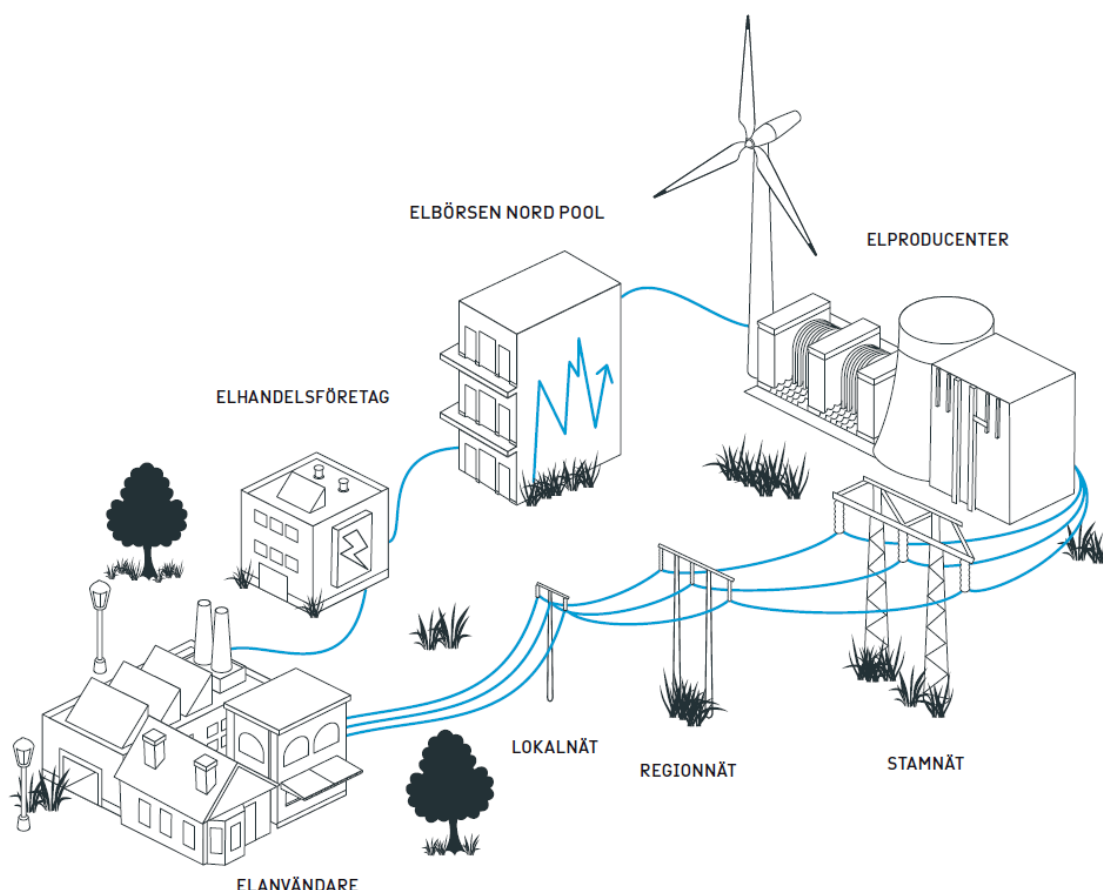
Appendix: I denna del finns studiens bilagor.

2 Bakgrund

Denna del har till syfte att ge läsaren en bättre grund för att förstå studien och dess utformning. I kapitlet beskrivs elmarknaden och dess aktörer, hur politiken påverkar densamma och sedan ges en teknisk beskrivning av solceller och hur de fungerar. Slutligen presenteras GodEl, dess konkurrenter samt två befintliga installationer.

2.1 Elmarknaden

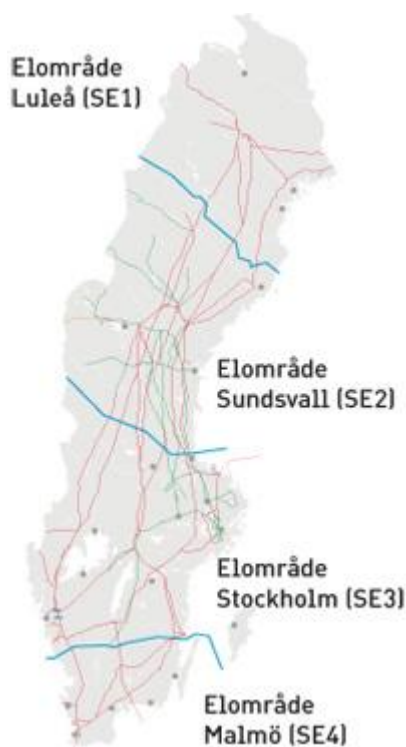
Att elmarknaden fungerar på ett stabilt och säkert sätt är önskvärt utifrån ett samhällsperspektiv då dagens samhälle är beroende av elektricitet för i stort sett alla dess delar. Det finns många olika aktörer som är involverade i denna process och det är allt från regelverk och energipolitik till produktion, distribution och handel av el. Eftersom elmarknaden är så viktig, komplex och omfattande är det således många faktorer att ta hänsyn till. Nedan kommer en kortare beskrivning av olika aktörer och hur de påverkar dagens elmarknad. För att få en överblick av systemet illustreras detta i Figur 1.



Figur 1: Illustration av elmarknaden och dess aktörer (Svenska Kraftnät, 2011a)

För handel av el används en marknadsplats vid namnet Nord Pool Spot och den använder sig av standardavtal för att underlätta för marknadens aktörer att bedriva affärer med varandra. Handel sker per timme på en spotmarknad och denna äger rum dagen före leveransen. Majoriteten av handeln per timme sker på denna marknad, men det bedrivs även handel med bilaterala avtal mellan aktörer på marknaden. Finansiell handel sker även på OMX/Nasdaq vilka aktörerna använder sig av för att bland annat säkra sitt elpris (Svenska Kraftnät, 2011a).

Sverige är ett avlångt land med tre större begränsningar i överföringskapacitet mellan dess olika regioner. Detta har lett till att Svenska Kraftnät delat upp Sverige i fyra stycken elprisområden på vardera sida om dessa begränsningar. Elproduktionen sker främst i norra delarna av landet vid de stora vattenkraftverken och lasten ligger framförallt i södra Sverige där största delen av befolkningen bor. På grund av begränsningar i det svenska elnätet kan nätet inte föra över den energi som stundtals behövs för lasten i södra delarna av landet. Detta innebär att viss energi måste köpas från utlandet, exempelvis Tyskland vilket gör att priserna blir högre i de två elområden som ligger längst söderut jämfört med dem i norr. (Svensk Kraftnät, 2011b). Figur 2 nedan illustrerar hur dessa områden är uppdelade.



Figur 2: Illustration över olika elområden i det svenska kraftnätet (Svensk Kraftnät, 2011b).

Elnätet

Svenska kraftnät har med staten som uppdragsgivare i uppgift att transmitta el över det svenska stamnätet. Via stamnätet transmittas elen från de stora kraftverken till de regionala näten. Svenska kraftnät kontrollerar balansen i stamnätet så att det alltid råder

balans mellan produktion och förbrukning. De är även ansvariga för Sveriges elberedskap för att säkra elförsörjningen vid kritiska situationer. Deras verksamhet finansieras genom avgifter som nätägare och elproducenter betalar för att nyttja nätet (Svenska Kraftnät, 2013).

Elnätsbolagen äger och driver de lokala och regionala elnäten och ansvarar för att elenergin når slutanvändaren från stamnätet. Nätägarna utgör ett så kallat naturligt monopol då det skulle vara ineffektivt att ha flera aktörer på en viss marknad. Energimarknadsinspektionen är ansvarig för tillsyn över elnätsföretagen och är ansvariga för att dessa tar skäliga avgifter och bedriver driftsäkra system. De ansvarar också för att tilldela tillstånd till elnätsbolagen (Svenska Kraftnät, 2011a).

Elproducenter

Elproducenterna är de som genererar elektrisk energi i sina kraftverk. Denna matas sedan in på nätet och producenten kan välja att sälja den direkt till en enskild elanvändare, ett elhandelsbolag eller sälja den på spotmarknaden. En majoritet av el säljs via spotmarknaden (Svenska Kraftnät, 2011a).

Elhandelsbolag

Ett elhandelsföretag, vilket GodEl är, köper el från producenterna via spotmarknaden eller direkt via bilaterala avtal. De säljer sedan vidare elen till elanvändare och är således deras elleverantör. För att få handla med el i Sverige krävs att ett elhandelsföretag har ett avtal med Svenska Kraftnät och är skyldig för att förbrukningen hos dess kunder motsvarar den inhandlade elen för en viss timme (Svenska Kraftnät, 2011a).

Elanvändare

Elanvändaren är det hushåll eller verksamhet som förbrukar elen. Elanvändare köper sin elektriska energi från elhandelsbolagen eller direkt från elproducenterna. Elanvändaren får fritt välja elhandelsbolag men ej nätägare då elanvändaren är fysiskt knuten till elnätet som ägs av en specifik nätägare (Svenska Kraftnät, 2011a).

2.2 Mikroproducenter

Mikroproduktion är en form av distribuerad elproduktion. Med det menas att elen produceras ute i det lokala nätet istället för från en stor energikälla långt bort. Enligt definition är en mikroproducent en nettokonsument, vilket innebär att denne har en årsförbrukning som överstiger den årliga produktionen från anläggningen. Anläggningens effekt får heller inte överstiga 43,5 kW och inmatningen på nätet får inte kräva en högre säkring än 63 A. Dessutom måste produktionen komma från enbart förnyelsebara energikällor (Svensk Energi, 2012).

Olika energihandelsbolag har olika erbjudanden för sina kunder vid handel med mikroproducerad elektricitet. Erbjudandena varierar från 1,3 SEK/kWh till 4 öre

under spotpriset, vilket har varit 32,5 öre/kWh i genomsnitt mellan 2010 och 2013 (Lindahl, 2014b).

2.3 Politik och stödsystem

Sveriges klimatpolitik regleras först och främst av de riktlinjer och bestämmelser som skapas på EU-nivå. Där författades de så kallade 20-20-20 målen vilka innebär:

- Minska växthusgasutsläpp med minst 20 %, jämfört med 1990 år nivåer
- Sänka energiförbrukningen med 20 %
- Höja andelen förnybar energi till 20 % av all energikonsumtion
- Höja andelen biobränsle för transporter till 10 % (European Commission, 2014).

Sveriges klimatpolitik påverkas av dessa mål som ska öka andelen förnybar energi från 40% år 2005 till 49% år 2020. För att uppnå dessa mål använder sig staten av olika styrmedel (Svenskt Näringsliv, 2014).

Främst används ekonomiska styrmedel som koldioxidskatt och utsläppshandel. Inom elproduktion och handel används elcertifikat och ursprungsgarantier. Ett nytt styrmedel för mikroproduktion som förväntas implementeras inom en snar framtid är även skattereduktion för mikroproducerad förnyelsebar el (Naturvårdsverket, 2012). En detaljerad genomgång av samtliga stöd för mikroproduktion av sol el presenteras nedan.

2.3.1 Elcertifikat

Elcertifikat är ett ekonomiskt styrmedel som introducerades 2003 och har för avsikt att främja den förnyelsebara elproduktionen. De som producerar förnyelsebar el via solenergi, vindkraft, viss vattenkraft, viss bioenergi och vågkraft får ett elcertifikat per producerad MWh elektricitet. Detta gäller dock enbart under de första 15 åren efter driftsättning. Det är obligatoriskt för elleverantörer och vissa större elanvändare att köpa en viss mängd elcertifikat i förhållande till sin elleverans/elanvändning. Detta kallas för kvotplikten och ger producenter av förnyelsebar el en extra intäkt vilket skapar bättre ekonomiska förutsättningar för att producera miljövänlig el. Denna kvotplikt varierar över åren och exakt kvotplikt för ett visst år finns i appendix A. Systemet skapar även konkurrens mellan olika produktionsalternativ för att försäkra att de mest lönsamma systemen är de som faktiskt byggs (Naturvårdsverket, 2012).

Handel med elcertifikat sker mellan producenter av förnyelsebar el och kvotpliktiga aktörer i Sverige och Norge via ett system som kallas CESAR. Systemet drivs av Svenska Kraftnät och för att nyttja det krävs det att anläggningen timvis rapporterar driftdata (SolEl-Programmet, 2011).

2.3.2 Ursprungsgarantier

Ursprungsgarantierna är likt elcertifikaten ett ekonomiskt styrmedel. Dess syfte är att garantera ursprunget för den köpta elen. De säljs och köps på en öppen marknad vilka omfattar producenter och leverantörer. Här finns dock inga kvotplikter och efterfrågan

blir således enbart baserad på hur efterfrågan ser ut hos elanvändarna (Naturvårdsverket, 2012). Till skillnad från elcertifikat kan ursprungsgarantier handlas över hela EU, detta för att skapa större flexibilitet och kostnadseffektivitet för medlemsstaterna (Svenskt Näringsliv, 2014).

2.3.3 Skattereduktion

Ett nyare styrmedel som ska stimulera utvecklingen av förnyelsebar elproduktion i mindre skala är skattereduktion för överskott av egenproducerad el från mindre anläggningar hos villor och bostadsrättsfastigheter. Förslaget innebär att den som säljer överskottsproduktion från till exempel solpaneler på fastighetens tak har rätt till 60 öre/kWh i skattelättnad på deklarationen. Detta gäller på en överskottsproduktion upp till 30 MWh per år (Finansdepartementet, 2014). Skattelättnaden planerades att träda i kraft 1 juli 2014 men mötte en del kritik då en del oklarheter hos främst skatteverket uppstod. Det finns en risk att mikroproducenter som säljer sin överskottsproduktion måste bedriva näringsverksamhet och vara momspliktiga för försäljningen. Dessutom kan det innebära att mikroproducenten måste betala energiskatt på den egen använda elen. På grund av denna problematik och att man väntar på beslut från EU bordlades frågan och lättnaden planeras nu träda i kraft i januari 2015 istället (Regeringskansliet, 2014).

Det som har legat till grund för förslag om skattereduktion är en diskussion om nettodebitering, vilket innebär att mikroproducenten får "lagra" överskottsproduktionen i nätet och således enbart betala för det netto av elektricitet producenten använder i förhållande till produktionen. Nettodebiteringens effekt har bland annat studerats av Molin, et al. (2010) och kommer inte tas i beaktning i denna uppsats.

2.3.4 Investeringsbidrag

Staten inrättade år 2005 ett stödsystem för de som ville investera i solceller. Första året kunde en installation till 70% finansieras av detta stöd, men detta bidrag gällde enbart offentliga byggnader. Efter 2009 kunde alla, såväl privatpersoner som företag söka bidraget och uppgick då till 60% av investeringskostnaden, men efter 2013 var andelen enbart 35%. Den främsta anledningen till denna minskning var att kostnaden för solcellsinstallationer sjunkit kraftigt, något som illustreras senare i uppsatsen. Efterfrågan på dessa stöd har varit betydligt högre än de medel som har avlagts vilket gjort att alla sökande inte fått stödet i fråga. I och med den nya skattereduktionen som väntas träda i kraft i juli kommer detta stödsystem med stor sannolikhet inte förnyas efter utgången 2016 (Karlberg, 2012).

2.3.5 ROT-avdrag

ROT är en förkortning av reparation, ombyggnad och tillbyggnad. Avdraget gäller dock enbart privatpersoner och får användas på hus som är äldre än fem år gamla. ROT-avdraget får användas vid installation av solceller och täcker således inte kostnaden för panelerna själva, utan enbart arbetet. Om installationen har fått ett investeringsbidrag

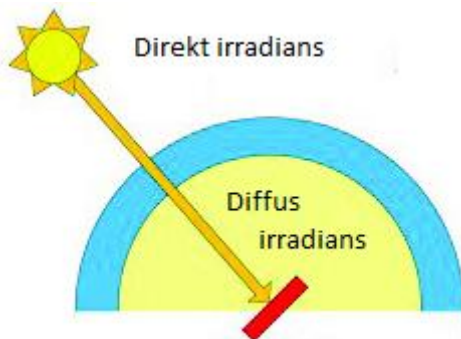
som beskrivs ovan har man dock inte rätt att samtidigt nyttja ROT-avdraget (Skatteverket, 2014a).

2.4 Solel

Solel kan produceras på flera sätt, men denna rapport undersöker enbart elproduktion från solceller. Elproduktionen från solceller är intermittent energi vilket betyder att produktionen regleras av naturen och inte människan. För solceller innebär det att produktion sker beroende på instrålningseffekten från solen vilken är beroende av vädret och årstiden.

2.4.1 Instrålning

Solinstrålningen som solpanelerna nyttjar för att producera el är beroende av en mängd faktorer. Den främsta faktorn är solens position på himlen under olika årstider och tider på dagen men tillgänglig solenergi påverkas även av molnighet som blockerar solens strålning. SMHI mäter global irradians i Sverige vilket innebär instrålad effekt över en ytenhet (W/m^2). Global irradians är summan av direkt irradians, vilket är den strålning som kommer direkt från solen och av diffus irradians från övrigt himlavalv som är solljus reflekterat från partiklar i atmosfären. Detta illustreras i Figur 3 nedan. Genom att se snittstrålningen över en timme på en viss ytenhet kan man beräkna den globala irradiationen, vilket är den energin som har träffat ytan över en viss tid, ofta räknat i wattimmar (Wh/m^2).



Figur 3: Illustration över global irradians

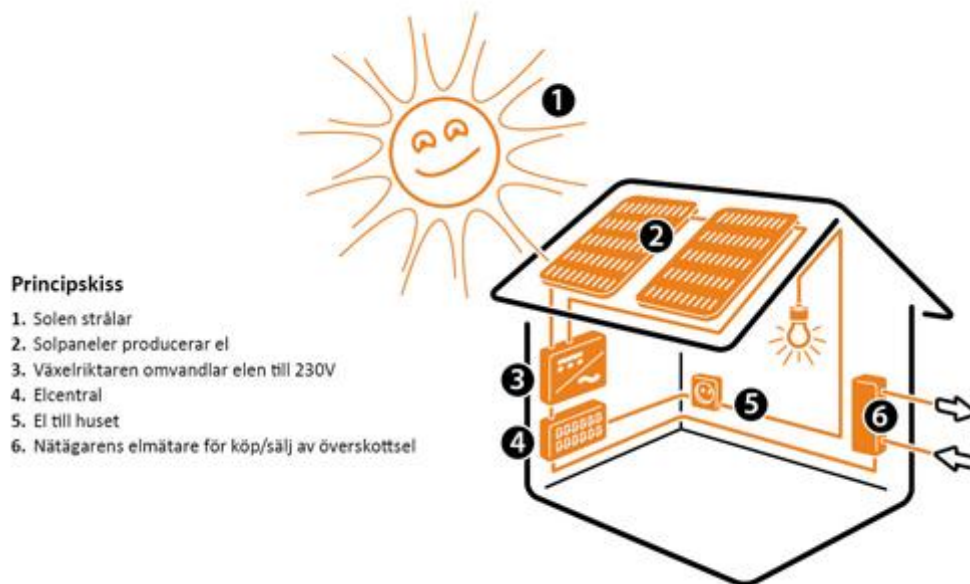
Sedan 1983 har SMHI gjort homogena mätserier av solinstrålningen över hela landet från åtta utspridda mätstationer. Det man har sett är den globala irradiationen över ett år varierar med $\pm 10\%$ beroende på olika väderförhållanden. Något som har observerats är även att solinstrålningen ökade med 8% mellan 1983 och 2005, vilket SMHI uppskattar är en effekt av den globala uppvärmningen (SMHI, 2013).

Strålningen på ett visst plan är beroende på hur planet är vinklat mot solen. För att beräkna solinstrålningen på en yta med en viss vinkel används lutningen mot horisontalplanet och vädersträcket panelen är riktat mot. Vinkeln mot horisontalplanet kallas för lutningen av panelerna där paneler som ligger platt mot horisontalplanet har 0° lutning och en panel som står vertikalt har 90° lutning.

För att beskriva hur panelerna är vinklade mot ett visst väderstreck används begreppet azimuthvinkel (PVEDucation, 2014a). Kombinationen av dessa vinklar används för att beräkna instrålningen på ett visst plan. Målet vid en installation är att ha en så gynnsam vinkel mot solen som möjligt för att få maximal solinstrålning på planet. Optimal azimuthvinkel i norra hemisfären är rakt söder ut. Lutningen mot horisontalplanet varierar dock beroende på hur långt norr ut panelerna är placerade. Ju längre norrut panelerna är placerade, desto brantare lutning bör panelerna ha då solen står lägre på himlen jämfört med en yta närmare ekvatorn (PVEDucation, 2014b).

2.4.2 Solcellsystem

Det finns två typer av solcellssystem, antingen är de anslutna till elnätet eller fristående. I denna uppsats är det nätanslutna system som studeras och i Figur 4 nedan illustreras en översiktlig bild som beskriver flödet från solcellerna in i fastigheten och ut på nätet. Därefter följer en beskrivning av de aktiva komponenterna i ett solcellssystem.



Figur 4: Illustration över solcellssystemet (Svesol, 2014).

2.4.3 Solceller

Solceller omvandlar energin i solljuset till elektrisk energi och detta sker helt utan rörliga delar eller någon form av bränsle. Energi i solljusets fotoner omvandlas till elektrisk energi genom en process som kallas photovoltaic. Solljuset som träffar cellerna polariserar de olika sidorna av halvledarmaterialet så att framsidan blir negativ och baksidan positivt laddad. Detta leder till att elektrisk ström leds mellan de olika sidorna. Varje cell skapar en spänning på cirka 0,5 volt men ansluts i seriekoppling för att uppnå högre spänning. Ofta kopplas de samman så att en spänning på 12 volt uppstår under normala förhållanden (Svensk Solenergi, 2014a).

Verkningsgraden hos en viss cell definieras som kvoten mellan den elektriska energi som produceras och den solenergi som strålar på panelerna. Dagens kommersiella

solceller har en verkningsgrad mellan 13-17% men teoretiskt kan kiselceller ha en verkningsgrad på 30% och i labbmiljö har man lyckats uppnå en verkningsgrad på 25-26%. Anledningen till att verkningsgraden är så pass låg är att en foton enbart kan frigöra en elektron oavsett energin i fotonen och att våglängder över 1100 nm inte kan absorberas av kisel (Solarlab, 2013).

Verkningsgraden i en solcell är beroende av vilket material som fångar upp solljuset och på vilket sätt den är kopplad till systemet. Det finns ett antal olika tekniker för att konstruera solceller, men det är främst två typer som installeras idag. Dessa är kristallina kiselceller och CIGS-solceller vilka har olika egenskaper och prisbilder (Svensk Solenergi, 2014a).

Kiselcellerna är de mest populära på dagens marknad och har en marknadsandel på 80-90%. Det finns framförallt två typer som används i större utsträckning, vilka består av monokristallina och polykristallina celler. Polykristallina solceller är en billigare teknik men har en lägre verkningsgrad än monokristallina som är dyrare. De är komponerade av en tunn platta av kiselbaserat halvledarmaterial med kontakter på vardera sida. CIGS-solcellerna, som är en typ av tunnfilmssolceller, fungerar på samma sätt men där är halvledarmaterialet avsevärt tunnare. Denna teknik är dock betydligt nyare och således inte lika välutvecklad, vilket gör att de är dyrare och verkningsgraden något lägre (Svensk Solenergi, 2014a).

2.4.4 Växelriktare

Den ström som produceras från solcellerna är likström och eftersom ett hushåll använder sig av nätets växelström används en växelriktare för att konvertera likström till växelström på 230 V. Den har hela tiden för uppgift att maximera effekten som produceras av solcellerna genom att styra spänningen och strömstyrkan efter en optimal nivå, vilket görs av en MPPT (Maximum Power Point Tracker). Den optimala nivån varierar efter hur mycket solinstrålning som träffar solcellerna. En växelriktare måste vara CE-märkt och ha automatisk frångkoppling om nätbortfall uppstår. Den har även som funktion att minimera övertoner i elen som kan störa elektronik i fastigheten (SolEl-programmet, 2012).

Det finns även så kallade mikroväxelriktare för respektive panel, dessa har till uppgift att motverka effekten av skuggning eller nedsmutsning av enskilda moduler som annars kan ha förödande effekt på solcellssystemets verkningsgrad. De använder sig av samma princip, alltså MPPT, fast för varje respektive panel (Norden Solar, 2014a).

2.4.5 Elmätare

Elmätaren är inte en komponent som är direkt relaterad till en solcellsinstallation då alla fastigheter som förbrukar el måste ha en sådan. Det som är speciellt vid driften av mikroproduktion är att elmätaren måste kunna mäta flöden såväl in som ut ur fastigheten (Solcellsforum, 2014). I de fall då produktionen överstiger fastighetens förbrukning förs överskottet ut på elnätet genom elmätaren. Mätare som brukar

användas för mäta flöden i båda riktningar kallas för kvadrantmätare. Dessa mätare mäter flödet av såväl aktiv som reaktiv effekt i båda riktningar (ABB, 2014).

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. Om fastigheten inte har en mätare som kan mäta flödet i båda riktningar är nätbolaget skyldig att installera en sådan (Solcellsforum, 2014).

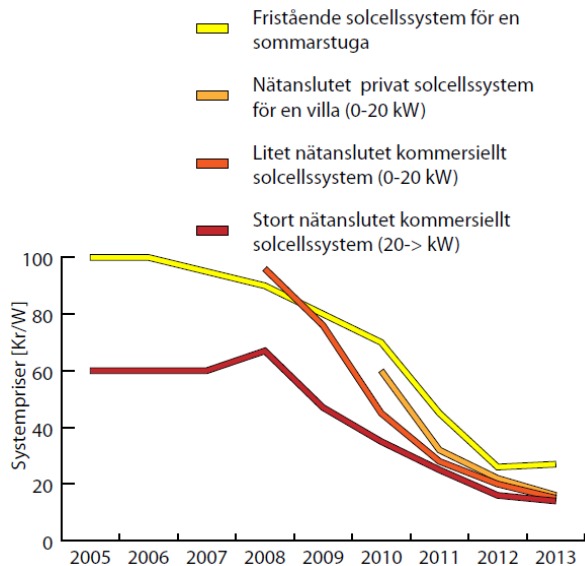
2.4.6 Installation

Innan installationen påbörjas måste bygglov sökas. Vissa kommuner har inga krav på bygglov vid bygge på tak, men i till exempel Stockholm måste bygglov sökas. Detta på grund av att de kan påverka byggnadens yttre utseende och är alltså en fråga om estetik. Byggnader av kulturhistoriskt värde avrådes även helt från att installera solceller (Stockholms Stad, 2013). Man är även skyldig att skicka en föransökan till nätägaren som anläggningen ska kopplas in till innan installationen påbörjas (SolEl-programmet, 2012).

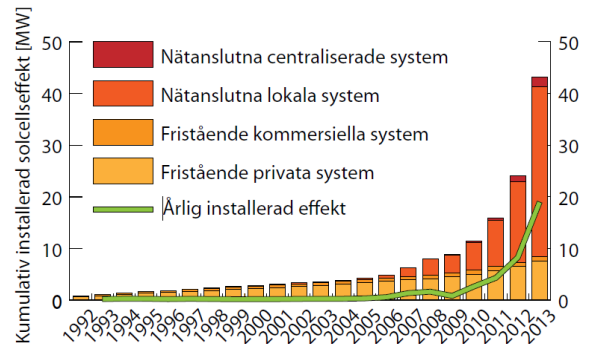
Själva monteringen görs på tak med hjälp av infästningsmetod beroende av takets utformning och material. Solcellspanelerna är tunga och kan i vissa fall agera vindfång som gör att belastningen på taket ökar. Taket måste därför ha tillräckligt med bärkraft för att klara av denna extra belastning. Eftersom monteringen sker på tak finns även en del krav på säkerhetsutrustning. När panelerna har installerats krävs att en certifierad elektriker drar kablage och 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).

2.4.7 Solcellsmarknaden

Solelproduktionen utgör idag enbart 0,03 % av landets totala energikonsumtion. I Sverige har dock installationstakten av solceller ökat kraftigt de senaste åren. Bara under 2013 ökade de nätanslutna anläggningarna med över 100 % i installerad effekt, som kan ses i Figur 5. Anledningen till den snabba installationstakten anses vara de sjunkande priserna på solpanelerna samt ett ökat intresse bland konsumenterna. Prisbilden har bara sedan 2010 ändrats radikalt då priserna för ett större system låg på 22kr/W och idag ligger priset på enbart 14kr/W. Detta är enligt Lindahl (2014) på grund av minskade modulpriser samtidigt som man kan se en ökad konkurrens på marknaden. Enligt de data som han presenterar verkar utvecklingen dock plana ut och priserna verkar stabiliseras, se Figur 6.



Figur 6: Utvecklingen av priset på nyckelfärdiga solcellsanläggningar (Lindahl, 2014a).



Figur 5: Utbyggnadstakten i Sverige (Lindahl, 2014a).

2.5 GodEl

GodEl, som är företaget detta examensarbete görs på uppdrag av, är ett elhandelsbolag och inhandlar el från spotmarknaden. Företaget startades under 2005 och har idag 96 000 kunder. Det som skiljer GodEl från andra elhandelsbolag är att bolagets vinstutdelning oavkortat går till välgörenhet (GodEl, 2014). GodEl anses av Svenskarna som det mest miljövänliga varumärket i en undersökning av Sustainable Brand Index där 24 000 konsumenter tillfrågades (Sustainable Brand Index, 2014). Företaget jobbar aktivt med sin miljöprofil men har för närvarande ingen strategi när det gäller sole (Bäärnhielm, 2014a).

2.5.1 Konkurrenter

GodEl har en mängd konkurrenter, i Sverige finns det över 100 stycken elhandelsbolag som handlar el på NordPool och säljer till sina kunder. Alla erbjuder dock inte några solcellslösningar för sina kunder (Konsumenternas Energimarknadsbyrå, 2014).

Det största elhandelsbolaget är det statliga bolaget Vattenfall som idag erbjuder villaägare att köpa nyckelfärdiga solcellspaket. Dessa paket är i 5 storlekar mellan 13 m² och 68 m² och bolaget använder sig av installatören Direct Energy som utför själva installationen. Vattenfall tar även hand om kontakten med det lokala elnätbolaget för ansökan om anslutning till elnätet. Paketen gäller dock enbart villor som ej har över 3 meter till taket vilket således är villor med ett plan. De som är elhandelskunder hos Vattenfall erbjuds dessutom en rabatt på 10% vid installation (Vattenfall, 2014b).

En aktör som har mycket gemensamt med GodEl är Telge Energi, vilket är ett bolag med starkt fokus på miljövänlig energi. Likt Vattenfall erbjuder även Telge Energi även solcellspaket till sina kunder. De använder sig av bolaget NAPS som sköter installationen. Bolaget erbjuder enbart två mindre paket men skriver även på sin

hemsida att man kan få offerter om större system. Dessutom betalar bolaget 1,3 kr/kWh för det överskott som skapas av dess elhandelskunder, vilket är det mest generösa erbjudandet bland elhandelsbolagen. Bolaget tar då över rätten till de elcertifikat och ursprungsgarantier som genererats av överskottet (Telge Energi, 2014).

2.6 Befintliga installationer

Under förstudien till arbetet kontaktades fastighetsägare med befintliga installationer på taket för att få en bättre insikt i hur beslutsprocessen hade gått till och hur man räknade på produktion och lönsamhet. Kontakt togs med en bostadsrättsförening och en hyresrättsägare. Dessa presenteras nedan.

2.6.1 Mullvadsberget

Stockholmshem är ett av Sveriges största bostadsbolag med över 49 000 boende hos sig. Det grundades 1937 och lägenheterna ligger utspritt i hela Storstockholmsområdet. Bolaget är ett så kallat allmännyttigt företag som ägs av Stockholms stad och är en del av Stockholms Stadshus AB (Stockholmshem, 2014).

År 2012 beslutade företaget om att investera i solceller på en av sina fastigheter på Mullvadsberget vid Hornsgatan på Södermalm i Stockholm. Det främsta syftet med anläggningen var att den skulle förbättra bolagets miljöimage, men det var även av vikt att anläggningen kunde bära sig själv rent ekonomiskt. Som krav hade därför bolaget att anläggningen minst skulle ha en internränta på 5%. För att detta skulle realiseras behövdes det statliga investeringsbidraget, vilket bolaget fick samma år. Upphandling gjordes av ett oberoende konsultbolag och installation gjordes av Direct Energy. Det totala priset blev 432 tkr exklusive moms efter att bidrag utbetalats. Anläggningen som byggdes var 200m² och skulle ha en årlig elproduktion på 32MWh enligt Direct Energy. Dock blev produktionen under det följande året, 2013, enbart 28,4MWh. Fastigheten beräknas förbruka all den producerade elektriciteten själv och har en årlig elförbrukning på 170 MWh (Falkelius, 2014).

2.6.2 Granegården

Bostadsrättsföreningen Granegården är belägen på Sysslomansgatan i Uppsala. Den har 116 lägenheter som bostadsrätter och husen byggdes 1960. Under årsstämman 2012 beslutades att föreningen skulle installera solceller på fastighetens tak. Likt fallet ovan var även miljövärdet det som var den viktigaste faktorn vid valet att investera i solceller, men installationen skulle liksom vid Stockholmshem finansiera sig själv med en internränta på minst 5%. Föreningens dåvarande styrelseordförande drev projektet och fick mandat att installera en anläggning för max 600 tkr i och med takrenoveringen 2013. Även denna installation gjordes av Direct Energy och var 240 m² med en uppskattad produktion på 38MWh per år. Bolaget säljer sin el och elcertifikat till Sala-Heby energi och enligt deras egna beräkningar har anläggningen en internränta på 9%. De beräknar även att det inte kommer uppstå någon överskottsproduktion och den egna elförbrukningen är 117 MWh per år (Lemming, 2014).

2.6.3 Partner A

Under arbetets gång har en kontinuerlig kontakt hållits med en av GodEls samarbetspartners för en eventuell installation av solceller på deras tak. Partnern har en aktuell fastighet för installation och kallas här för "Partner A" och fastigheten för "Fastighet 1" av sekretesskäl. Fastighet 1, som ligger i Gamla Stan i Stockholm planerades en installation av bolaget EgenEl. Huset är av visst kulturhistoriskt värde och kravet för bygglov är att panelerna är helt svarta. Dessutom var takluckorna på fastigheten för små för att kunna föra upp materiell för installationen genom dessa vilket kräver en kranbil för att en installation ska vara möjlig. Dessa faktorer ökade priset av en installation som blev 198 tkr och på grund av söktrycket kunde inget investeringsbidrag beviljas. Den årliga produktionen uppskattades till 7300 kWh under första året och fastigheten har en elförbrukning på 99 MWh/år. Taket för aktuell installation är riktat mot sydost och omfattar 55 m².

3 Metod

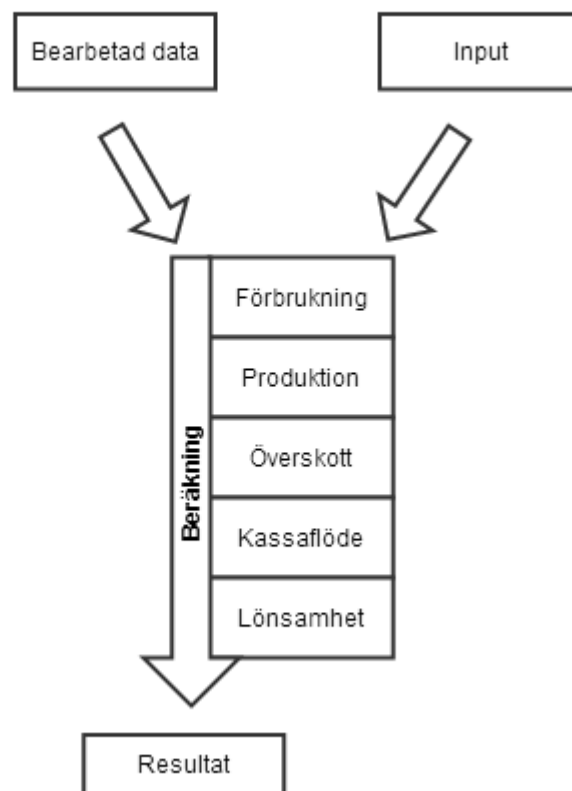
I denna del presenteras arbetets tillvägagångssätt. Arbetet har delats in i tre etapper där den första är en förstudie i området. Den andra behandlar frågeställningen om lönsamheten och vad som påverkar denna genom tekniska beräkningar och lönsamhetskalkylering i programmet Matlab. Den tredje delen är en kundundersökning hos GodEls kunder och för att få en bild av hur de ser på solceller idag. Resultaten av dessa ligger sedan till grund för råden till GodEl som presenteras i slutet.

3.1 Förstudie

Som inledning gjordes en förstudie av tidigare studier i området. Denna har för avsikt att skapa en översiktlig bild av elmarknadens utformning och funktion, skapa en större förståelse för vad solceller är, hur de fungerar samt hur de används idag. Informationen har först hämtats från olika organisationer och tidigare studier för att sedan kompletteras av två intervjuer. Dessa gjordes för att få en klarare bild av hur man hade resonerat vid investering i solceller på dessa flerfamiljshus. Intervjuerna var med Jan Lemming som är ordförande för bostadsrättsföreningen Granegråden och med Christian Falkelius som är energicontroller på Stockholms hem. Dessa intervjuer gjordes som en öppen dialog där frågor om investeringskalkyler och mervärden för installationerna var huvudpunkterna. Den insamlade informationen från förstudien ligger delvis till grund för bakgrunden ovan.

3.2 Lönsamhetskalkyl

Lönsamhetskalkylen beräknar relationen mellan intäkter, besparingar och kostnader. Kalkylen görs genom programmering i MatLab och har för mål att se hur lönsamheten påverkas i och med förändringar av olika nyckelvärden. Kalkylen använder sig av teknisk data tillsammans med data från tidigare studier för att göra beräkningar om produktion och förbrukning. Den räknar sedan utifrån dessa ut lönsamheten för projektet med hjälp av traditionella investeringskalkyler. Koden för kalkylens moderprogram finns i appendix B. För att koden ska vara översiktlig och förstålig har koden delats upp i separata underprogram och bearbetad data är sparade i datafiler som matriser och vektorer. Programmet är uppbyggd enligt flödesschemat i Figur 7 nedan.



Figur 7: Flödesschema över hur beräkningsprocessen ser ut.

De input som kalkylen gör sina beräkningar på är riktning, lutning, investeringskostnader, egen förbrukning, installationens storlek och kalkylränta. Bearbetad data och beräkningar görs baserade på antaganden och beräkningar som presenteras nedan.

3.2.1 Förbrukning

För att beräkna elförbrukningen per timbasis används de uppskattningar som görs av Molin, et al. (2010). Där uppskattas förbrukningen i en flerfamiljsfastighet variera över dagen men inte över året, vilket illustreras i appendix C där man kan se effektbehovet per timbasis under ett dygn och förbrukningen över året per månadsbasis. Att det är en sådan liten skillnad mellan årets månader beror främst på att flerfamiljshus inte använder sig av el för uppvärmning likt vissa villor kan göra. Dessa data ligger även i nära förhållande till den undersökning som Zimmermann (2009) gjort på förbrukning i bland annat flerbostäder och anses således vara en god grund för lönsamhetskalkylen.

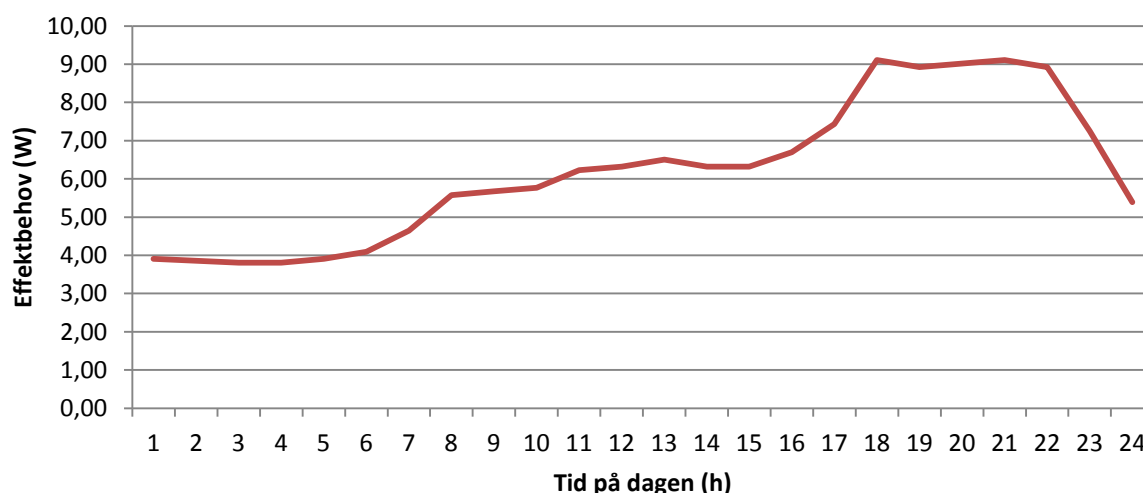
Som kan avläsas i appendix C är förbrukningen (F_h) lägst under morgonen och ökar under dagen för att nå sin topp mot kvällen. Detta är dock ett snittvärde från två typiska flerfamiljshus av olika storlekar. I kalkylen kan en specifik bostads förbrukningsmönster över ett år per timbasis användas för att få en bättre kalkyl för den respektive fastigheten.

I matlabkalkylen kan användaren välja att använda sig av årsförbrukningen på en viss fastighet, men om det saknas sådan data kan uppvärmd yta A_{temp} användas. Då används data över förbrukning per A_{temp} från studie av Widén och Weiss (2012) som kan ses i Tabell 1 nedan. Exemplet är baserat på et flerfamiljshus med 18,4 lägenheter.

Tabell 1: Förbrukning i flerbostadshus. Baseras på data från (Molin, et al., 2010).

Uppvärmad area (A_{temp})	1508 m ²
Årsförbrukning	81,8 MWh
Fördelat efter yta	0,0542 MWh/m ²
Daglig förbrukning per uppvärmd kvadratmeter	148,61 Wh/m ²

Med dessa värden och de tidigare från Molin, et al. (2010) kan effektbehovet beräknas per kvadratmeter uppvärmd yta (A_{temp}). Detta illustreras i Figur 8 nedan. Det totala effektbehovet antas förändras efter storleken på den uppvärmda ytan utefter dessa värden.



Figur 8: Effektbehov över ett dygn per kvadratmeter uppvärmd yta i flerfamiljshus.

3.2.2 Produktion

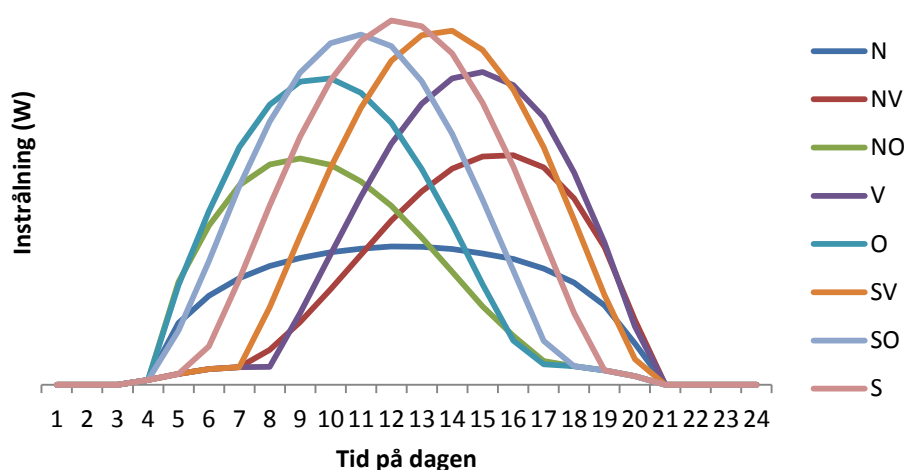
Den produktion som sker från en viss installation påverkas av en mängd faktorer och många av dem har en väsentlig påverkan på produktionen. Dessa är faktorer som solinstrålning, panelernas verkningsgrad, växelriktarens verkningsgrad, takets riktning och lutning, skuggning, snö och smutstäckning, degradering av verkningsgrad, temperatur och årliga variationer i solinstrålning (Molin, et al., 2010).

Solinstrålning

Solinstrålningen i Stockholm är som tidigare nämnt relativt god i jämförelse med resterande delar av landet. I Stockholm har den globala solinstrålningen (I_G) under åren 2005-2013 varit 1163 kWh/m² i snitt på en optimalt lutad yta enligt statistisk data från STRÅNG (2014).

Lutning och azimutvinkel

Hur panelerna är riktade har en stor inverkan på mängden solinstrålning. Vid beräkning av solinstrålning mot en viss yta måste hänsyn tas till lutningen och azimutvinkeln. I kalkylen kan användaren välja lutning med ett 10° intervall, upp till 30° . Dessutom kan någon azimutriktningarna N, NV, NO, V, O, SV, SO, S väljas. Utöver mängden instrålning på en viss yta påverkar azimutvinkel och lutning när på dagen produktionen sker. Solen går upp i öst och ned i väst vilket innebär att paneler som är riktade österut kommer se en större produktion på förmiddagen och paneler som är riktade västerut ser samma sak på eftermiddagen (PV-syst, 2014). Syntetisk data från programmet PV-syst extraherades för att beräkna hur produktionen varierar över dagen beroende på hur planet är vinklat (α) samtliga dagar på året. Detta förhållande illustreras av en exempelanläggning med lutningen 30° och olika azimutvinkar enligt Figur 9 nedan.



Figur 9: Exempel på en dag i maj med solinstrålning över dygnet beroende på väderstreck panelen är riktad mot.

Paneler och växelriktare

För denna studies syfte är det mest lämpligt att använda verkningsgrader från paneler som används frekvent på dagens marknad och därför använder sig denna studie av den tekniska specifikationen av modellen Yingli Panda 270, som är en populär modell i Sverige. Den används bland annat i Vattenfall erbjudande till sina kunder samt är installerad på Stockholms shems fastighet på Mullvadsberget (Falkelius, 2014). Panelen har en verkningsgrad (η_p) på 16,5% med en garanti på degradering av verkningsgraden på 92% efter 10 år och 82% efter 25 år vilket är de värden som används för att uppskatta den framtida verkningsgraden (IBC Solar, 2013). Verkningsgraden på växelriktaren är även relevant och här används även data från en befintlig populär modell vid namn SUNNY BOY 2500 som har en verkningsgrad (η_v) på 95,5% och används i Vattenfalls solcellspaket och på fastigheten Granegården i Uppsala (SMA Solar, 2014).

Skuggning

Skuggning uppstår från närliggande skorstenar, antenner, träd, andra fastigheter eller dylikt och kan ha en väsentlig effekt på produktionen. Enligt Kjellson (1999) påverkas flerfamiljshus av en skuggning av i snitt 15% av hela takytan över dygnet. Detta begränsar ytan som panelerna bör installeras på och behöver inte påverka verkningsgraden om panelerna placeras taktiskt. Den faktor skuggningen har på delar av taket som inte är under direkt skuggning av närliggande skorstenar är svår att uppskatta. Jämnhöga byggnader har enbart en mindre påverkan på varandra när det gäller skuggeffekter och när de skuggar står solen relativt låg och den totala påverkan på produktionen liten (VBB, 1983). I kalkylen antas därför att solpanelerna installeras på yta som ej är skuggad och påverkan blir således 0%.

Snö

Snö som täcker panelerna har en skuggande effekt på dessa då delar eller allt ljus skuggas från instrålning mot panelerna. Snö faller under vinterhalvåret och påverkar därför enbart produktionen under de månader med minst solinstrålning, dessutom sker snöröjning på hustak i flerfamiljsfastigheter för att förhindra snöras. Den andel av året som solpanelerna är täckta av snö är även beroende av friktionen i panelerna, temperaturen på taket och lutningen av panelerna. Enligt VBB (1983) bör en rimlig uppskattning av genomsnittspanelen ha en total reduktion av verkningsgraden ($\eta_{\text{snö}}$) över året på runt 5%. Detta är även värdet som kommer användas i kalkylerna i denna uppsats.

Smuts

Nedsmutsning av panelerna baseras främst på luftkvalité och nederbörd i området där panelerna finns. Smuts har en negativ effekt på produktionen och nederbörd en minskande effekt på nedsmutsningen. I Stockholm är luften relativt ren, men nedsmutsningen är en större faktor än ute på landsbygden. Enligt VBB (1983) har studier på paneler i Stockholm visat att den nedsmutsande effekten var mellan 3-5% och att det framförallt var pollen som skapade problem. I kalkylen kommer snittet av dessa värden användas i beräkningarna av reduktionen av verkningsgraden (η_{smuts}), alltså 4%.

Temperatur

Vid temperaturer över 25°C uppstår en försämring i solcellernas verkningsgrad. I Sverige överstiger dagstemperaturen sällan 25°C, men panelerna kan bli upp till 30°C varmare än omgivningen. I en svensk studie av Håkansson, et al. (2007) hade varma sommardagar i Sverige en effektminskning med faktor 0,93 under de varmaste timmarna. Dock har det visat sig att Sveriges relativt kalla klimat generellt har en positiv inverkan på panelerna då dess effektivitet i den tekniska specifikationen baseras på verkningsgraden som uppstår vid modultemperaturen 25°C. Temperaturer under 25°C ger således en bättre verkningsgrad än vad panelerna producerar enligt deras tekniska data (Håkansson, et al., 2007). På grund av detta och svårigheten att inkorporera denna faktor i kalkylmodellen antas temperaturen inte påverka verkningsgraden.

Total produktion

Den totala produktionen per timbasis blir således produkten av samtliga faktorer som presenterats ovan. Här är de respektive verkningsgraderna och solinstrålningen mot det optimalt lutade planet konstanta medan lutning och azimuthvinkel används som input. Detta ger formeln:

$$P_h = (I_G \times \alpha) \times \eta_p \times \eta_v \times \eta_{snö} \times \eta_{smuts}$$

3.2.3 Överskott

För att se hur stor andel av den producerade elen som matas ut till nätet måste produktionen och förbrukningen jämföras per timbasis. Solelproduktionen beräknas först på timbasis (P_h) för att matchas mot förbrukningen på timbasis (F_h) för att se hur stor nettoproduktionen är varje timme (N_h) enligt den enkla formeln nedan.

$$N_h = P_h - F_h \text{ då } P_h > F_h$$

3.2.4 Kassaflöde

Kassaflödet är de besparingar, intäkter eller kostnader som sker vid installation och drift av den egna produktionen. I denna del presenteras först antaganden om utgångsvärden och sedan hur dessa värden beräknas utvecklas i framtiden.

Besparingar

De besparingar som görs baseras på de kostnader som är förknippade med att köpa elektrisk energi. Priserna varierar över åren och för att få ett så rättvisande värde som möjligt används genomsnittliga priser för elen för lägenhetskunder med rörligt elpris under åren 2010 till och med 2013. Det rörliga elpriset som används i kalkylen är baserat på data från SCB vilket är 32,5 öre/kWh exklusive moms (SCB, 2014b). Energiskatten och elnätsavgiften är inte lika volatil som elpriset och där används därför enbart dagens värde. Elnätägare för Stockholms kommun är Fortum den rörliga elnätsavgiften är 20,6 öre/kWh exklusive moms (Fortum, 2014). Energiskatten för el är densamma för samtliga elkonsumenter med ett fåtal undantag som inte påverkar denna studie utan antas här vara enligt årets värde på 29,3 öre/kWh exklusive moms (Vattenfall, 2014a). 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 (Skatteverket, 2014b). Momsen och det totala priset per köpt kilowattimme blir således enligt Tabell 2 nedan.

Tabell 2: Ursprungliga elpriset för kalkylen.

	Pris (öre)
Elpris	32,5
Energiskatt	29,3
Elnätsavgift	20,6
Moms	20,6
Summa	103,0

Intäkter

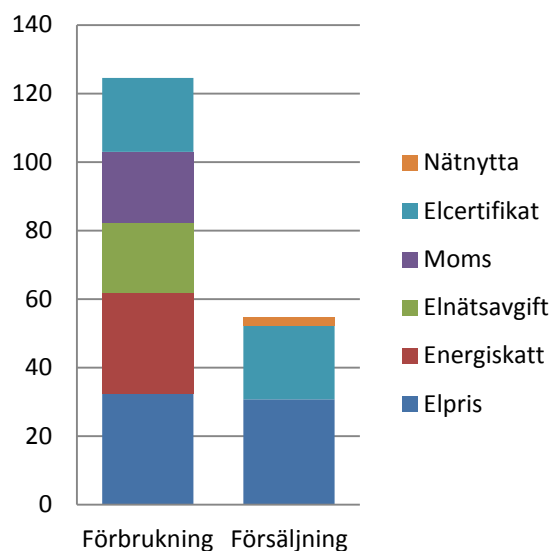
De intäkter som uppstår vid egen användning av producerad el är försäljningen av de elcertifikat som uppstår i och med produktionen. Spotpriset för att sälja el har under perioden 2010 till 2013 legat på 30,8 öre/kWh i snitt för elområde 2 där Stockholm ligger (Nord Pool Spot, 2014). Den andra intäkten som uppstår vid försäljning av den egna producerade elen är nätnytttoersättning vilken i Stockholm ligger på 2,6 öre/kWh under månaderna april till oktober, vilket blir värdet som kommer användas i kalkylen då överskottsproduktionen antas ske under dessa månader (Fortum, 2014).

För varje MWh som produceras har man som nämnt rätt till ett elcertifikat som man kan sälja till andra elmarknadsaktörer som måste uppfylla sin kvotplikt. Under perioden 2010 till 2013 har genomsnittspriset för ett elcertifikat varit 214,75 kr, vilket blir 0,21475 kr/kWh (Svenska Kraftnät, 2014). Värdet på ursprungsgarantierna är diskuterat och det finns ingen spotmarknad för dem idag, därför blir värdet för en ursprungsgaranti svårt att bedöma (Stridh & Eriksson, 2011). I lönsamhetsberäkningen tas därför inte dessa med.

Med denna data kan en översiktlig jämförelse göras mellan den ekonomiska effekten av användningen av respektive försäljning av den egenproducerade elen vilket illustreras i Tabell 3 och grafiskt i Figur 10.

Tabell 3: Jämförelse mellan värdet av egen förbrukning och försäljning av överskott (öre/kWh)

	Förbrukning	Försäljning
Elpris	32,5	30,8
Energiskatt	29,3	
Elnätsavgift	20,6	
Moms	20,6	
Elcertifikat	21,5	21,5
Nätnytta		2,6
Summa	124,5	54,9



Figur 10: Grafisk jämförelse av värdet av egen förbrukning och försäljning av överskott (öre/kWh)

Kostnader

Solceller är förknippade med en del kostnader, först för själva installationen och sedan för driften. Här beskrivs hur dessa kostnader har uppskattats.

Installation

För att räkna ut kostnaden för ett nyckelfärdigt system används data insamlade av Lindahl (2014a) där kostnaden för större installationer över 20kW har en kostnad på 14kr/W_p i slutet av 2013. Mindre system är generellt dyrare, som prisjämförelse för dessa system används offentlig data från NordenSolar (2014), Swedensol (2014) och Vattenfall (2014b). Dessa skapar en datavektor med olika snittpriser baserat på olika storlekar hos solcellssystemen.

Drift

Driften är i stort sett kostnadsfri för solpanelerna och det behövs sällan underhåll av själva solpanelerna. Under drift måste dock växelriktaren bytas någon gång under anläggningens livstid. Denna kostnad beräknas vara 2,12kr/W_p, baserat på dagens marknadspris för växelriktarna. Priserna kan dock komma att ändras fram till det att ett byte blir aktuellt. Utöver kostnaden för själva växelriktaren beräknas även enklare elarbete av behörig behövas. Därav blir den faktiska kostnaden svår att uppskatta, men eftersom marknaden håller på att mogna kommer troligen priset att sjunka något.

Elcertifikat

I många fall sker mätning för elcertifikat av elnätssleverantören vid utmatningspunkten på elnätet. Detta innebär att producenten enbart får elcertifikat för den el som uppstår som överskott och inte för hela produktionen. För att få sälja elcertifikat för all den

producerade elen måste producenten själv installera avräknare mellan solcellssystemet och elcentralen. Att installera en sådan kostar, enligt Solelprogrammet (2011), 6 000 kr och driften kostar 1 200 kr/år. Denna anläggning kan som nämnt enbart användas under 15 år då elcertifikaten slutar gälla för anläggningen. Efter dess försvinner således denna kostnad.

Utveckling av elens värde

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 och att 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).

Elhandelspris

Elhandelsprisets utveckling går att uppskatta genom se på handel av terminer och optioner. Baserat på dessa beräknas elhandelspriset utvecklas med 2% varje år från 2014 till 2024 baserat på förväntat framtida elpris av Svensk Energi (2014c). Denna nivå ligger även till grund i kalkylen, dock har det historiskt visat sig att elpriset kan fluktuera kraftigt vilket skapar en osäkerhet i uppskattningen (Svensk Energi, 2014c).

Energiskatt

Den framtida utvecklingen av energiskatt är svår att uppskatta då det är ett politiskt beslut som kan variera från år till år. Den utveckling som beräknas med i kalkylen är utvecklingen under åren 2007-2013. Denna har varit cirka 2% under dessa år och förväntas utvecklas på samma nivå framöver i kalkylen (Ekonomifakta, 2014).

Elnätsavgift

Uppskattningen av den rörliga elnätsavgiften framtida utveckling baseras på hur utvecklingen har sett ut sedan avregleringen av elmarknaden. Priserna har under åren 1996-2013 ökat med cirka 2,7% varje år för lägenheter enligt SCB (2014a) och det värdet används även för den förväntade framtida utvecklingen. Nätnyttan förväntas även ha samma utveckling.

Elcertifikat

En ny anläggning har som nämnt rätt till elcertifikat under de första 15 åren av produktion. Dess prisutveckling har under senaste år haft en negativ trend med en prisminskning (Energimyndigheten, 2014). Detta har berott på ett överskott av förnyelsebar produktion. Enligt Olander (2013) kommer detta dock att ändras under närmaste framtiden och uppskattar en årlig prisökning på 4% fram till 2016.

Utvecklingen är dock osäker efter dess då den är beroende av utbyggnaden av kraftkällor som ger elcertifikat och kvoten kommer enligt plan minska efter 2020 vilket man kan se i appendix A och detta kommer förmodligen ha en negativ effekt på prisutvecklingen (Energimyndigheten, 2014). På grund av dessa osäkerheter är det rimligare med en försiktig uppskattning. Kalkylen använder sig därför av en prisutveckling som motsvarar riksbankens inflationsmål på 2%.

Skattelättnad

Utvecklingen av skattelättnaden är svår att uppskatta, då det är oklart hur den kommer utformas. Om man räknar efter hur förslaget ursprungligen formades kan 60 öre läggas till på varje kWh som produceras som överskott. Detta gäller dock, som tidigare nämnt, enbart på en överskottsproduktion upp till 30 MWh per år och därefter kan inte skattelättnaden räknas in (Finansdepartementet, 2014).

3.2.5 Lönsamhet

För att bedöma lönsamheten i en investering används etablerade kalkyleringsmodeller som nettonuvärdet (NPV), internränta (IRR) och återbetalningsmetoden. Beräkningarna baseras på det beräknade kassaflödet och används i kalkylen för att avgöra om att investera i en viss anläggning är lönsam. Istället för kassaflöde in används minskningen av kassaflöde ut i och med lägre kostnader då den egna produktionen används för egen förbrukning.

NPV

Nettonuvärdet är det värde en investering har efter en viss bestämd tid baserat på kassaflödet och en vald kalkylränta. Kalkylräntan baseras i sig på investerarens kapitalkostnad. Ett bolag har till exempel räntor att betalas 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. Kalkylräntan för bostadsrättsföreningar brukar enbart baseras på den räntesats föreningen har på sina lån, vanligen ligger denna på 5% (Finansinspektionen, 2013). Därför är detta den kalkylränta som används i kalkylen.

Eftersom garantin på solpaneler är 25 år är detta en rimlig tid ekonomisk livstid att räkna med för att uppskatta nuvärdet för investeringen i solceller. Därför ska kassaflödet för varje år justeras efter den valda kalkylräntan enligt formeln:

$$NPV = C_0 + \sum_{t=1}^{25} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Där C_0 är investeringens kostnad, alltså initialt utgående kassaflöde. C_t är det kassaflödet för år t (i detta fall är det summan av besparingen och försäljningen), r är kalkylräntan och t är året. Då värdet för NPV överstiger 0 för en är investeringen lönsam då dess nettonuvärde är positivt. Alltså är investeringens kostnad mindre än nuvärdet på det framtida kassaflödet (Bealey, et al., 2014).

IRR

Ett annat sätt att bedöma en investerings lönsamhet är att se vilken internränta en viss investering har. Att beräkna internräntan görs på ungefär samma sätt som nettonuvärdet, men då använder man sig av olika räntor (r) för att finna när NPV blir 0. Det finns en funktion för just detta i Matlab som används för denna uträkning. 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 (Bealey, et al., 2014).

Återbetalningsmetoden

Återbetalningsmetoden innebär att man beräknar hur lång tid det tar för en viss investering att återbetala sig själv. Med detta innebär att man ser 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. 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 (Bealey, et al., 2014).

3.2.6 Typfastigheter och analysobjekt

För att undersöka vilka faktorer som påverkar lönsamheten och i vilken utsträckning har tre typfastigheter skapats baserade på data från ovan. Dessa representerar en väldigt stor installation, en medelstor och en liten. Typfastigheterna valdes utifrån hur fastigheternas möjliga installationsstorlek ser ut. Installationer större än den på typfastighet A är väldigt ovanlig och installationer som är mindre än typfastighet C blir så pass dyra att de inte är av relevans att undersöka ur ett lönsamhetsperspektiv. Typfastighet B representerar en storlek som är relativt vanlig på flerfamiljsfastigheter.

Typfastigheterna har olika storlek på sina installerade solcellssystem och således olika produktions och kostnadsförhållanden. Respektive exempelfastigheter undersöks även med varierande lutning och azimutvinkel på taken samt varierande förhållande mellan förbrukning och produktion.

Tabell 4: De typfastigheter som används vid uträkning av olika förhållanden för att uppskatta lönsamheten.

	Typfastighet A	Typfastighet B	Typfastighet C
Installationens storlek	500 m ²	200 m ²	50 m ²
Toppeffekt	82 500 W _p	33 000 W _p	8 250 W _p
Pris per toppeffekt	12,87 kr/ W _p	13,64 kr/ W _p	16,74 kr/ W _p
Installationskostnad	1061771 kr	450 159 kr	138 067 kr

3.3 Kundundersökning

Kundundersökningen har till syfte att skapa en bild av hur GodEls kunder tänker kring solceller. Det som undersöks är hur bolagets kunder ser på solceller utifrån ett lönsamhetsperspektiv och ett miljöperspektiv samt vilka krav de har på desamma för att vilja investera i solceller. För detta görs en kvantitativ undersökning baserad på primärdata insamlad av denna studie. GodEl har inte tidigare gjort en liknande undersökning på sina kunder och därför är det inte möjligt att använda sig av någon sekundärdata från bolagets kunder. Resultatet jämförs dock med sekundärdata från undersökningar gjorda av TNS Sifo och united minds på Sveriges befolkning som presenteras nedan.

3.3.1 Enkäten

Målet med undersökningen är att kartlägga en övergripande bild av hur företagets kunder ser på solceller. Med detta som grund utformades formuläret som en explorativ undersökning (Empowera, 2012). För att minska risken för missförstånd har frågorna formulerats på ett så lättförståeligt sätt som möjligt. Om frågorna är för komplexa i sin utformning, och det inte finns någon fysisk person som ställer frågorna, kan frågorna misstolkas vilket skapar risken för felaktiga "oinformerade svar". Om formuläret även är för omfattande, för att minimera risken för att respondenterna känner att enkäten är för tidskrävande och således väljer att inte slutföra den (Saunders, et al., 2007). På grund av detta omfattar enkäten enbart 7 frågor.

En enkät bör ha en låg uppgiftslämnarvärde 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.

Innan enkäten skickades ut gjordes ett flertal test av enkäten bland anställda på GodEl 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 et al. (2007). Vissa frågor formulerades efter detta utskick om innan enkäten färdigställdes. Det slutgiltiga frågeformuläret finns i appendix F.

Första frågan användes för att leda in respondenten i rätt frågekategori, vilket var bostadsrätt, villa/radhus, hyresrätt eller annat. Frågorna som följde var i stort sett samma därefter med skillnad i fråga 2 och 3 som behandlade lönsamheten och lönsamhetskravet för att respondenten skulle vilja installera solceller. Eftersom boende i bostadsrättslägenhet inte har ensamrätt på det beslutet fick de istället välja hur de skulle ställa sig i frågan om den kom upp på ett årsmöte. Varje fråga hade som mest 5 svarsalternativ för att inte öka respondentens uppgiftslämnarvärde (Dahmström, 2011).

GodEl har tillgång till information om deras kunders bostadsadress, mejladress och dessa används för att skicka ut enkäten digitalt. Eftersom bolaget idag använder sig av en tjänst vid namn SurveyMonkey används även den i denna studie då bolaget får behålla data för eventuella framtida undersökningar.

3.3.2 Urval

I undersökningen är det GodEls kunder som är målrespondenter då det är av intresse för bolaget att se hur dess kunder resonerar i frågan om att installera solceller. Ett representativt urval används generellt när kvantitativa studier görs på en viss grupp. Detta beror på att det är administrativt omöjligt att nå alla möjliga respondenter (Saunders, et al., 2007). Optimalt för en enkätundersökning är att få svar från så många respondenter som möjligt och således skicka till hela urvalsgruppen. Det är dock inte i detta fall möjligt i praktiken då GodEl inte vill skicka för mycket förfrågningar till sina kunder då det kan uppfattas som spamm (Bäärnhielm, 2014b). Därför valdes 6000 kunder ut i ett obundet slumpmässigt urval, vilket betyder att alla typer av respondenter i urvalsgruppen har lika stor sannolikhet att komma med i undersökningen (Dahmström, 2011) Avgränsningen som gjordes var geografiskt till Stockholmsregionen då det är det området som arbetet undersöker.

3.3.3 Analysmetodik

Behandlingen av data görs i programmet Microsoft Excel 2007 där respektive fråga presenteras i enskild kolumn och respondenterna i enskilda rader. Detta ger en översiktlig bild av alla svar från enkätundersökningen (Dahmström, 2011).

Målsättningen med en kvantitativ undersökning är att få så sanna data som möjligt. Med det menas att datan ska representera hela populationen. För att uppnå dessa ska möjliga felkällor analyseras för att utesluta att respondenterna svarat fel på grund av till exempel missförstånd av frågorna. För att minska möjligheten till dessa felsvar lades svarsalternativet "vet ej" till på respektive fråga. Om någon fråga omfattas av detta svar i stor utsträckning skulle det kunna innebära att frågan har varit för svår att förstå, alternativt har respondenten helt enkelt för lite kunskap i området och kan således inte svara på frågan. Det första som bör analyseras är således den frekvens respondenter har svarat "vet ej" på frågor och försöka förstå orsaken till detta (Dahmström, 2011).

Vid redovisning av statistiska resultat är det av stor vikt att presentera data på ett rättvisande sätt. Detta innebär att man bör anpassa respektive variabel efter dess inbördes egenskaper. Datan analyseras utifrån vad som kallas ordinalskala vilket innebär att svarsvariablerna rangordnas från ett minsta värde till ett största. Där till exempel 1 är sämst och 5 är bäst. Denna skala används främst vid analys av data från undersökningar med attityds- och åsiktsfrågor vilket passar bra för denna undersökning. I enkätundersökningen använd svarsalternativ i form av olika textsvar, men för analysens skull omvandlas dessa till numeriska värden för att kunna skapa värden utifrån ordinalskalan (Dahmström, 2011).

Då datan presenteras för analysen är det viktigt att välja rätt diagram och tabeller. Valet kan ha en stor inverkan på hur resultatet uppfattas och kan uppfattas för vinklad om den presenteras på fel sätt. Målsättningen är således att skapa en så objektiv visuell presentation av datan som möjligt. För enstaka diskreta variabler presenteras data fördelaktigt i ett histogram, även kallat stapeldiagram, där ytan av varje stapel representerar svarsfrekvensen för varje enskilt svar. (Saunders, et al., 2007).

Vid sidan av valet av diagram är det viktigt att finna olika egenskaper hos respektive variabel. Även detta görs för att kunna sammanfatta resultatet på ett så rättvisande och relevant sätt som möjligt. Detta görs med hjälp av lägesmått och spridningsmått. Lägesmålet kan presenteras som typvärde, median eller medelvärde där typvärdet är det värde på en diskret variabel som har högst förekommande frekvens (Dahmström, 2011). Spridningsmålet används för att se hur mycket svaren varierar från lägesmålet. Det skulle vara missvisande att likställa två variabler med samma lägesmått men med stor spridning. Med hjälp av det aritmetiska medelvärdet kan man använda sig av standardavvikelsen för att se storleken på spridningen. Denna beräknas enligt formeln:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Där s är standardavvikelsen, $\bar{x}$ är det aritmetiska medelvärdet, x_i är svaret från respondent i , och n är antalet respondenter (Dahmström, 2011).

För att åskådliggöra förhållandet mellan spridningen och typvärdet används variationskoefficienten (cv), vilken ser relationen mellan standardavvikelsen och det aritmetiska medelvärdet enligt formeln:

$$cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

Denna uppskattning av spridningen är väl lämpad för kvantitativa data i ordinalskala (Dahmström, 2011). Andra sätt att uppskatta spridningen kan vara att finna konfidensintervall alternativt felmarginalen. Eftersom dessa kommer ge ungefär samma resultat för en studie av denna typ men är mer komplexa används inte dessa.

Det kan även finnas intressanta samband mellan olika variabler i en kvalitativ studie. Detta undersöks genom att betrakta olika statistiska samband mellan olika variabler. För att illustrera dessa samband kan korstabeller eller spridningsdiagram användas. Statistiska, eller numeriska, samband kan uppstå även fast det inte finns något egentligt orsakssamband. Två variabler kan till exempel påverkas av en tredje faktor och inte sinsemellan ha ett orsakssamband. Om man till ser till ungas utveckling av talförmåga och längd har dessa ett starkt numeriskt samband men ej ett orsakssamband då båda beror på barnets ålder och inte av varandra (Dahmström, 2011). För att kunna säkerställa att det finns en orsakssamband mellan två variabler måste hänsyn tas till att variablerna isoleras för att kunna utesluta andra faktorer genom att se hur variablerna utvecklas beroende på andra misstänkta variabler som kan påverka. Således bör man systematiskt utesluta alternativa variabler som kan påverka resultatet. Detta görs exempelvis i medicinska studier genom att använda sig av så kallade kontrollgrupper, något som tyvärr inte är möjlig i en studie som denna. Dessutom måste hänsyn tas till att vissa variabler har en viss slack och effekten kanske inte uppstår direkt då en av variablerna förändras (Dahmström, 2011).

För samband mellan ordinalvariabler används korstabeller på grund av att värden för varje variabel enbart antar ett fåtal värden. I en korstabell ställs två variabler upp vid sidan av varandra för att illustrera förhållandet mellan respektive variabel. Utifrån denna tabell kan man se översiktligt vilka värden som korrelerar. För att göra en mer omfattande korrelationsanalys av de respektive variablerna kan man se hur variablerna förhåller sig till varandra.. För att jämföra variabel X och Y används korrelationskoefficienten(Saunders, et al., 2007):

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Med hjälp av denna formel kan en översiktlig matris skapas över förhållandet mellan samtliga variabler i en tabell varpå en närmare jämförelse kan göras av variabler med ett större samband i en korstabell enligt ovan (Dahmström, 2011). Positiva resultatvärden ger en positiv relation mellan variablerna och negativa värden en negativ relation. Värden nära 0 ger låg eller ingen relation mellan variablerna. Värden över 0,7 eller under -0,7 innebär en stark korrelation, och värden över 0,3 eller under 0,3 ger en svag korrelation (Saunders, et al., 2007).

3.3.4 Gruppering

För att få en bild av hur olika grupper ser på solel delas respondenterna in i olika grupper. Dessa baseras på respondenternas boendeform, ålder, kön och var de bor. Detta gjordes baserat på information som finns i GodEls kundregister. Eftersom respondenternas mejladress registrerades i SurveyMonkey kunde resultaten från varje respondent matchas med dess personnummer och således kunde ålder och kön utläsas. Detta gjordes med hjälp av kundregistret i GodEls databas där respektive kund matchades mot respondenternas mejladresser. För att inte riskera att läcka känslig information om kunderna uteslöts samtliga siffror ur personnumret förutom födelseår och näst sista siffran i personnumret. Dessutom användes första tre siffrorna i postadressen för att se var respondenten bor. Valet av områden som undersöktes var där utbildningsnivån var som högst, baserat på statistik från SCB (2014c). Dessutom gjordes en uppdelning baserad på hur olika områden i stockholmsregionen röstat, där kommundelarna med högst representation av röster i det blåa blocket respektive röda blocket valdes. Valet av kommunområden gjordes baserat på statistik från valet 2010 (Valmyndigheten, 2010).

3.3.5 Sekundärdata

Det har skett en del undersökningar om hur konsumenter ser på miljö av stora undersökningsinstitut. Denna rapport använder sig främst av två större kvantitativa undersökningar som utgångspunkt till jämförelse med resultatet från denna rapports kvantitativa kundundersökning. Dessa källor, som är undersökningens sekundärdata, är från TNS Sifo och united minds.

Den svenska miljökonsumenten

I denna rapport av Sifo undersöks olika individers syn på miljön utifrån ett konsumtionsperspektiv. Rapporten delar upp konsumenterna i fyra olika grupper beroende på hur de ser på miljö. Dessa, som rapporten kallar miljötypologier, är miljövänner, miljöopportunisterna, miljöstrutsar och antimiljö. Frågor som ställs är hur konsumenten agerar vid konsumtion av olika produkter. Rapporten finner i denna gradskala att de mest miljömedvetna konsumenterna, vilka rapporten kallar miljövänner, främst representeras av kvinnor, högutbildade och äldre personer i storstäderna (TNS Sifo, 2007).

Elmätaren 5

Rapporten är gjord av united minds på uppdrag av Svensk Energi och undersöker villigheten hos svenska bostadsägare att investera i egen elproduktion. Rapporten kommer fram till att det största hindret för en utbyggnad av den egna elproduktionen främst är bristen på enkelhet och ekonomiska incitament. Dock kan 12% av lägenhetsägarna och 22% av villaägarna tänka sig installera egen elproduktion under det närmaste året. Av de som svarade att de inte kunde tänka sig investera ansåg 39% att det var för olönsamt och 52% att det var för krångligt (united minds, 2014).

4 Resultat och observationer

I denna del redovisas resultatet följt av kommentarer kring de viktigaste observationerna. Först redovisas resultatet från lönsamhetskalkylen och sedan kundundersökningen.

4.1 Befintliga installationer

De installationer som kalkylen här testas på presenterades kort ovan och baseras på den data som insamlats i förstudien.

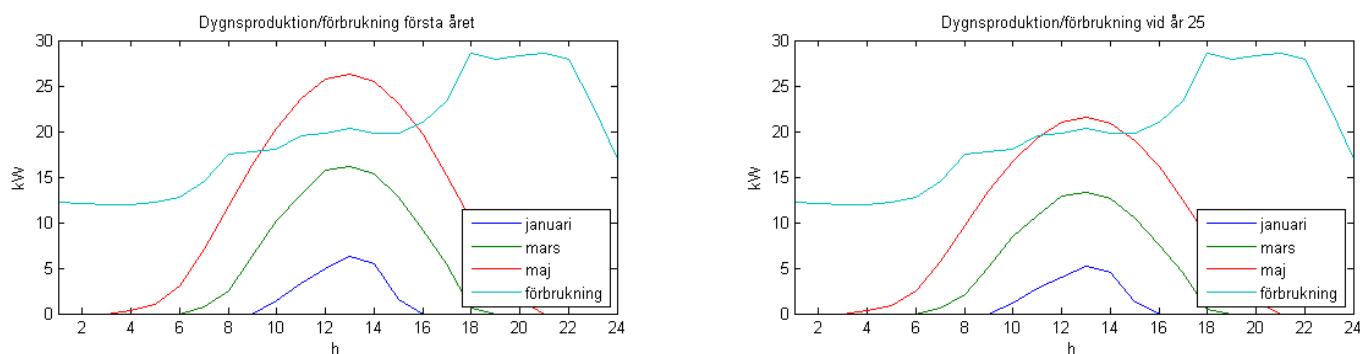
4.1.1 Mullvadsberget

Då de värden som presenterades tidigare matas in i kalkylen blir resultatet enligt Figur 11 nedan.

Input:		
'Takarea'	'203'	'kvm'
'Årsförbrukning'	'170000'	'kWh'
'Lutning'	'10'	'grader'
'Azimutvinkel'	'SO'	
'Investeringskostnad'	'456653'	'kr'
'Kalkylränta'	'5.00'	'%'
Produktion:		
'Första årets produktion'	'31184'	'kWh'
'Total produktion'	'705139'	'kWh'
'Totalt överskott'	'8577'	'kWh'
'Andel överskott'	'1.22'	'%'
Resultat:		
'Besparing'	'506635'	'kr'
'Försäljning'	'5624'	'kr'
'NPV'	'55605'	'kr'
'Internränta'	'6.30'	'%'
'Maxkostnad'	'512258'	'kr'

Figur 11: Output från kalkylprogrammet för fastigheten på Mullvadsberget

Som kan ses här är produktion enligt kalkylen 31 184 kWh första året, vilket är något lägre än uppskattningen som Direct Energy gjorde innan installationen. Dock blev faktisk produktion under 2013 enbart 28 400 kWh vilket är lägre än deras uppskattning såväl som denna kalkyl. Stockholmshem beräknade kunna förbruka all producerad elektricitet själva men enligt kalkylen uppstår ett mindre överskott på 1,22 % av den totala produktionen. Som man kan se i Figur 12 nedan uppstår endast överskottsproduktionen under de absolut ljusaste månaderna.



Figur 12: Produktion och förbrukning över dygnet en typisk maj, mars och januaridag för fastigheten på Mullvadsberget.

Enligt kalkylen kommer anläggningen på Mullvadsberget att producera i stor sett lika mycket som leverantören uppskattat, även fast första årets produktion blivit något lägre. Det kan bero på att årets väder varit ogynnsamt, vilket förklaras i statistik från SMHI som visar att produktionen kan variera med upp till $\pm 10\%$. En annan orsak kan vara en skuggeffekt som inte togs hänsyn till vid installationen. Om det är fallet är det något som kommer visa sig under följande år om produktionen fortsätter vara lägre än beräknad. Fastighetsbolaget uppskattade att ingen överskottsproduktion skulle uppstå, och även fast kalkylen visar att det finns en överskottsproduktion är den i stort sett försumbar. Det som skiljer sig mest från fastighetsägarens egna beräkningar är lönsamheten av anläggningen, där de själva uppskattar att den ska ha en internränta på 10% medan kalkylen enbart uppskattar en internränta på 6,30%. Detta beror förmodligen på skillnaden hur denna kalkyl och fastighetsbolagets kalkyl uppskattat elens värde. Stockholmshem uppskattade värdet idag till över 1,52kr/kWh istället för 1,02kr/kWh som är ett mer realistiskt värde baserat på data som presenteras ovan.

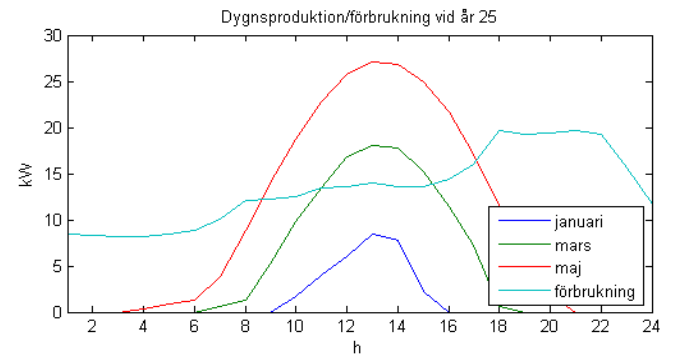
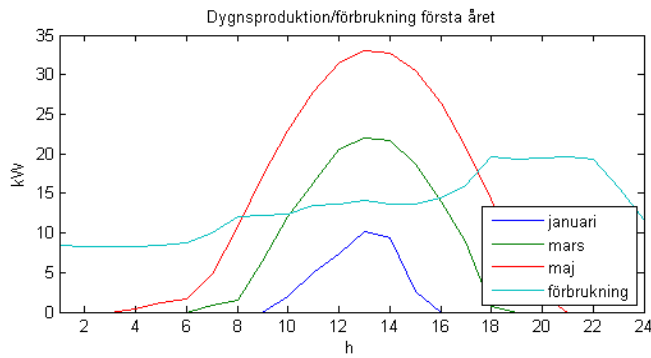
4.1.2 Granegården

Då de värden som presenterades tidigare matas in i kalkylen blir resultatet enligt Figur 13 nedan.

Input:		
'Takarea'	'240'	'kvm'
'Årsförbrukning'	'117000'	'kWh'
'Lutning'	'10'	'grader'
'Azimutvinkel'	'SV'	
'Investeringskostnad'	'600000'	'kr'
'Kalkylränta'	'5.00'	'%'
Produktion:		
'Första årets produktion'	'38096'	'kWh'
'Total produktion'	'861451'	'kWh'
'Totalt överskott'	'151483'	'kWh'
'Andel överskott'	'17.58'	'%'
Resultat:		
'Besparing'	'513643'	'kr'
'Försäljning'	'87652'	'kr'
'NPV'	'1295'	'kr'
'Internränta'	'5.02'	'%'
'Maxkostnad'	'601295'	'kr'

Figur 13: Output från kalkylprogrammet för fastigheten Granegården

Som kan ses här är produktion enligt kalkylen 38096 kWh första året, vilket motsvarar den uppskattning som Direct Energy gjorde innan installationen. Det kommer, enligt kalkylen, uppstå en viss överproduktion på 17,58% under dess livstid. Som man kan se i Figur 14 nedan uppstår denna överproduktion under stor del av året med en betydande överproduktion i såväl maj som i mars. Dock kan man se att detta överskott minskar med åren på grund av degraderingen av solcellernas verkningsgrad.



Figur 14: Produktion och förbrukning över dygnet en typisk maj, mars och januaridag för fastigheten Granegården.

Även i detta fall har bostadsrättsföreningen gjort en mer optimistisk uppskattning om den lönsamheten i anläggningen. Detta kan bero på att föreningen uppskattat att all produktion kommer att användas av fastigheten själv medan kalkylen uppskattar en överskottsproduktion på nästan en femtedel av den totala produktionen. Internräntan blir därför enbart 0,02 procentenheter över vad föreningen krävde för att göra investeringen. I brist av en konkret kalkyl från bostadsrättsföreningen kan tyvärr inte en djupare jämförelse med kalkylerna att göras i detta fall.

4.2 Partner A

Vid undersökning av Partner A's fastighet 1 blir resultatet enligt Figur 15 nedan.

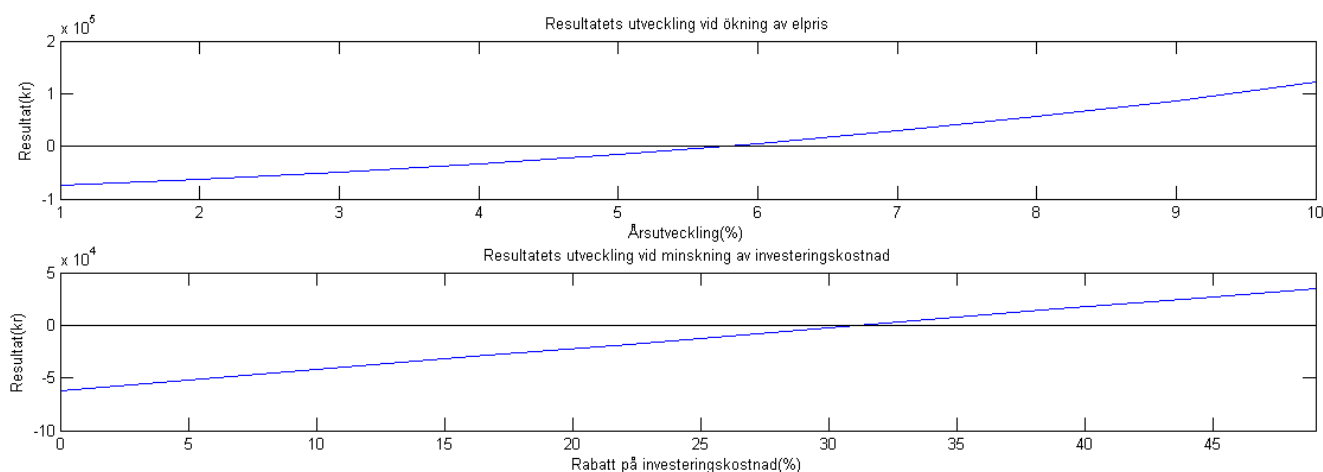
Input:		
'Takarea'	'55'	'kvm'
'Årsförbrukning'	'99000'	'kWh'
'Lutning'	'10'	'grader'
'Azimutvinkel'	'SO'	
'Investeringskostnad'	'198000'	'kr'
'Kalkylränta'	'5.00'	'%'
Produktion:		
'Första årets produktion'	'8449'	'kWh'
'Total produktion'	'191048'	'kWh'
'Totalt överskott'	'0'	'kWh'
'Andel överskott'	'0.00'	'%'
Resultat:		
'Besparing'	'139241'	'kr'
'Försäljning'	'0'	'kr'
'NPV'	'-58759'	'kr'
'Internränta'	'1.52'	'%'
'Maxkostnad'	'139241'	'kr'

Figur 15: Output från kalkylprogrammet för fastighet 1.

Som resultatet visar är denna installation inte lönsam även fast ingen överskottsproduktion uppstår. En anledning till detta är troligen att installationskostnaden var hög, vilket är en produkt av de förhållanden som byggnaden har utifrån dess kulturhistoriska värde och svårigheten med installationen. Installationen är även relativt liten vilket även det påverkar kostnaden per installerad toppeffekt som då blir högre. För att en investering på Fastighet 1 skulle vara lönsam krävs att antingen kostnaden för installationen minskar alternativt att intäkterna och/eller besparingen ökar. Hur detta påverkar resultatet visas i Figur 16 nedan. I det översta diagrammet kan man se hur lönsamheten förändras då utvecklingen av elens värde sker i olika takt. Om elens värde skulle öka med över 6% varje år så skulle denna investering bli lönsam.

Den nedre grafen visar hur investeringskostnaden påverkar lönsamheten. Som man kan se här skulle installationen bli lönsam om priset rabatterades över 32%. Om investeringsbidrag således hade beviljats skulle installationen blivit lönsam enligt kalkylen. Något som även kan observeras är att utvecklingen av elpriset påverkar

lönsamheten exponentiellt medan investeringsrabatten gör det linjärt. Detta beror på att utvecklingen av elens värde påverkas av värdet av året innan.



Figur 16: Utvecklingen av lönsamhet för fastighet 1 hos samarbetsparter A beroende på hur elprisets utveckling och investeringskostnaden

4.3 Typfastigheter

De tre exempelfastigheter som presenterades ovan används här för att se hur lönsamheten påverkas av solcellernas orientering, storleken på installationen, den egna förbrukningen och vilka effekter skattelättnaden skulle kunna ha.

4.3.1 Orientering

För att se hur lutning och azimuthvinkeln påverkar resultatet används typfastighet A utan överskottsproduktion med sitt tak i varierande lutning och azimuthvinkel. Som man kan se i Tabell 5 nedan har panelernas orientering en väsentlig påverkan på lönsamheten. Då panelerna är i optimal vinkel blir internräntan för installationen 8,10% medan den sämsta möjliga orientering ger enbart 2,97%. Om man ser på återbetalningstiden återbetalas investeringen i samtliga fall, men den diskonterade återbetalningstiden ger enbart ett resultat kortare än 25 år då internräntan överstiger 5%. Något man även kan observera är att effekten av azimuthvinkeln blir större med ökad lutning. Vilket väderstreck taket lutar åt blir alltså en större faktor ju brantare taket är.

Tabell 5: Lönsamheten för en anläggning på 500m² med olika lutning och azimutvinkel.

Lu. - Az.	Produkt.	Övers.	Andel	Besparing	Försälj	NPV	IRR	År	År (d)
30°- N	1196460	0	0,00%	872012	0	-189759	2,97%	18	999
30°- NV	1254353	0	0,00%	914206	0	-147565	3,44%	18	999
30°- NO	1254353	0	0,00%	914206	0	-147565	3,44%	18	999
20°- N	1350842	0	0,00%	984530	0	-77242	4,19%	16	999
20°- NO	1389437	0	0,00%	1012659	0	-49112	4,49%	16	999
20°- NV	1389437	0	0,00%	1012659	0	-49112	4,49%	16	999
10°- N	1485926	0	0,00%	1082983	0	21211	5,22%	15	25
10°- NV	1505224	0	0,00%	1097047	0	35276	5,36%	15	24
10°- NO	1505224	0	0,00%	1097047	0	35276	5,36%	15	24
30°- V	1563117	0	0,00%	1139241	0	77470	5,79%	14	22
30°- O	1563117	0	0,00%	1139241	0	77470	5,79%	14	22
20°- O	1601712	0	0,00%	1167371	0	105600	6,07%	14	22
20°- V	1601712	0	0,00%	1167371	0	105600	6,07%	14	22
10°- V	1621010	0	0,00%	1181436	0	119664	6,20%	14	21
10°- O	1621010	0	0,00%	1181436	0	119664	6,20%	14	21
0°	1640308	0	0,00%	1195500	0	133729	6,34%	14	21
10°- SV	1736796	0	0,00%	1265824	0	204053	7,03%	13	19
10°- SO	1736796	0	0,00%	1265824	0	204053	7,03%	13	19
10°- S	1756094	0	0,00%	1279889	0	218117	7,16%	13	18
20°- SO	1794690	0	0,00%	1308018	0	246247	7,43%	12	18
20°- SV	1794690	0	0,00%	1308018	0	246247	7,43%	12	18
20°- S	1833285	0	0,00%	1336147	0	274376	7,70%	12	17
30°- SV	1852583	0	0,00%	1350212	0	288441	7,84%	12	17
30°- SO	1852583	0	0,00%	1350212	0	288441	7,84%	12	17
30°- S	1891178	0	0,00%	1378342	0	316570	8,10%	12	16

Vid undersökningen om orienteringen kan man se att hur panelerna placeras har en betydande påverkan på hur lönsam installationen blir. Detta är beroende på den stora skillnaden i produktionen mellan bra och dåligt vinklade paneler. Hur man placerar panelerna är alltså väldigt viktigt för att skapa en så god lönsamhet som möjligt.

4.3.2 Investeringskostnad

De olika installationers storlekar påverkar priset per installerad kvadratmeter solceller. Stora anläggningar är, som presenterades i metoden ovan, billigare per kvadratmeter. Detta skapar förhållandet enligt Tabell 6 nedan.

Tabell 6: Lönsamheten beroende på storleken av installationen.

	Lu. - Az.	Produkt.	Övers.	Andel	Besparing	Försälj	NPV	IRR	År	År (d)
Stor (A)	30°- S	1891178	0	0,00%	1378342	0	316570	8,10%	12	16
Medel (B)	30°- S	756471	0	0,00%	551337	0	101178	7,36%	13	18
Liten (C)	30°- S	189118	0	0,00%	137834	0	-233	4,98%	15	999

Storleken och indirekt investeringskostnaden är, som resultatet visar, en viktig faktor för lönsamheten. Kostnaden per installerad kvadratmeter minskar med storleken av anläggningen. Små anläggningar blir således mindre lönsamma än större. Som resultatet visar är den lilla anläggningen inte lönsam även fast alla andra förhållanden är goda. I regel blir det således mer lönsamt ju större anläggning man väljer att installera.

4.3.3 Förbrukning

Förhållandet mellan produktion och förbrukning påverkar lönsamheten för installationen då värdet på den elen som säljs som överskott inte blir lika stort som för den el fastigheten förbrukar själv enligt de värden presenterades i metoden. Detta illustreras i Tabell 7 nedan.

Tabell 7: Lönsamheten beroende på förhållandet mellan förbrukning och produktion

	Lu. - Az.	Produkt.	Övers.	Andel	Besparing	Försälj	NPV	IRR	År	År (d)
75%	30°- S	1891178	1418423	75,00%	340075	526865	-194831	2,85%	18	999
50%	30°- S	1891178	945745	50,01%	681231	354550	-25990	4,73%	15	999
25%	30°- S	1891178	472696	24,99%	1024972	180536	143737	6,44%	13	20
0%	30°- S	1891178	0	0,00%	1378342	0	316570	8,10%	12	16

Effekten av en hög överskottsproduktion går tydligt att se och kan göra en investering olönsam. Förhållandet mellan produktion och förbrukning har, enligt resultatet ovan, en väsentlig påverkan på hur lönsamhetsbilden ser ut. Resultatet illustrerar hur den egna producerade elens värde påverkas av om den används eller går till försäljning. Det mest lönsamma för en fastighet är att installera en anläggning där all produktion kan användas av den egna fastigheten. Även ett litet överskott på 25% påverkar lönsamheten påtagligt.

4.3.4 Moms

Eftersom bostadsrättsföreningar enligt skatteregler måste betala moms påverkar det lönsamheten negativt då investeringen blir dyrare samt påverkas inte elcertifikat, såld överskotts- eller nätnyttan av momsen. Detta illustreras i Tabell 8 nedan.

Tabell 8: Lönsamheten beroende på förhållandet mellan förbrukning och produktion för en fastighet som ej får dra av moms.

Lu. - Az.	Produkt.	Övers.	Andel	Besparing	Försälj	NPV	IRR	År	År (d)
30°- S	1891178	1418423	75,00%	412449	526865	-387900	1,50%	21	999
30°- S	1891178	945631	50,00%	826235	354509	-146470	3,77%	17	999
30°- S	1891178	472696	24,99%	1242803	180536	96125	5,77%	14	23
30°- S	1891178	0	0,00%	1670507	0	343293	7,67%	12	17

Effekten blir att lönsamheten överlag blir sämre, men framförallt blir den betydligt sämre då överskottsproduktionen är hög. Man kan även se att nettonuvärdet då det inte är något överskott har ökat medan internräntan är lägre. Detta beror på en högre värde på kassaflödet in och ut. Kassaflödet ut ökar dock i större utsträckning än kassaflödet in vilket leder till en minskning av internräntan. Anledningen till det minskade kassaflödet är som nämnt att elcertifikaten och nätnyttan inte omfattas av den positiva effekten av momsen.

4.3.5 Skattelättnad

Skattelättnaden gäller, som beskrivs ovan, enbart bostadsrättsföreningar och således inte andra ägarformer av flerfamiljsfastigheter. Effekten som skattelättnaden har på dessa kan ses i Tabell 9 nedan där momsen även är medräknad likt ovan. Som man kan utläsa skulle skattelättnaden ha en betydande effekt på lönsamheten för fastigheter med en stor överskottsproduktion.

Tabell 9: Lönsamheten beroende på förhållandet mellan förbrukning och produktion för en fastighet som beviljats skattereduktion.

Lu. - Az.	Produkt.	Övers.	Andel	Besparing	Försälj	NPV	IRR	År	År (d)
30°- S	1891178	1418423	75,00%	412449	877200	-37567	4,69%	15	999
30°- S	1891178	945631	50,00%	826235	716150	215070	6,69%	14	20
30°- S	1891178	472696	24,99%	1242803	412737	328326	7,55%	13	18
30°- S	1891178	0	0,00%	1670507	0	343293	7,67%	12	17

Den möjliga skattelättnaden har, som resultatet visar, en positiv påverkan på de fall där fastigheten säljer sitt överskott. Eftersom skattelättnaden enbart gäller för ett överskott upp till 30 MWh minskar lönsamheten dock om överskottsproduktionen blir väldigt hög och överstiger 30MWh överskott per år. Det är något man kan se på exemplen med ett överskott på 50 % respektive 75 %.

4.4 Kundundersökning

I marknadsundersökningen svarade 685 respondenter. Av dessa var 22 svar ogiltiga på grund av att dessa enbart svarade på första frågan om boendeform men inte på resterande frågor och dessa frågor uteslöts således ur resultatdatan. I Tabell 10 nedan sammanfattas kort undersökningens frågor för att skapa en överskådlig bild inför presentationen av resultatet. Samtliga frågor finns i appendix F.

Tabell 10: Sammanfattning av kundundersökningens frågor.

Fråga	BRF, Villa/radhus & Annat	Hyresrätt
1	Hur är din generella attityd till solceller på din fastighet?	Hur är din generella attityd till solceller på din fastighet?
2	Efter hur lång tid bör investeringen i solcellerna vara återbetald för att du ska vilja investera i solceller?	På vilket sätt påverkar solceller på din fastighet hur mycket du är villig att betala i hyra?
3	Efter hur lång tid tror du att en investering i solceller är återbetald?	Hur tror du att solceller kommer påverka hyran?
4	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att investera i solceller?	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att investera i solceller?
5	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?
6	Utöver miljönytta och återbetalningstid, vad påverkar ditt val vid beslut att investera i solceller?	Utöver miljönytta och återbetalningstid, vad påverkar ditt val vid beslut att investera i solceller?

Nedan följer resultatet av undersökningen i Tabell 11 och Tabell 12. Frågorna presenteras sedan i kronologisk ordning där även faktorer som boendeform, ålder och kön på respondenterna presenteras för att se hur de olika grupperna har svarat. Även korrelationen mellan olika frågor presenteras och slutligen sammanfattas resultatet från den sista fria frågan.

Tabell 11: Samtliga svar på respektive fråga. Fråga 2 och 3 är dock enbart svaren från respondenter boende i bostadsrätt, villa/radhus eller annat.

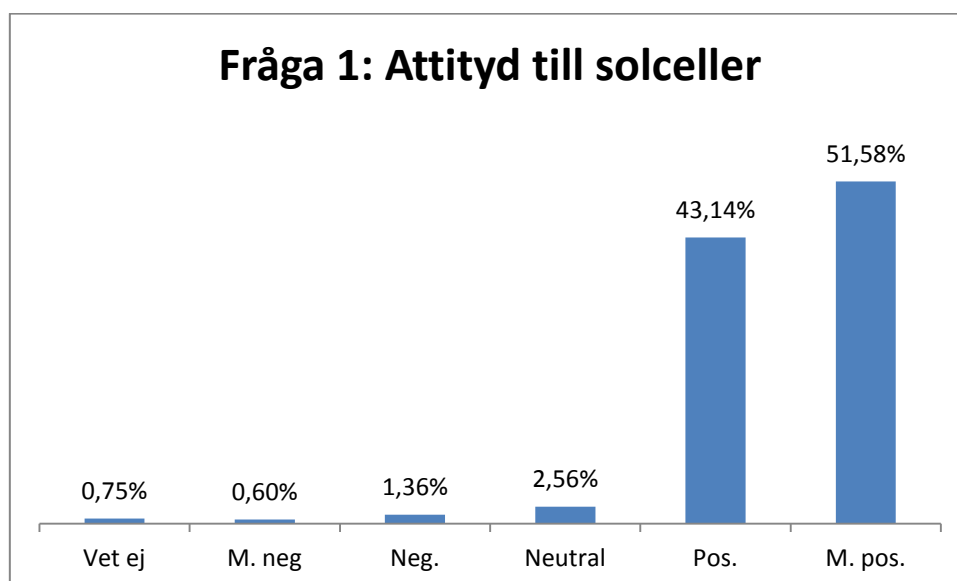
	Fråga 1	Fråga 2	Fråga 3	Fråga 4	Fråga 5
Vet ej	5	75	127	8	71
1	4	35	34	7	21
2	9	49	137	434	254
3	17	137	129	214	317
4	286	215	84	0	0
5	342	0	0	0	0
Summa	663	511	511	663	663
Medel	4,45	3,22	2,68	2,32	2,50
Stdav	0,67	0,94	0,91	0,49	0,57
Var.Koeff	15,2%	29,1%	34,0%	21,1%	22,7%

Tabell 12: Svar på fråga 2 och 3
från respondenter boende i hyresrätt

	Fråga 2	Fråga 3
Vet ej	12	34
1	33	69
2	83	34
3	24	15
Summa	152	152
Medel	1,94	1,54
Stdav	0,64	0,71
Var.Koeff	32,9%	46,2%

4.4.1 Fråga 1: Attityd till solceller

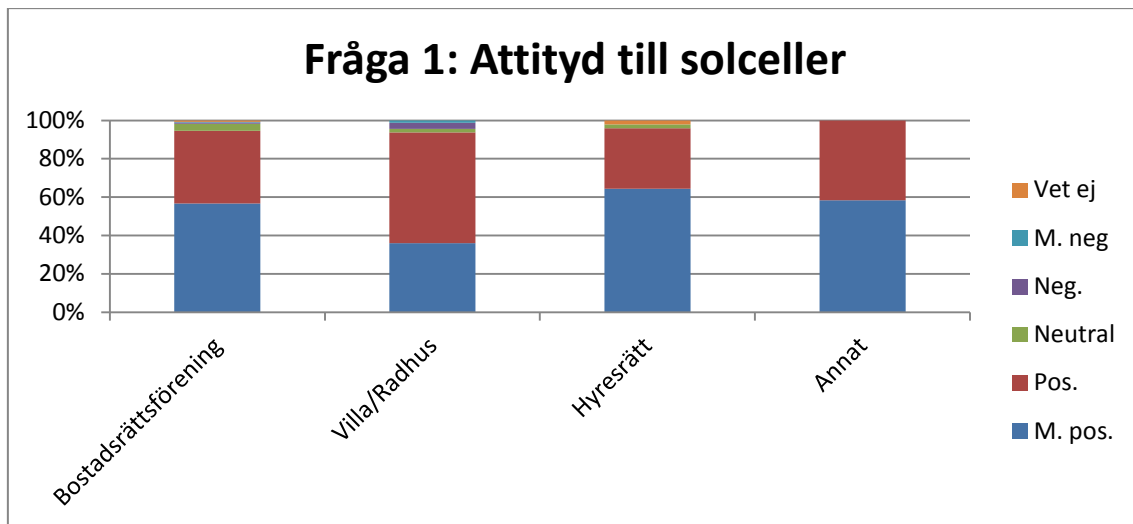
Första frågan, som omfattade respondentens attityd om solceller, presenteras i Tabell 11 ovan och illustreras i Figur 17 nedan. Som resultatet visar är inställningen till solceller i stor utsträckning positiv hos bolagets kunder. Över 94% av respondenterna var antingen positiva eller mycket positiva till att installera solceller på sin fastighet. Medelvärde ligger på 4,41 och variationskoefficienten är relativt låg vilket betyder att svaren varit enhetligt positiva.



Figur 17: Samtliga svar på första frågan.

Olika bostadsformers svar

Om man ser på de olika boendeformernas svar var för sig ser man, enligt Figur 18 nedan, att boende i villa/radhus, har en något mindre positiv inställning till solceller än respondenter i övriga boendeformer. Dock svarade respondenter i villa/radhus ändå positivt men svarade mycket positivt i mindre utsträckning.

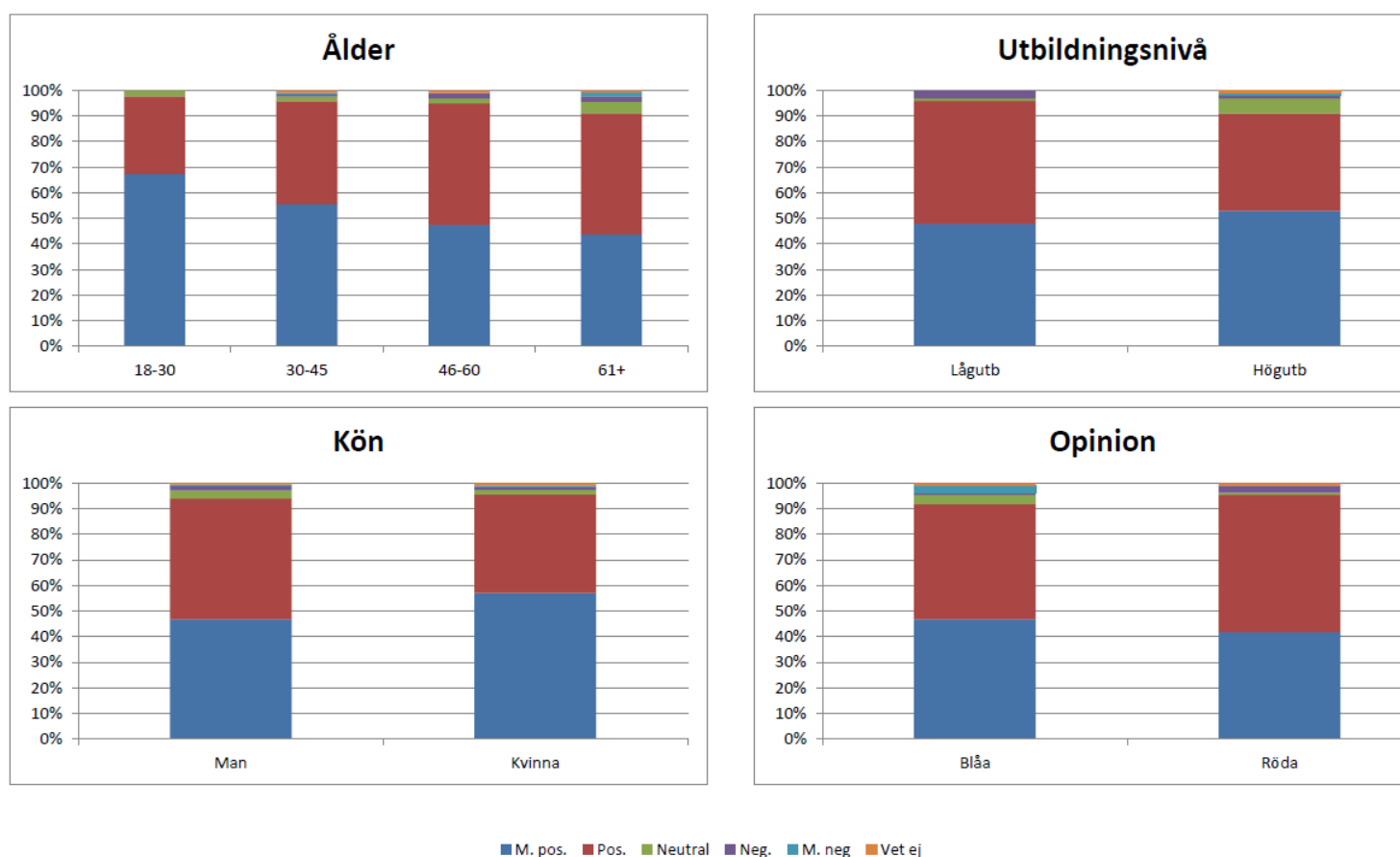


Figur 18: Summerade stapeldiagram som illustrerar förhållandet mellansvaren baserat på respondenternas boendeform

Svar baserade på andra faktorer

Svaren på första frågan har relaterats till fyra andra faktorer vilka illustreras i Figur 19. Dessa är ålder, kön samt utbildningsnivå och politisk opinion i området respondenterna bor. När man ser på ålder, så har yngre respondenter en generellt mer positiv inställning än äldre respondenter. Svaren från respondenter över 60 år är dock fortfarande relativt positiva med enbart 10% som inte har svarat positivt på frågan. Könet har även en viss påverkan på svaren, där kvinnor är något mer positiva än män. Båda könen är dock över lag positivt inställda och av männen är det enbart 5% som inte svarat positivt.

Resultaten baserade på utbildningsnivå och opinion är som nämnt bara baserat på området respondenten bor i. De representerar således inte enskilda respondenters åsikter eller utbildningsnivå. Det man kan se är att i områden där högutbildade bor är respondenterna generellt mer negativa än områden med lägre andel högutbildade. Detsamma ses på områdets politiska åsikter där områden med en hög andel av befolkningen röstar på moderaterna har en generellt mer negativ inställning till solceller. I överlag är resultatet dock genomgående positivt även här med enbart ett fåtal procent som inte har svarat positivt.



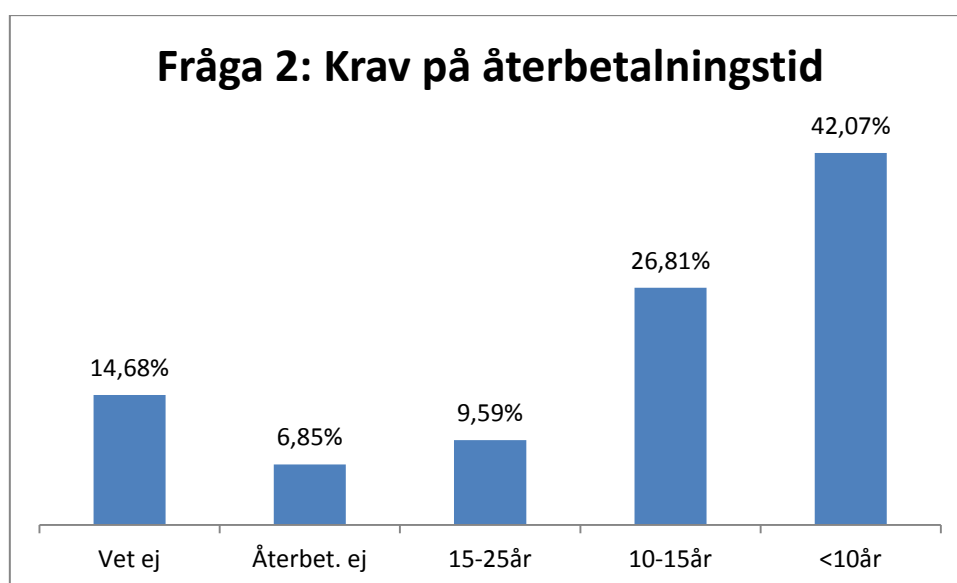
Figur 19: Andelshistogram som illustrerar förhållandet av respondenternas svar beroende på ålder, utbildning, kön och politisk åsikt

4.4.2 Fråga 2: Krav på lönsamhet

Eftersom denna fråga skiljer sig från beroende på boendeform presenteras resultaten här separat. Först presenteras resultaten från respondenter boende i bostadsrätt, villa/radhus samt annat och sedan svaren från de som bor i hyresrätt.

Krav på återbetalningstid

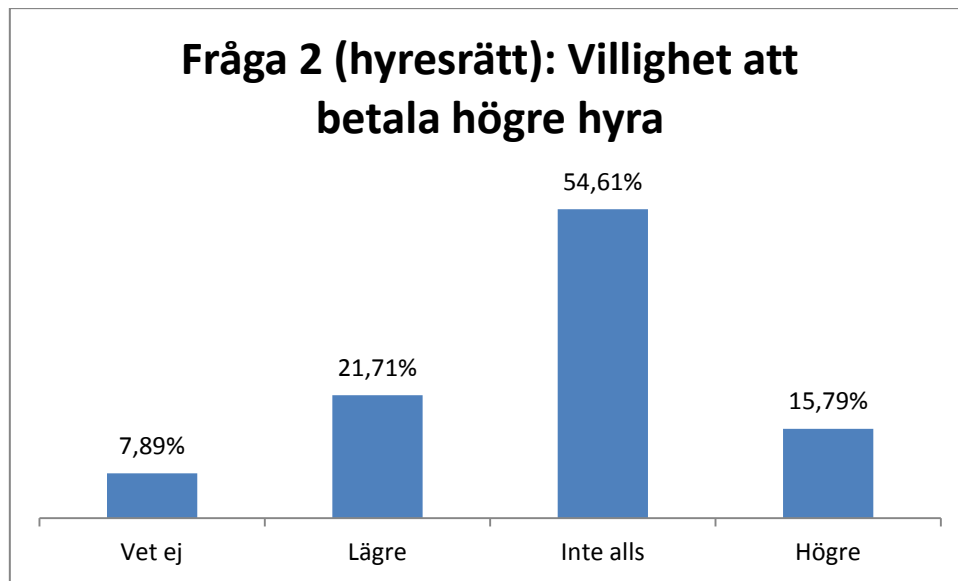
Svaren från respondenter i bostadsrätt, villa/radhus och annat presenteras i Figur 20 nedan. Som man kan se i histogrammet omfattas svaren en viss osäkerhet på 15% av respondenterna som svarade "vet ej". För resterande svar kräver över 81% av respondenterna att solcellerna återbetalar sig själva efter senast 25 år. Motsvarande kan 7% tänka sig att installera utan att solcellerna helt återbetalas. Övervägande andel, över 42%, kräver även att återbetalningstiden ska vara kortare än 10 år för att vara villiga att investera i solceller. Medelvärde blir således relativt högt och landar på 3,22 (av 1-4) med variationskoefficienten 29,1% vilket innebär mer spridda svar men ett genomgående högt krav på en kort återbetalningstid.



Figur 20: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i bostadsrätt, villa/radhus samt annat.

Villighet att betala högre hyra

Svaren från respondenter i hyresrätt presenteras i Figur 21 nedan. Som visas i histogrammet finns även här en viss osäkerhet i samma omfattning som för övriga bostadstyper. En övervägande andel av respondenterna, närmare 76%, vill ha en oförändrad eller lägre hyra om fastigheten skulle installera solceller. Enbart 16% av respondenterna var villiga att betala en högre hyra för att hyresvärden skulle installera solceller på fastigheten. Medelvärde blev 1,94 (av 1-3) där variationskoefficienten 32,9% vilket återspeglar ovilligheten av att betala en högre hyra hos respondenterna.



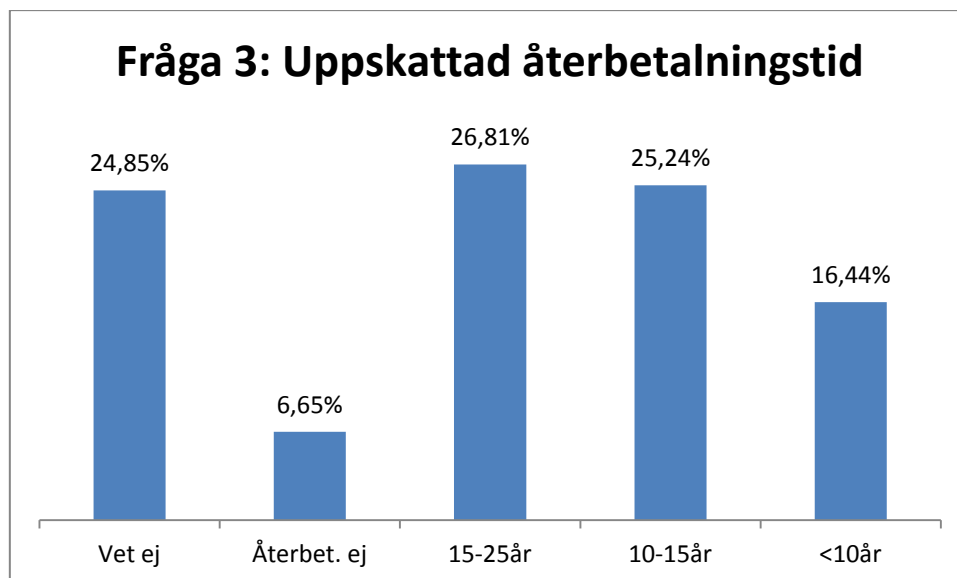
Figur 21: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i hyresrätt.

4.4.3 Fråga 3: Uppskattad lönsamhet

Eftersom denna fråga, likt föregående, skiljer sig från beroende på boendeform presenteras resultaten här separat. Först presenteras resultaten från respondenter boende i bostadsrätt, villa/radhus samt annat och sedan svaren från de som bor i hyresrätt.

Uppskattad återbetalningstid

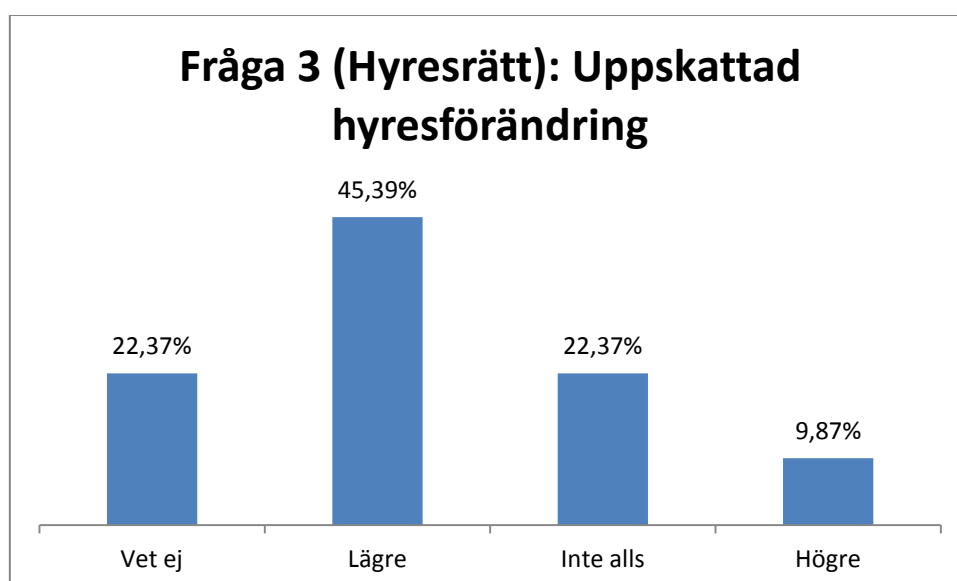
Svaren från frågan om vad respondenterna tror om återbetalningstiden är från respondenter i bostadsrätt, villa/radhus och annat presenteras i Figur 22 nedan. Som man kan se i histogrammet omfattas svaren en större osäkerhet på 25% av respondenterna som svarade "vet ej". Tron om att återbetalningstiden är kortare än livslängden är stor, över 68% av respondenterna tror att återbetalningstiden är kortare än 25 år. 16% av respondenterna trodde att återbetalningstiden är kortare än 10 år, detta kan jämföras med föregående fråga där 42% krävde en återbetalningstid på mindre än 10 år för att vilja investera i solceller. Medelvärde är 2,68, standardavvikelsen är 0,91 och variationskoefficienten 34% vilket även är lägre än föregående fråga men med en något högre variationskoefficient.



Figur 22: Samtliga svar på fråga 3 från respondenter boende i bostadsrätt, villa/radhus samt annat.

Uppskattad hyresförändring

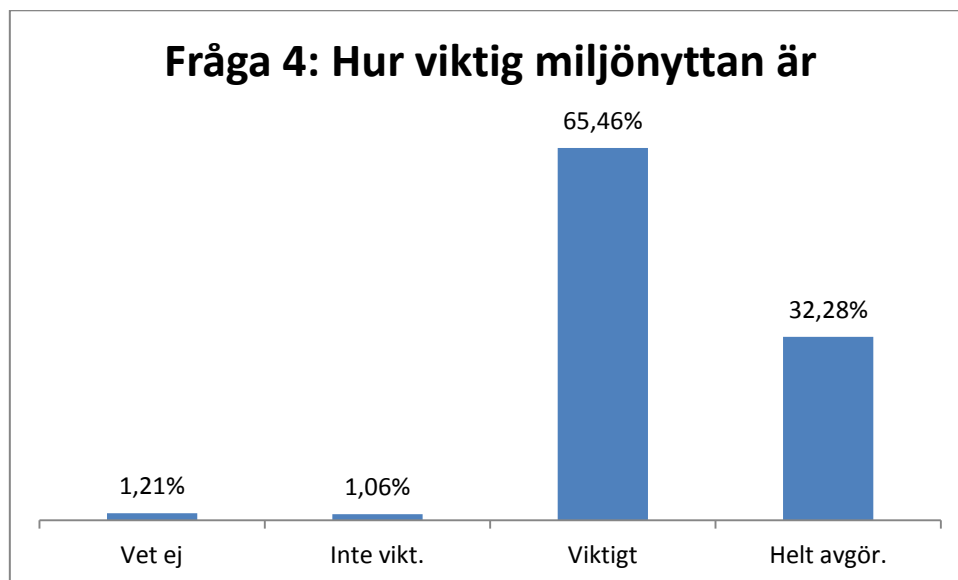
Svaren om hur en installation av solceller kommer påverka hyran från respondenter i hyresrätt presenteras i Figur 23 nedan. Som visas i histogrammet finns även här en viss osäkerhet i samma omfattning som för övriga bostadstyper med 22% av respondenterna som svarade "vet ej". Likt andra bostadsformer anser en stor del av respondenterna att installationen kommer ha en god ekonomisk förutsättning. Enbart 10% tror att hyran kommer bli högre om fastigheten installerar solceller. Medelvärde landade på 1,54, standardavvikelsen 1,54 och variationskoefficienten 46,2% vilket är lägre värden än föregående fråga men en större spridning av svaren.



Figur 23: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i hyresrätt

4.4.4 Fråga 4: Hur viktig miljönyttan är

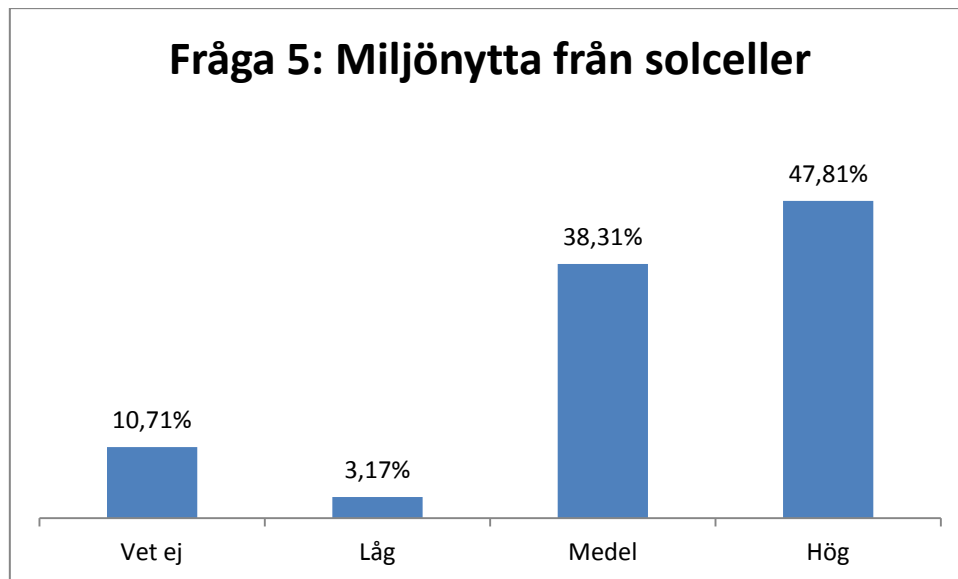
Fråga 4, som omfattade frågan om hur viktig respondenterna tycker miljönyttan är i valet om att installera solceller, svarade respondenterna enligt Figur 24 nedan. En övervägande majoritet av respondenterna ansåg att miljönyttan var viktig, enbart 1% ansåg att den inte var viktig. Som mest svarade respondenterna att frågan var viktig med en andel på 65%. Medelvärde slutade på 2,68(1-3), standardavvikelsen blev 0,49 och variationskoefficienten 21,1% vilket återspeglar den positiva svarsbilden.



Figur 24: Samtliga svar på fråga 4.

4.4.5 Fråga 5: Miljönyttan från solceller

På fråga 5, som omfattade frågan om hur mycket miljönytta respondenterna ansåg att solceller ger i förhållande till andra förnyelsebara energislag, svarade respondenterna enligt Figur 25 nedan. Svaren representerades av en större osäkerhet än den föregående frågan, med en svarsfrekvens på 11% med svaret "vet ej". Nästan hälften av respondenterna, närmare 48%, svarade att solcellerna ger en hög miljönytta i jämförelse med andra förnyelsebara energikällor. Medelvärde slutade på 2,50(av 1-3), med en standardavvikelse på 0,57 och variationskoefficienten 22,7% vilket återspeglar att respondenterna tycker att solceller ger en god miljönytta.



Figur 25: Samtliga svar på fråga 5.

4.4.6 Korrelation

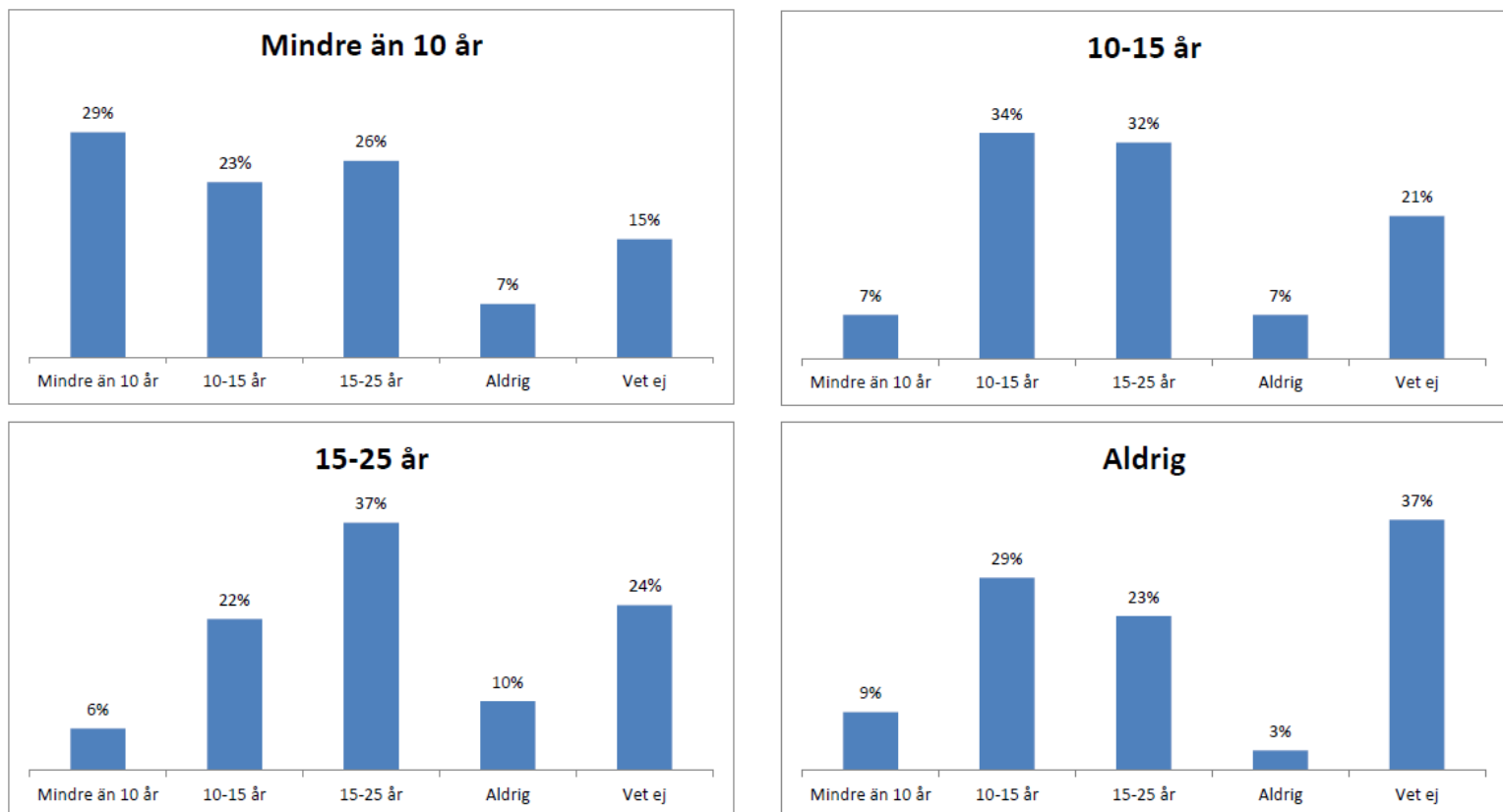
Korrelationen mellan frågornas svar kan ses i Tabell 13 nedan. Starkast korrelation är mellan fråga 1 och fråga 4 samt fråga 5. Korrelationen är svagt positiv, vilket innebär att de som hade en positiv inställning till att installera solceller också ansåg att miljönyttan var viktig i valet om att installera solceller. De ansåg dessutom att solceller gav en hög miljönytta i större utsträckning. Det finns även en svagare korrelation mellan fråga 5 och fråga 3 samt fråga 4. De som svarade att solceller gav en hög miljönytta även trodde att solceller hade en kortare återbetalningstid och mindre påverkan på hyran än de som ansåg att miljönyttan var låg. Dessutom ansåg de även att miljönyttan var viktig i valet om att installera solceller.

Tabell 13: Korrelationen mellan samtliga respondents svar på respektive fråga.

	Fråga 1	Fråga 2	Fråga 3	Fråga 4	Fråga 5
Fråga 1	1,00				
Fråga 2	-0,07	1,00			
Fråga 3	0,13	-0,07	1,00		
Fråga 4	0,35	-0,12	0,00	1,00	
Fråga 5	0,30	0,09	0,25	0,19	1,00

Visualisering av förhållandet mellan fråga 2 och fråga 3, alltså om kravet på återbetalningstid och vad respondenten tror återbetalningen är, ses nedan i Figur 26. Korrelationen mellan dessa två frågor är enbart -0,07 vilket innebär att de inte har en klar korrelation. Dock kan det vara intressant att se hur de respondenter som har olika krav på återbetalningstiden tror att återbetalningstiden är. I histogrammen kan man bland annat se att 30% av de som vill ha en återbetalningstid kortare än 10 år också tror att återbetalningstiden är så kort. Om man ser på de respondenter som kräver att återbetalningstiden är max 25 år svarar dock över 65% att de tror att återbetalningstiden

är så kort, eller kortare. Dock omfattas svaren av en stor osäkerhet med många respondenter som svarat "vet ej".



Figur 26: Svaret på fråga 3 baserat på hur respondenten svarat på fråga 2.

4.4.7 Övriga faktorer

Sista frågan i enkäten som frågade allmänt vilka andra faktorer, förutom lönsamhet och miljönyttan respondenten tyckte var viktiga. Svaren omfattades främst driftsäkerhet, enkelhet, statliga bidrag, estetik och tillverkningen men även andra aspekter. Nedan i Tabell 14 presenteras de svar som var mest representerade för denna fråga.

Tabell 14: Presentation av svar på fråga 6, vilket var en fritextfråga.

Svar	Beskrivning	Antal	Exempel
Driftsäkert och enkelt	Viktigt för många respondenter var att anläggningen var funktionssäker och att produktionen fungerade felfritt.	53 st (varav 20 st brf, 24 st villa/radhus, 7 st hyresrätt, 2 st annat)	<i>"Det måste förstås fungera bra, dvs kunna ge kontinuerlig el utan alltför mycket tekniska problem"</i> <i>" Den kortsiktiga kostnaden jämfört med risk och driftsäkerhet, med risk menar jag att det faktiskt inte återbetalar sig pga brister och defekter."</i>
Estetik	En annan viktig aspekt för många respondenter var utseendet på panelerna och att de inte skulle förstöra estetiken av dennes fastighet.	45 st (varav 17 st brf, 25 st villa/radhus, 2 st hyresrätt, 1 st annat)	<i>" Man måste nog vänja sig vid hur det ser ut, stör ögat lite men det är ju av underordnad betydelse om man tänker på miljön."</i> <i>" Har ett hus från 1902 och kan inte förvandla det till rymdstation."</i>
Överskott och bidrag	En del respondenter nämnde att det måste gå, på ett enkelt sätt, att sälja sin överskottsenergi. Det är något som inte anses finnas idag.	6 st (varav 5 st villa/radhus, 1 st annat)	<i>"Möjligheten att på ett enkelt sätt få ersättning för den överskottsenergi som den egna solcellsanläggningen genererar. Jag är inte beredd att investera i solceller för att sedan låta överskottsenergin gå till kraftbolagen, helt utan ersättning. Det system som finns i dag är onödigt krångligt och gynnar inte den enskilde."</i>
Okunskap	Vissa respondenter ansåg att det finns en informationsbrist om regelverk och hur man går tillväga för att skaffa solceller.	14 st (varav 8 st brf, 6 st villa/radhus)	<i>" Vi vill gärna ha solceller på våra tak men vet varken vart vi ska vända oss eller om det ens är möjligt. Dessutom borde staten bidra till detta för att uppmuntra."</i>
Tillverkning	Ett antal respondenter nämnde att tillverkningsprocessen och att man ofta inte tar hänsyn till den när man ser till miljönyttan i solceller.	8st (varav 5st brf, 3st hyresrätt)	<i>"Klimatpåverkan, många tittar bara på huruvida energikällan är förnybar utan att titta på kostnaderna (ekonomiska och miljömässiga) för att tillvarata energin. Man tror att det är gratis att ta tillvara solenergin och reflekterar inte över sådana saker som livscykelkostnader i form av utsläpp av växthusgaser och liknande. Nu kommer jag inte ihåg hur solenergi låg till i den typen av mätningar, men generellt brukar kärnkraft rankas bäst om man ser till klimatpåverkan över livscykeln."</i>
Övrigt	Det finns även en del svar som endast förekommer i en mindre utsträckning. Dessa omfattar svar som jämförelse med vindkraft och dess miljöpåverkan, att de vill minska elbolagens makt, att bidra till forskning och att det kan öka medvetenheten för förnybar elproduktion.	1-5 st	<i>"Att man minskar användningen av mer "störande" energislag - t ex vindkraft m.fl."</i> <i>"Decentralisering av makt från större företag till förmån för elkonsumenterna"</i> <i>" Investeringen hoppas jag ska generera mer satsningar till vidare forskning inom förnybara energikällor."</i> <i>"Jag tror det är pedagogiskt bra med solceller på hyreshus, för att öka medvetenheten kring miljö och närproduktion i allmänhet. Fler kanske kan tänka sig att välja grön el när det inte blir ett så abstrakt begrepp, utan väldigt konkret och nära dig själv."</i>

5 Diskussion

Det resultat som presenterats ovan kommer här att sättas i kontext till arbetets frågeställningar och diskuteras utifrån dem. Här presenteras även mer fördjupade reflektioner om resultatet och vad som kan vara orsaken till hur det ser ut.

5.1 Lönsamheten

I denna del diskuteras resultatet med utgångspunkt från den första om hur lönsamma installationer kan vara idag och andra frågeställningen om vilka faktorer som påverkar lönsamheten för en viss installation.

5.1.1 Befintliga installationer

Vid undersökningen av befintliga installationer för att se om resultatet från dessas kalkyler motsvarade kalkylerna baserade på data i det här arbetet ser man som nämnt att dessas uppskattningar var mer optimistiska än vad lönsamhetskalkylen kommer fram till. Jämförelsen mellan aktörernas och detta arbetes kalkyler visar att mer försiktighet bör ha tagits då aktörerna uppskattade lönsamheten av installationerna på sina fastigheter. Varför de blir bättre rent kalkylmässigt är att de, som nämns i resultatet, har överskattat det inkommande kassaflödet från investeringen. Varför man har valt att räkna så optimistiskt kan vara intressant att spekulera i. Då det är miljöintresserade individer som drivit båda projekten som presenteras i förstudien kan det helt enkelt vara så att man avsiktligt gjort en optimistisk kalkyl för att bli beviljade medel för investeringen. En annan faktor kan vara att elpriset var högt vid tidpunkten då kalkylen gjordes och att man uppskattade att det skulle stiga ytterligare.

Den uppskattade lönsamheten av en viss installation är alltså beroende på hur man uppskattar olika faktorer och hur de kommer utvecklas. Det är även något man kan se om man ser till fallet med samarbetspartner A där lönsamheten beräknades utifrån denna studies parametrar. Det som var intressant i detta fall var att man kan se hur elens värde skulle behöva utvecklas för att investeringen skulle vara lönsam. Elens värde skulle enligt kalkylen behöva utvecklas kraftigt för att den skulle bli lönsam. Om man dock fått ett investeringsbidrag på 35% hade installationen blivit lönsam. Detta visar att vissa dyrare installationer fortfarande skulle behöva ett investeringsbidrag för att bli aktuella att investera i även fast priserna sjunkit.

5.1.2 Typfastigheter

Det finns en mängd faktorer som påverkar lönsamheten av en viss installation. I denna studie har vissa faktorer valts att analyseras varav andra räknats som konstanta enligt metoden ovan. Det man kan se i resultatet är ett flertal faktorer som måste tas i beaktning vid en installation då de har en väsentlig påverkan på hur lönsamheten ser ut. Som resultatet visar har varje enskild faktor en betydande påverkan på resultatet, även fast alla andra förhållanden är så goda de kan bli. I praktiken är förmodligen ingen faktor helt optimal, för en viss installation visar dock resultatet att samtliga faktorer bör ligga relativt nära optimala förhållanden för att installationen ska vara lönsam. För

bostadsrätter och villaägare kommer dock förhållandet mellan produktion och förbrukning inte vara lika relevant om den förslagna skattelättnaden introduceras. Skattelättnaden i sig är dock en osäkerhet, även fast den introduceras vet man inte hur länge den kommer fortgå. För en ansvarsfull kalkyl idag bör inte skattelättnaden vara en faktor, och om man räknar med den bör man inte räkna med fullt bidrag under hela dess livstid.

Sammanfattningsvis kan man säga att solceller är lönsamma, enligt kalkylen som använts i detta arbete, om alla faktorer är nära sitt optimum. Utvecklingen av elens värde är dock väldigt svår att veta exakt då det är många olika faktorer att ta hänsyn till. I denna uppsats antas elens värde att växa med en konstant takt men i verkligheten omfattas den av en mängd variabler av en stor osäkerhet. I kalkylen ovan förväntas den ekonomiska livslängden vara 25 år och under en så pass lång tid kan en mycket hända. Faktorer som omvandlingar på elmarknadens utformning, nya tekniker och en annan energipolitik är enbart några exempel av vad som kommer att påverka elens utveckling i framtiden. En installation som installeras idag beräknas vara i bruk fram till 2029 vilket är långt efter Europaunionens nuvarande mål. Nya politiska mål kan således påverka utvecklingen och då förhoppningsvis till det bättre med nya incitament och styrmedel.

5.2 Kundundersökning

I denna del diskuteras resultatet med utgångspunkt från den tredje frågeställningen om GodEls kunders syn på solceller och dess lönsamhet.

5.2.1 Attityd

Resultatet visar en övervägande positiv inställning till installera solceller hos bolagets kunder. Något som möjligtvis kan bero på GodEls starka miljöimage. Kunder som väljer GodEl har därför troligtvis ett större miljöintresse än kunder av andra elhandelsbolag. Urvalsgruppen bor enbart i Stockholmsregionen och som man kan se i Sifo-undersökningen är miljöintresset även större i storstäderna än på landsbygden.

Det finns en del interna skillnader beroende på hur respondenterna bor, var de bor, vilket kön och ålder de har. De som bor i villa eller radhus har den minst positiva inställningen till solceller och vad detta beror på kan vara svårt att säga. En anledning skulle kunna vara att de känner att de har en annan relation till sin fastighet och känner ett större ansvar för fastighetens utseende. Som man kan se i svaren av den avslutande öppna frågan anser 25 av respondenterna i villa/radhus att just estetiken var en viktig aspekt.

Även åldern visade sig ha en påverkan på hur positiv respondenten var till solceller. Varför det ter sig så är svårt att säga, det skulle möjligtvis kunna vara att yngre personer har en större tilltro till ny teknik och är mer intresserade av miljövänliga lösningar. Detsamma kan man se relationen mellan kön och inställning till solceller. Här står kvinnor som svarat på enkäten för en mer positiv inställning än män, vilket även det går i linje med Sifo-undersökningen. Något som går emot resultatet i denna undersökning är

att äldre respondenter hade en mindre positiv inställning och att områden med högutbildade hade mindre positiv inställning till solceller på sin fastighet. Eftersom det inte går att säga om respondenten faktiskt är högutbildad minskar dock relevansen för det resultatet.

5.2.2 Återbetalningstid och hyra

Även fast respondenterna har en i över lag positiv attityd till att installera solceller på sin fastighet kräver de även att investeringen ska återbetalas under dess livstid. Det har inte tidigare gjorts en liknande undersökning vilket gör det svårt att jämföra med en referensgrupp i detta fall, men på grund av respondenternas annars positiva attityd till solceller är det rimligt att anta att Sveriges befolkning över lag har ännu högre krav på återbetalningstiden.

Respondenternas uppfattning om den faktiska återbetalningstiden omfattas av en stor andel av svaret "vet ej". Frågan är hur de tror återbetalningstiden är, vilket ger respondenten möjligheten att fritt spekulera. De som således svarar "vet ej" har därför förmodligen ingen som helst uppfattning om hur återbetalningstiden kan tänkas se ut. Det man dock kan se är att svarsfrekvensen för de som svarat "vet ej" ökar ju högre återbetalningstid respondenten är villig att ta för att installera solceller. Som man kan se i korrelationen mellan de olika frågorna finns det inget samband mellan hur de svarade på de olika frågorna. Även fast det inte finns en utmärkande korrelation kan man dock se att de respondenterna har en förmåga av att svara samma återbetalningstid på båda frågorna. Alltså tror dessa att återbetalningstiden är densamma som de kräver ett den ska vara för att installera solceller. Generellt är det även många respondenter som anser att återbetalningstiden är kortare än vad de kräver för att vilja investera i solceller. Det finns alltså en majoritet av respondenterna som skulle installera solceller om förhållandet ser ut som de tror att det gör. Om man jämför detta resultat med sekundärdatan från united minds ser man en betydligt mer positiv inställning till att installera solceller i förhållande till den svenska populationen i sin helhet.

Om man ser på svaren från respondenter boende i hyresrätt tror enbart ett fåtal att hyran skulle bli högre om fastigheten skaffade solceller. Dock är det ännu färre som är villiga att betala en högre hyra för att installera solceller. En högre hyra skulle innebära att fastighetsägare installerade solceller som inte är lönsamma, vilket kan jämföras med svaret "återbetalas aldrig" från respondenter i övriga boendeformer som omfattas av en lägre svarsfrekvens på båda frågorna. Man kan tyda detta som att respondenter i hyresrätt har en sämre tro på solceller och en lägre villighet att stödja en icke lönsam installation. Det som även är intressant i detta fall är att en övervägande del av respondenterna i hyresrätt tror att hyran skulle bli lägre, vilket innebär att installationen skulle vara så lönsam att fastighetsägaren skulle sänka hyran.

5.2.3 Miljönytta

Resultatet från fråga 4 återspeglar i mångt och mycket resultatet i första frågan, men frågar mer specifikt hur viktig just miljönyttan är vid valet att installera solceller. Något

man även kan se på korrelationen mellan dessa frågor som är högst av alla korrelationer i undersökningen. Som resultatet visar är det en övervägande majoritet som tycker att den är viktig eller helt avgörande. Om man vidare ser på hur mycket miljönytta respondenterna anser att solcellerna ger är denna även generellt hög och en övervägande andel anser att solceller ger lika mycket, eller mer miljönytta än andra miljövänliga energikällor. Enbart ett fåtal respondenter ansåg att solceller var ett sämre alternativ än andra miljövänliga energikällor. Även denna fråga återspeglar den positiva bild som man kan se i fråga 1 med en något svagare men i förhållandevis stark korrelation i jämförelse med övriga frågor. Således anser respondenterna i överlag att miljönyttan är viktig och att solceller ger en god miljönytta. Det finns dock dem som anser att tillverkningsprocessen inte är bra, vilket man kan se på svaren i den fria textfrågan i slutet.

5.2.4 Övriga åsikter

Under den sista, fria textfrågan, där respondenten får nämna faktorer de finner viktiga utöver miljönytta och lönsamhet vid valet att installera solceller var svarsfrekvensen förvånansvärt stor. Där ser man att många respondenter främst tycker driftsäkerhet och enkelhet samt estetik är viktigt. Driftsäkerheten och enkelheten är viktig för samtliga respondenter då de önskar att installationen ska fungera utan att kräva allt för mycket skötsel samt ha en säker produktion. Att så pass många respondenter skriver om just detta kan bero på att det finns en okunskap om hur solceller fungerar alternativt att de har hört om exempel där det inte har fungerat som de önskar. Estetiken nämns i nästan samma utsträckning av respondenterna men där i en större utsträckning av villaägare. Detta kan bero på, som även nämnt ovan, att de känner ett större ansvar för fastighetens utseende då de äger den själva.

Det finns även en uppfattning om att det är svårt att installera solceller, speciellt är det en oklarhet med regler och hur man går tillväga för att söka olika tillstånd som respondenterna nämner. Det kan bero på en informationsbrist från myndigheter vilket i värsta fall skulle kunna minska installationstakten, något som skulle vara beklagligt. Missnöjet med hur elmarknaden fungerar återspeglas även i några respondenters svar om hur de kan tänka sig installera solceller för att ge en mindre makt till stora elbolag. Även hur eventuellt överskott ska hanteras är en fråga som nämns och det är en fråga som förhoppningsvis kommer få ett svar om den nya skattelättnaden introduceras. Just brist på enkelhet är även något man kan se i sekundärdatan från united minds där en stor del av de som inte kan tänka sig investera i solceller ansåg att just krångel var en avgörande faktor.

Intressant är även att några respondenter är negativt inställda till vindkraftens påverkan på den lokala miljön och som anser att solceller skulle vara ett bättre alternativ till vindsnurror.

5.3 Relationen mellan kalkyl och kundundersökning

Om man jämför resultatet i kalkylen med respondenternas svar angående återbetalningsiden ser vi att respondenterna generellt har en ganska realistisk bild av hur lönsamma solceller skulle kunna vara under rimliga förhållanden. Över hälften av respondenterna svarade att återbetalningstiden är 10-25, vilket man även kan se i kalkylen på de anläggningar som är lönsamma. Även fast det var relativt få som svarade att de hade en återbetalningstid under 10 år var det betydligt fler som krävde en återbetalningstid under 10 år. Det är dock en lika stor andel som kan tänka sig en återbetalningstid som stäcker sig mellan 10 och 25 år vilket, enligt kalkylen, är rimlig för ett system under goda förhållanden. Dessa bostadsägare bör således undersöka om deras fastigheter uppfyller dessa förhållanden för att se om de ligger inom ramarna för dessa respondenters krav.

Just osäkerheten och informationsbrist, som många kunder nämner i den sista frågan, kan anses befogad. Det finns en större osäkerhet i lönsamhetens utveckling då många faktorer utveckling är svåra att uppskatta. Kalkylen är baserad på uppskattningar från den data som finns att tillgå idag och är således nära en så god uppskattning som man kan göra i dagsläget. Risken med utvecklingen av dessa faktorer kvarstår dock och är svår att komma ifrån utan vetskap om händelser i framtiden. Risken innebär dock att lönsamheten även kan bli bättre än vad som uppskattas i detta arbetes kalkyler.

5.4 Råd till GodEl

GodEl är, och strävar efter, att bibehålla sin framstående position som marknadsledande inom försäljningen av förnybar el. Utifrån resultaten kan man se att det finns ett stort intresse för solceller bland bolagets kunder. Dessutom visar kalkylen att installationer skulle kunna vara lönsamma under rätt förhållanden idag. Detta betyder alltså att det skulle vara intressant för GodEl att göra någon slags satsning även på solel. Frågan är dock hur denna satsning skulle tänkas se ut. Här följer några förslag på hur bolaget skulle kunna satsa.

De lösningar som Vattenfall och Telge Energi erbjuder idag är solcellsinstallationer i samarbete med erkända installationsbolag som NAPS och Direct Energi. En lösning för GodEl skulle kunna vara att göra en liknande lösning med ett installationsbolag. På detta sätt behöver bolaget inte själva engagera sig djupt i frågor om installationen i sig utan enbart hjälpa sina kunder genom att erbjuda förmånliga paket från sin samarbetspartner. Vattenfall och Telge Energi har exempelvis gjort detta på två skilda sätt. Vattenfall erbjuder sina kunder en lägre installationskostnad medan Telge Energi ger sina kunder förmånliga avtal för försäljning av sin överskottsproduktion. GodEl skulle således kunna använda sig av någon av dessa former för sina kunder, alternativt en kombination.

GodEl skulle även kunna hjälpa dess kunder med att köpa dessas elcertifikat och ursprungsgarantier. Detta skulle förenkla för kunden som då själv inte behöver administrera detta vilket skulle kunna minska tröskeln för att vilja installera solceller då

dessas uppfattas som krångliga att administrera. Något som man kan se av de fria svaren i enkätundersökningen.

En annan lösning för bolaget skulle kunna vara att agera oberoende rådgivare för sina kunder. Detta skulle kunna vara rådgivning så som att se på de förutsättningarna som finns hos den enskilda kunden för en lönsam installation. Detta skulle göra att bolaget gör en oberoende bedömning av en potentiell installation och inte är beroende av en enskild installatör som samarbetspartner. Det kan vara rådgivning som går så långt som att hjälpa till med upphandlingar och projektering av installation. Således förenklar man hela processen för kunden i fråga. För att kunna erbjuda denna tjänst måste dock bolaget anställa någon som utför den alternativt anlita en konsult eller bolag som sköter denna del. Om det är en kostnad bolaget är villig att ta är upp GodEls ledning.

En enkel, och billig lösning, skulle kunna vara att skapa en enkel automatiserad rådgivningstjänst på nätet vilket hjälper kunder i med de mest förekommande frågorna om solceller och utbildar kunderna om hur man går tillväga för få en så lönsam installation som möjligt. Det skulle kunna kompletteras med en enklare kalkyllösning som baseras på parametrarna i lönsamhetskalkylen ovan. Genom denna rådgivning kan även bolaget hålla kunder uppdaterade om hur utvecklingen av elens värde ser ut och vilka faktorer som kan tänkas påverka densamma i den nära framtiden.

6 Sammanfattande slutsatser

Slutsatserna som kan dras av den första studien är att solcellsanläggningar på flerfamiljshus i Stockholmsregionen kan vara lönsamma under rätt förhållanden. De faktorer som bör vara gynnsamma för att en installation ska vara lönsam är installationens lutning och azimutvinkel, hur fastighetens förbrukning ser ut, hur stor och kostsam installationen är, om fastighetens ägare betalar mervärdesskatt samt om fastigheten har rätt till skattelättnad på överskottsproduktionen.

Studien om hur GodEls kunder ser på solceller på sin egna fastighet visar en övervägande positiv inställning. Dock har kunderna generellt ett högt krav på återbetalningstiden, men många kunder kan även tänka sig en längre återbetalningstid motsvarande den som kan ses i den första studien. Detta innebär att de kunder som är bosatta i fastigheter med gynnsamma förhållanden enligt lönsamhetsstudien skulle kunna installera solceller idag.

Råden till GodEl, som är ett elhandelsbolag, är att främst stötta sina kunder i frågor om solcellsinstallationer på deras fastigheter. Hur detta ska göras är dock en fråga för bolaget och vilken kostnad de är beredda att satsa på ett sådant stöd.

Litteraturförteckning

ABB, 2014. *Välj rätt elmätare!*. [Online]

Tillgänglig på:

<http://www.abb.se/cawp/seitp202/97b511946490d2fac125773b0043a54c.aspx>

[Använd 17 06 2014].

Bealey, R. A., Myers, S. C. & Allen, F., 2014. *Principles of Corporate Finance*. 11:e red. Berkshire: McGraw-Hill.

Bäärnhielm, U., 2014a. *Handledare* [Intervju] (02 04 2014a).

Bäärnhielm, U., 2014b. *Handledare* [Intervju] (31 05 2014b).

Dahmström, K., 2011. *Från datainsamling till rapport*. 5:e red. Lund: Studentlitteratur.

Ekonomifakta, 2014. *Konsumtionsskatter på el | Styrmedel | Energi | Fakta och statistik* | *Ekonomifakta.se*. [Online]

Tillgänglig på:

<http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Styrmedel/Konsumtionsskatter-pa-el/>

[Använd 20 06 2014].

Empowera, 2012. *Marknadsundersökning - undersökningen*. [Online]

Tillgänglig på:

http://www.expowera.se/mentor/starta/starta_marknadsunders_undersok.htm

[Använd 14 06 2014].

Energimyndigheten, 2011. *Solceller - Informationsbroschyr om attproducera el med hjälp av solceller*. [Online]

Tillgänglig på:

<http://www.energimyndigheten.se/Global/Hush%C3%A5ll/Solceller/090701-solceller%20broschyr.pdf>

[Använd 15 05 2014].

Energimyndigheten, 2014. *Energimyndigheten - Kvotpliktig*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Elcertifikat/Kvotplikt/>

[Använd 22 06 2014].

Energimyndigheten, 2014. *Energimyndigheten - Om elcertifikatsystemet*. [Online]

Tillgänglig på: <https://www.energimyndigheten.se/Foretag/Elcertifikat/Om-elcertifikatsystemet/>

[Använd 20 06 2014].

European Commission, 2014. *The 2020 climate and energy package*. [Online]

Tillgänglig på: http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

[Använd 12 05 2014].

Falkelius, C., 2014. *Energy Controller på Stockholmskem* [Intervju] (15 04 2014).

Finansdepartementet, 2014. *Skattereduktion för mikroproducerad el*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.regeringen.se/sb/d/18340/a/233006>
[Använd 14 05 2014].

Finansinspektionen, 2013. *Den svenska bolånemarknaden 2013*. [Online]
Tillgänglig på:
http://www.fi.se/upload/43_Utredningar/20_Rapporter/2013/bolan_2013_2.pdf
[Använd 15 06 2014].

Fortum, 2014. *Elnätspriser för Stockholm-Täby-Lidingö-Ekerö*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.fortum.com/countries/se/privat/elnat/natomraden-priser/prislistor-lokalnat/stockholm/pages/default.aspx>
[Använd 25 05 2014].

Fortum, 2014. *Här hittar du priser och ersättningar för småskalig elproduktion*. [Online]
Tillgänglig på: <https://www.fortum.se/countries/se/privat/elnat/anslutning-till-elnatet/smaskalig-elproduktion/priser/pages/default.aspx>
[Använd 22 06 2014].

GodEl, 2014. *Om GodEl - GodEl*. [Online]
Tillgänglig på: <https://godel.se/om-godel/>
[Använd 03 05 2014].

Håkansson, H., Hellström, B. & Karlsson, B., 2007. *Mätning och simulering av temperaturens inverkan på prestandan hos byggnadsintegrerade solceller*, Stockholm: Elforsk AB.

IBC Solar, 2013. *Highly efficient - Yingli Panda 270*, Bad Staffelstein, Tyskland: IBC SOLAR AG.

IEA-PVPS, 2014. *PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013*, u.o.: IEA.

Karlberg, L. A., 2012. Pristas på solceller ger lägre bidrag. *NyTeknik*, 21 12.

Kjellsson, E., 2000. *Potentialstudie för byggnadsintegrerade solceller i Sverige - Rapport 2. Analys av instrålningsnivåer på byggnadsytor*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.

Konsumenternas Energimarknadsbyrå, 2014. *Elmarknaden i Sverige*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.energimarknadsbyran.se/El/Elmarknaden/Elmarknaden-i-Sverige/>
[Använd 03 05 2014].

Lemming, J., 2014. *Ordförande BRF Granegården* [Intervju] (24 04 2014).

Lindahl, J., 2013. *National Survey Report of PV Power Applications in Sweden*, Uppsala: IEA.

Lindahl, J., 2014a. *Svensk sammanfattning av IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications*, Uppsala: IEA.

Lindahl, J., 2014b. *Some offers from the Swedish utilities for PV-surplus electricity*, Uppsala: IEA-PVPS.

Molin, A., Widén, J., Stridh, B. & Karlsson, B., 2010. *Konsekvenser av avräkningsperiodens längd vid nettodebitering*, Stockholm: Elforsk AB.

Molin, A., Widén, J., Stridh, B. & Karlsson, B., 2010. *Konsekvenser av avräkningsperiodens längd vid nettodebitering av solel*, Stockholm: Elforsk.

Naturvårdsverket, 2012. *Styrmedel för att nå miljökvalitetsmålen*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Nord Pool Spot, 2014. *Nord Pool Spot*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/ALL1/Hourly/>
[Använd 24 06 2014].

Norden Solar, 2014a. *[FAQs] Skuggningstest - microinverter/central växelriktare*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.nordensolar.se/faqs-skuggningstest-mikroinvertercentral-vaxelriktare/.html>
[Använd 15 06 2014].

Norden Solar, 2014b. *Mer solceller för pengarna*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.nordensolar.se/>
[Använd 20 05 2014].

Olander, C.-A., 2013. *Har priset på elcertifikaten haft sin topp ?*. [Online]
Tillgänglig på: www.mody.se/sites/default/files/Manadsbrev_1304.pdf
[Använd 20 06 2014].

Palmblad, L., 2012. *Energimyndigheten - Stark tillväxt för solenergi*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.energimyndigheten.se/Press/Nyheter/Nyhetsarkiv-2012/Stark-tillvaxt-for-solenergin-/>
[Använd 30 04 2014].

PVEducation, 2014a. *Azimuth Angle*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.pveducation.org/pvcdrom/properties-of-sunlight/azimuth-angle>
[Använd 15 05 2014].

PVEducation, 2014b. *Elevation Angle*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.pveducation.org/pvcdrom/properties-of-sunlight/elevation-angle>
[Använd 15 05 2014].

PV-syst, 2014. *Photovoltaic Software*, Satigny: PV-syst.

Regeringskansliet, 2014. *Vissa justeringar av förslaget om skattereduktion för mikroproduktion av förnybar el*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.regeringen.se/sb/d/18731/a/242035>
[Använd 30 07 2014].

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A., 2007. *Reserch Methods for Business Students*. 4 red. Harlow: Person Education Limited.

SCB, 2014a. *Elnätspriser för typkunder, tidsserie - Statistiska centralbyrån*. [Online]

Tillgänglig på: 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/
[Använd 20 06 2014].

SCB, 2014b. *Priser på elenergi och på överföring av el (nättariffer) - Statistiska Centralbyrån*. [Online]

Tillgänglig på: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Energi/Prisutvecklingen-inom-energiomradet/Priser-pa-elenergi-och-pa-overforing-av-el-nattariffer/
[Använd 15 06 2014].

SCB, 2014c. *Befolkningens utbildning*. [Online]

Tillgänglig på: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Utbildning-och-forskning/Befolkningens-utbildning/Befolkningens-utbildning/9568/9575/
[Använd 20 06 2014].

Skatteverket, 2014a. *Exempel på Rot-arbete | Skatteverket*. [Online]

Tillgänglig på:
<http://www.skatteverket.se/foretagorganisationer/skatter/rotrutarbete/exempelparotarbete.4.2ef18e6a125660db8b080001478.html>
[Använd 15 06 2014].

Skatteverket, 2014b. *Skatteregler - bostadsrättsföreningar*. [Online]

Tillgänglig på:
<https://www.skatteverket.se/foretagorganisationer/foreningar/bostadsrattsforeningar/dri va/skatteregler.4.400023ac12df56d65d980004832.html>
[Använd 14 05 2014].

SMA Solar, 2014. *Sunny Boy - Simply high yields*, u.o.: SMA Solar.

SMHI, 2009. *Normal globalstrålning under ett år*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/1.2927>
[Använd 20 06 2014].

- SMHI, 2013. *Klimatindikator - globalstrålning*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/stralning-1.17841>
[Använd 15 05 2014].
- Solarlab, 2013. *solcellsfakta*. [Online]
Tillgänglig på: <http://solarlab.se/solpanel/solcell-fakta>
[Använd 15 06 2014].
- Solcellsforum, 2014. *Solceller - Avtal och regler om solcellsanläggningar - Solceller*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.solcellforum.se/avtal-och-regler.html>
[Använd 15 06 2014].
- SolEl-Programmet, 2011. *Ekonomiska frågor - Solelprogrammet*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.solelprogrammet.se/projekteringsverktyg/ekonomiskafragor/>
[Använd 05 05 2014].
- SolEl-programmet, 2012. *Installationsguide Nätanslutna solcellsanläggningar*. [Online]
Tillgänglig på:
http://www.solelprogrammet.se/Global/installationsguide_solceller.pdf?epslanguage=sv
[Använd 16 06 2014].
- Stockholms Stad, 2013. *Solceller och solfångare - stockholm.se*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.stockholm.se/ByggBo/Bygglov/a-o-lanksidor/Solceller-och-solfangare/>
[Använd 15 06 2014].
- Stockholmshem, 2014. *Om Stockholmshem - stockholmshem.se*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.stockholmshem.se/Om-Stockholmshem/>
[Använd 14 05 2014].
- Stridh, B. & Eriksson, E., 2011. *Elhandelsföretagens syn på handel med solel*. [Online]
Tillgänglig på: http://www.solelprogrammet.se/PageFiles/611/Stridh-Ericsson_Elhandels%C3%B6retagens%20syn%20p%C3%A5%20handel%20med%20solel.pdf?epslanguage=sv
[Använd 20 06 2014].
- STRÅNG, 2014. *STRÅNG*. [Online]
Tillgänglig på: <http://strang.smhi.se/>
[Använd 15 05 2014].
- Sustainable Brand Index, 2014. *Sustainable Brand Index 2014 Officiell rapport*, u.o.: SB-insight.
- swedensol, 2014. *solceller och solcellspaket för alla*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.swedensol.se/>
[Använd 14 05 2014].

Svensk Energi, 2012. *Anslutning av mikroproduktion till konsumtionsanläggning*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svenskenergi.se/Vi-erbjuder/Webbshop/Elnat/Allmant/Anslutning-av-mikroproduktion-till-konsumtionsanlaggningar---MIKRO---pdf-fil/>
[Använd 04 05 2014].

Svensk Energi, 2014b. *Statistik - Svensk Energi*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svenskenergi.se/Elfakta/Statistik/>
[Använd 20 06 2014].

Svensk Energi, 2014c. *Spotprisets utveckling - Svensk Energi*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svenskenergi.se/Elfakta/Elmarknaden/Spotprisets-utveckling/>
[Använd 20 06 2014].

Svensk Energi, 2014. *Riksdagen har bordlagt skattefrågan för mikroproduktion av el - besked till hösten - Svensk Energi*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svenskenergi.se/Pressrum/Nyheter/Mikroproducentens-overskottsel-Besked-om-skatteeffekterna-i-host/>
[Använd 10 06 2014].

Svensk Kraftnät, 2011b. *Elområden - Svenska Kraftnät*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svk.se/Drift-och-marknad/Kraftsystemet/Elomraden/>
[Använd 02 05 2014].

Svensk Solenergi, 2014a. *Solcellens funktion*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/solcellens-funktion>
[Använd 15 05 2014].

Svenska Kraftnät, 2011a. *Elmarknaden i Sverige och Svenska Kraftnäts roll*, Stockholm: Svenska Kraftnät.

Svenska Kraftnät, 2013. *Om oss - Svenska Kraftnät*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.svk.se/Om-oss/>
[Använd 02 05 2014].

Svenska Kraftnät, 2014. *CESAR*. [Online]

Tillgänglig på: <http://certifikat.svk.se/WebPartPages/AveragePricePage.aspx>
[Använd 23 06 2014].

Svenskt Näringsliv, 2014. *Handel med ursprungsgarantier*. [Online]

Tillgänglig på: http://www.svensktnaringsliv.se/fragor/miljo_energi_klimat/handel-med-ursprungsgarantier_550388.html
[Använd 04 05 2014].

Sveriges Riksbank, 2014. *Inflationsmålet* | Sveriges Riksbank. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.riksbank.se/sv/Penningpolitik/Inflation/Inflationsmalet/>
[Använd 22 06 2014].

Svesol, 2014. *Solel - Så fungerar det* - Svesol. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.svesol.se/produkter/solel-sa-fungerar-det>
[Använd 15 06 2014].

Telge Energi, 2014. *Bli solkraftsproducent*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.telgeenergi.se/privat/det-rena-elbolaget/om-ren-el/solkraft/producera-solkraft/bli-solkraftsproducent/>
[Använd 03 05 2014].

TNS Sifo, 2007. *Den svenska miljökonsumenten*, Stockholm: TNS Sifo.

united minds, 2014. *Elmätaren 5 - resultatpresentation*, Stockholm: united minds.

Valmyndigheten, 2010. *Röster - Val 2010*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.val.se/val/val2010/slutresultat/R/rike/>
[Använd 20 06 2014].

Vattenfall, 2014a. *Energiskatter i Sverige* - Vattenfall. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.vattenfall.se/sv/energiskatter.htm>
[Använd 25 06 2014].

Vattenfall, 2014b. *Med solceller kan du producera din egen el*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.vattenfall.se/sv/solceller.htm>
[Använd 03 05 2014].

VBB, 1983. *Solceller i bebyggelsen*, Stockholm: VBB.

Widén, J. & Weiss, P., 2012. *Solenergi i Dalarnas bebyggelse*, Dalarna: Länsstyrelsen i Dalarnas län.

Zimmermann, J. P., 2009. *End-use metering campaign in 400 households*, Felines S/Rimandoule: Enertech.

Figurförteckning

Figur 1: Illustration av elmarknaden och dess aktörer (Svenska Kraftnät, 2011a)	4
Figur 2: Illustration över olika elområden i det svenska kraftnätet (Svensk Kraftnät, 2011b).	5
Figur 3: Illustration över globala irradians	9
Figur 4: Illustration över solcellssystemet (Svesol, 2014).	10
Figur 5: Utbyggnadstakten i Sverige (Lindahl, 2014a).	13
Figur 6: Utvecklingen av priset på nyckelfärdiga solcellsanläggningar (Lindahl, 2014a).	13
Figur 7: Flödesschema över hur beräkningsprocessen ser ut.	17
Figur 8: Effektbehov över ett dygn per kvadratmeter uppvärmd yta i flerfamiljshus.	18
Figur 9: Exempel på en dag i maj med solinstrålning över dygnet beroende på väderstreck panelen är riktad mot.	19
Figur 10: Grafisk jämförelse av värdet av egen förbrukning och försäljning av överskott (öre/kWh)	23
Figur 11: Output från kalkylprogrammet för fastigheten på Mullvadsberget	32
Figur 12: Produktion och förbrukning över dygnet en typisk maj, mars och januaridag för fastigheten på Mullvadsberget.	33
Figur 13: Output från kalkylprogrammet för fastigheten Granegården	34
Figur 14: Produktion och förbrukning över dygnet en typisk maj, mars och januaridag för fastigheten Granegården.	35
Figur 15: Output från kalkylprogrammet för fastighet 1.	36
Figur 16: Utvecklingen av lönsamhet för fastighet 1 hos samarbetsparter A beroende på hur elprisets utveckling och investeringskostnaden	37
Figur 17: Samtliga svar på första frågan.	42
Figur 18: Summerade stapeldiagram som illustrerar förhållandet mellan svaren baserat på respondenternas boendeform	43
Figur 19: Andelshistogram som illustrerar förhållandet av respondenternas svar beroende på ålder, utbildning, kön och politisk åsikt	44
Figur 20: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i bostadsrätt...	45
Figur 21: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i hyresrätt.	46
Figur 22: Samtliga svar på fråga 3 från respondenter boende i bostadsrätt...	47
Figur 23: Samtliga svar på fråga 2 från respondenter boende i hyresrätt	47
Figur 24: Samtliga svar på fråga 4.	48
Figur 25: Samtliga svar på fråga 5.	49
Figur 26: Svaret på fråga 3 baserat på hur respondenten svarat på fråga 2.	50

Appendix A. Kvotpliktens utveckling

Kvotplikten mellan 2003 och 2035 (Energimyndigheten, 2014).

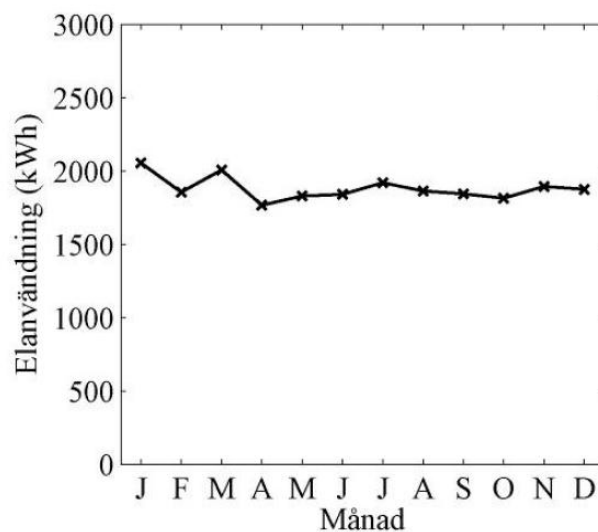
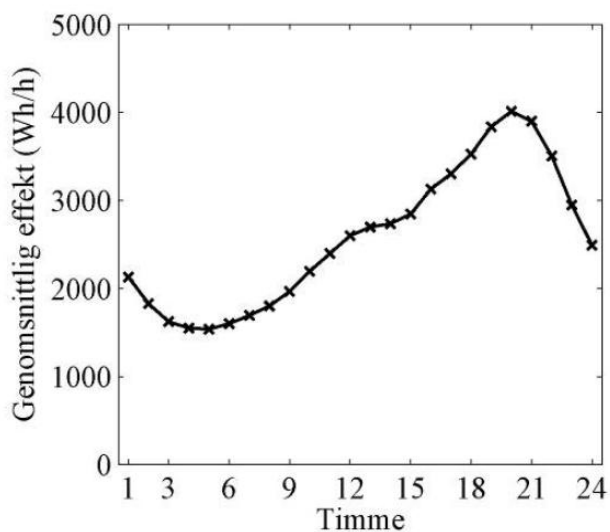
Beräkningsår	Kvot i %
2003	7,4
2004	8,1
2005	10,4
2006	12,6
2007	15,1
2008	16,3
2009	17,0
2010	17,9
2011	17,9
2012	17,9
2013	13,5
2014	14,2
2015	14,3
2016	14,4
2017	15,2
2018	16,8
2019	18,1
2020	19,5
2021	19,0
2022	18,0
2023	17,0
2024	16,1
2025	14,9
2026	13,7
2027	12,4
2028	10,7
2029	9,2
2030	7,6
2031	6,1
2032	4,5
2033	2,8
2034	1,2
2035	0,8

Appendix B. Lönsamhetskalkylens moderprogram

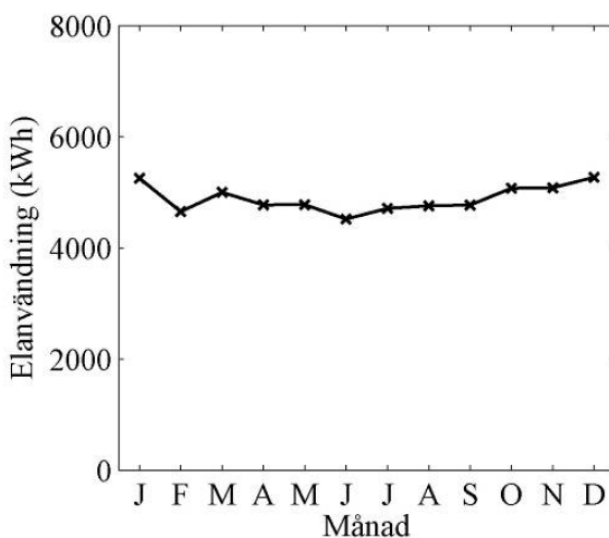
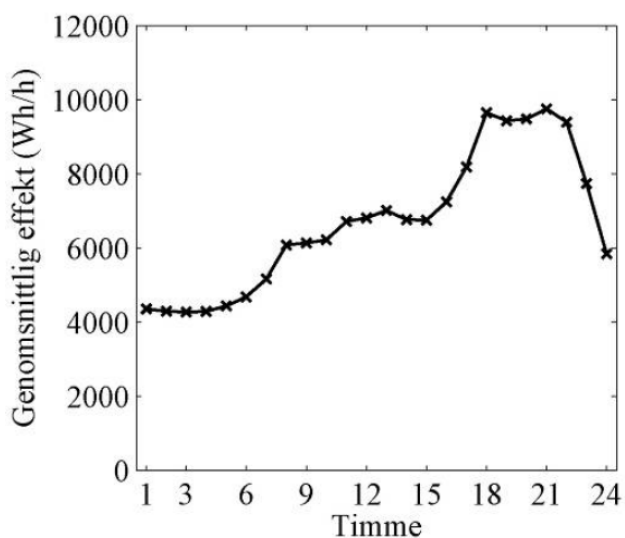
```
clc, clear all
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Hämtning av bearbetad
data%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
load('vinkelvektor.mat'); %Hämtar matris med värden av olika
riktningar
load('tidsmatris.mat'); %Hämtar instrålningseffekt över året
load('förbrukning_procent.mat'); %Hämtar förbrukning över dagen
load('degen.mat'); %Hämtar data över degenereringsgraden av panelerna
load('prisperwvektor.mat'); %laddar prisvektor beroende på
installationens storlek

anvandarinput; %Hämtar input från användaren
produktion; %Räknar ut förbrukning och produktion
lonsamhet; %Räknar ut överskott, kassaflöde och lönsamheten
tabellskapare; %skapar informativ tabell och grafer med relevanta
värden
spararesultat; %Frågar om man vill spara värden i "\saves"
```

Appendix C. Förbrukning över dygn och år



Effektbehov per timme och månadsförbrukning för en mindre flerfamiljsfastighet (10 lägenheter) (Molin, et al., 2010)



Effektbehov per timme och månadsförbrukning för en större flerfamiljsfastighet (20 lägenheter) (Molin, et al., 2010).

Appendix D. Verkningsgrader baserat på planets riktning

Verkningsgraden på paneler med viss lutning eller azimuthvinkel där 0° är rakt norr ut, 90° rakt österut, 180° rakt söderut och 270° rakt västerut.

Riktn./Lutn.	0°	0,1° - 20°	20° - 35°
0° - 15°	85%	77%	62%
15° - 45°	85%	78%	65%
45° - 75°	85%	80%	72%
75° - 105°	85%	84%	81%
105° - 135°	85%	87%	90%
135° - 165°	85%	90%	96%
165° - 195°	85%	91%	98%
195° - 225°	85%	90%	96%
225° - 255°	85%	87%	90%
255° - 285°	85%	84%	81%
285° - 315°	85%	80%	72%
315° - 345°	85%	78%	65%
345° - 360°	85%	77%	62%

Appendix E. Avtal för handel av överskottsel

Tabell över olika elhandelsbolag betalar för överskottsel hos sina kunder (Lindh, 2014b).

Some offers from the Swedish utilities for PV-surplus electricity							Reference	Johan Lindh IEA-PVPS task 1
Utility company	Compensation	Require the customer to belong to their grid	System requirements	Require the customer to be a net consumer on yearly basis	Require the customer to have them as the electricity supplier	Will the offer change if the tax credit is introduced and likely to what?		
Felge Energi	1.30 SEK/kWh	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	Yes	a variable price
Din El	Net metering on yearly basis	No	Up to 10 kW	No	Yes	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Umeå Energi	Net metering on yearly basis	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	not decided yet
Kungälv Energi	Net metering on yearly basis	Yes	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Elverket Vallentuna	Net metering on yearly basis	No	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	Don't know	
Mölndal Energi	Net metering on monthly basis	Yes	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	Yes	refer to retail companies
Tekniska verken	Net metering on monthly basis	Yes	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Mälarenergi	Net metering on monthly basis	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	No	to Nord Pool spot price
Estkistuna Energi	Nord Pool spot price	Yes	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Kraftingen	1.00 SEK/kWh	Yes	Up to 10 kW ^a	Yes	Yes	No	Yes	not decided yet
Dalarnas nätbolag	1.00 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	Yes	No	Yes	to Nord Pool spot price
Egen El	1.00 SEK/kWh	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Falkenberg Energi	1.00 SEK/kWh	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Skånska energi marknad	1.00 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	Yes	not decided yet
Upplands Energi	1.00 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	to Nord Pool spot price
Öresundskraft	1.00 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	to 0.4 SEK/kWh
Affärsverken	0.90 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Yes	not decided yet
Sala-Helby	Nord Pool spot price + 0.05 SEK	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	No	not decided yet
Sundsvall elnät	0.43 SEK/kWh	Yes	Micro-producer ^a	Yes	No	Yes	No	not decided yet
Bixia	Nord Pool spot price	No	No upper limit	No	No	No	No	
GodEl	Nord Pool spot price	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	No	
Fortum Distribution	Nord Pool spot price	No	Micro-producer ^a	Yes	Yes	Yes	Don't know	
Bergs Tingslags Elektriska	Nord Pool spot price - 0.01 SEK	Yes	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	Yes	not decided yet
Nossebro Energi	Nord Pool spot price - 0.03 SEK	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	No	
E.ON	Nord Pool spot price - 0.04 SEK	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	No	
Gotlands El försäljning	Nord Pool spot price - 0.04 SEK	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	No	
Vattenfall	Nord Pool spot price - 0.04 SEK	No	Micro-producer ^a	No	Yes	Yes	Don't know	

^aTo be classified as a micro-producer the system and the fuse may not exceed 43.5 kWp and 63 A respectively.

Appendix F. Kundundersökningens intervjufrågor

	Bostadsrätt	Villa/Radhus	Hysesrätt	Annat
Fråga 1	Hur är din generella attityd till solceller på din fastighet?	Hur är din generella attityd till solceller på ditt hus?	Hur är din generella attityd till solceller på din fastighet?	Hur är din generella attityd till solceller på din fastighet?
Fråga 2	Om styrelsen i din bostadsrättsförening föreslår en investering i solceller, efter hur lång tid bör investeringen vara återbetald för att du ska stödja förslaget?	Efter hur lång tid bör investeringen i solcellerna vara återbetald för att du ska vilja investera i solceller?	På vilket sätt påverkar solceller på din fastighet hur mycket du är villig att betala i hyra?	Efter hur lång tid bör investeringen i solcellerna vara återbetald för att du ska vilja investera i solceller?
Fråga 3	Efter hur lång tid tror du att en investering i solceller är återbetald?	Efter hur lång tid tror du att en investering i solceller är återbetald?	Hur tror du att solceller kommer påverka hyran?	Efter hur lång tid tror du att en investering i solceller är återbetald?
Fråga 4	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att investera i solceller?	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att investera i solceller?	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att installera solceller?	Hur viktig är miljönyttan vid valet av att investera i solceller?
Fråga 5	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?	Hur stor miljönytta anser du att solceller ger?
Fråga 6	Utöver miljönytta och återbetalningstid, vad påverkar ditt val vid beslut att investera i solceller? (Valfri fråga - Svara fritt!)	Utöver miljönytta och återbetalningstid, vad påverkar ditt val vid beslut att investera i solceller? (Valfri fråga - Svara fritt!)	Utöver miljönytta och hyran, vad påverkar din åsikt vid beslut att investera i solceller? (Valfri fråga - Svara fritt!)	Utöver miljönytta och återbetalningstid, vad påverkar ditt val vid beslut att investera i solceller? (Valfri fråga - Svara fritt!)