

# Förstudie solceller



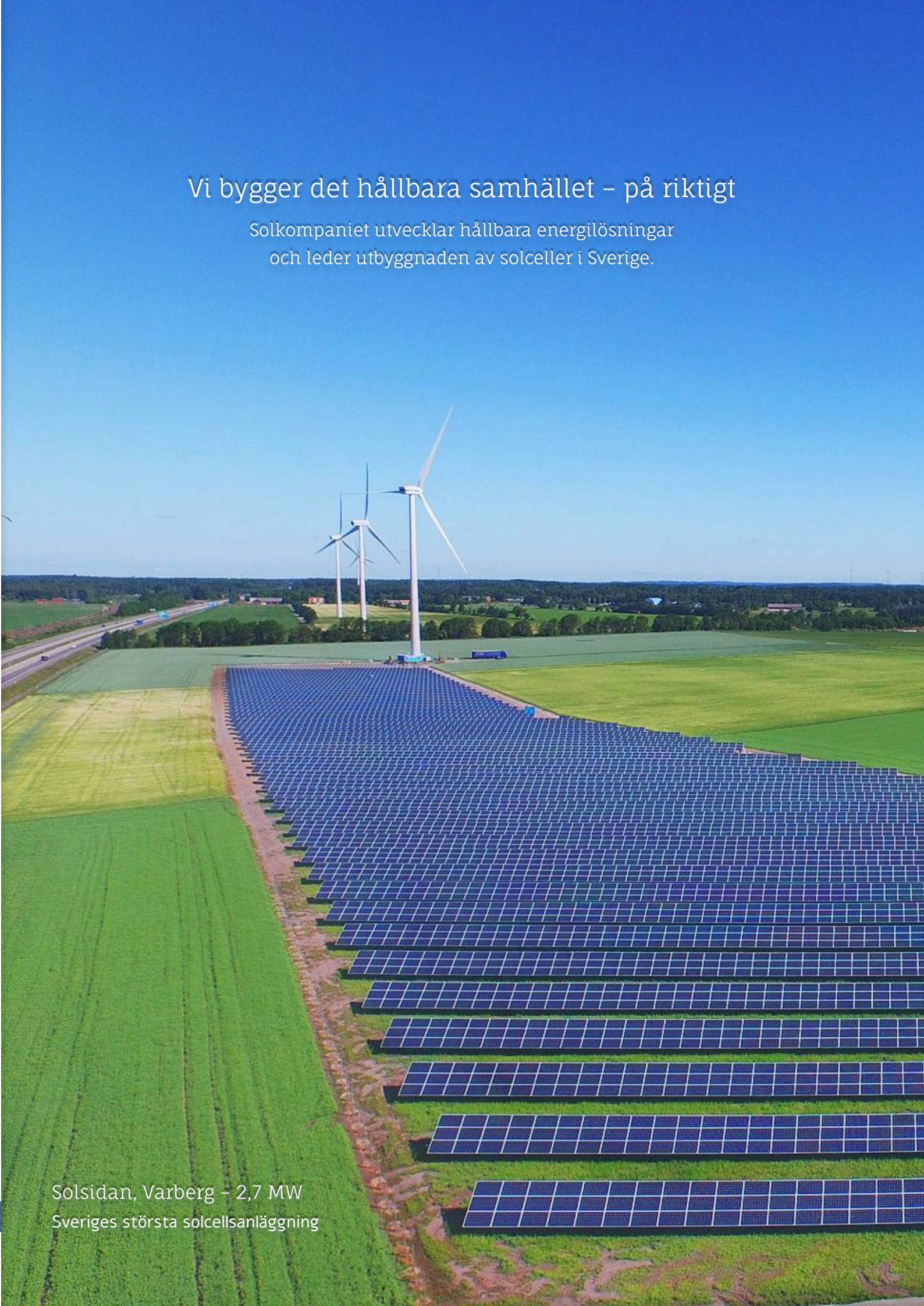
Brf Skintebodalen, Billdal

**Utredare:** Marcus Eriksson, Solkompaniet Konsult

# Vi bygger det hållbara samhället – på riktigt

Solkompaniet utvecklar hållbara energilösningar  
och leder utbyggnaden av solceller i Sverige.

Solsidan, Varberg – 2,7 MW  
Sveriges största solcellsanläggning



## Innehåll

1. Sammanfattning .....	4
2. Bakgrund .....	5
3. Solcellsmöjligheter på Brf Skintebodalen.....	6
Vägar för Brf Ekebydalen att gå vidare med solceller .....	9
Systemförslag 1 – solceller på samtliga fastigheter.....	9
Systemförslag 2 – pilotanläggning på en fastighet .....	12
Monteringssystem .....	15
Solcellsmoduler .....	15
Växelriktare och elinstallationer .....	16
Elkonsumtion, elproduktion och egenanvändning.....	17
Teknisk sammanfattning .....	19
4. Ekonomi.....	20
Investeringskostnad, avkastning och återbetalningstid .....	21
5. Övrigt.....	23
Skattereduktion .....	23
Energiskatt .....	23
Bygglov.....	24
Brandsäkerhet.....	24
Komponentval .....	24
Övervakning, loggning och visualisering .....	24
Skuggning .....	25
Solceller och miljö.....	25
Återvinning.....	27
APPENDIX 1.....	28
Fler möjligheter gällande solceller på Brf Skintebodalen.....	28
APPENDIX 2 .....	30
Förkortningar .....	30

# 1. Sammanfattning

De ytmässiga förutsättningarna för att sätta upp solceller på Brf Skintebodalens byggnader är mycket goda. Taken har få skuggande objekt, plats för växelriktare och annan utrustning finns i kallvinden precis under taket och elcentral där anläggningen kan anslutas till elnätet finns i elrum precis under kallvinden. I den här förstudien har vi tittat på olika alternativ och gjort ekonomiska beräkningar som tar hänsyn till de regler vi har idag. Två systemförslag rekommenderas:

## **Systemförslag 1 – solceller på samtliga fastigheter**

Systemförslag 1 innebär att samtliga fastigheter förses med solceller, där mängden solceller på respektive fastighet avgörs av hur mycket el som går åt i respektive fastighets gemensamma elabonnemang. Totalt innebär förslaget ca 377 kW solcellseffekt, utspritt på de 34 fastigheterna.

Solelproduktionen förväntas bli ca 344 MWh/år, vilket motsvarar ungefär 12 % av fastigheternas gemensamhetsel. Kostnaden för installationen uppskattas till mellan 11 000 – 12 000 kr/kW installerad solcellseffekt, vilket alltså innebär en total kostnad på mellan 4,1 – 4,5 miljoner kr. Återbetalningstid och avkastning *inklusive investeringsstöd* förväntas hamna på 12 år respektive 8,3 %. Återbetalningstid och avkastning *utan investeringsstöd* förväntas hamna på 17 år respektive 5,1 %.

## **Systemförslag 2 – pilotanläggning på en fastighet**

Systemförslag 2 beskriver hur föreningen kan installera solceller på ett "pilothus" som ett första steg mot att installera solceller på samtliga fastigheter. Förslaget innebär att ca 54 kW solcellseffekt installeras på fastigheten som har adress Backängen 27.

Solelproduktionen förväntas bli ca 44 MWh/år, vilket motsvarar ungefär hälften av fastighetens gemensamhetsel. Kostnaden för installationen uppskattas till mellan 11 500 – 12 500 kr/kW installerad solcellseffekt, vilket alltså innebär en total kostnad på mellan 620 000 – 675 000 kr. Återbetalningstid och avkastning *inklusive investeringsstöd* förväntas hamna på 12 år respektive 7,4 %. Återbetalningstid och avkastning *utan investeringsstöd* förväntas hamna på 21 år respektive 3,7 %.

## 2. Bakgrund

Solceller är en teknik för att producera el lokalt, där solens energi omvandlas direkt till likström, som sedan omvandlas till växelström i en växelriktare och matas ut till elnätet. Ofta ansluts solcellssystemet till en byggnad, där den el som genereras i första hand används för att ersätta inköpt el. På några få år har priset på solceller fallit kraftigt och det är nu ofta en lönsam investering.

I denna förstudie beskrivs olika alternativ för solceller på Brf Skintebodalen i Billdal. Idag sker uppvärmning av fastigheten med direktverkande el och varmvattnet värms även det med hjälp av el. Det har tidigare utretts om värmepumpar skulle kunna vara en lösning för att minska energikostnaderna, men det visade sig bl.a. att fastigheterna är utformade så att vibrationer och ljud från aggregaten skulle fortplanta sig in i lägenheterna. Föreningens styrelse har varit intresserade av solenergi under en längre tid och vill få ett grepp om hur de kan gå vidare.

### 3. Solcellsmöjligheter på Brf Skintebodalen

De ytmässiga förutsättningarna för att sätta upp solceller på Brf Skintebodalens byggnader är mycket goda. Taken har få skuggande objekt, plats för växelriktare och annan utrustning som ingår i en solcellsanläggning finns i kallvinden precis under taket och elcentral där anläggningen kan anslutas till elnätet finns i elrum precis under kallvinden.

Dagens regelverk påverkar utformningen och de ekonomiska förutsättningarna för solceller. I denna förstudie presenteras två olika alternativ för hur föreningen kan gå vidare. Huvudalternativet (Systemförslag 1) innebär att samtliga fastigheter förses med solceller, där mängden solceller på respektive fastighet avgörs av hur mycket el som går åt i respektive fastighets gemensamma elabonnemang. Det andra alternativet (Systemförslag 2) beskriver hur föreningen kan installera solceller på ett "pilothus" som ett första steg mot att installera solceller på samtliga fastigheter. I båda alternativen är utgångspunkten att solcellerna ansluts innanför mätarna för de gemensamma elabonnemangen. I Appendix 1 beskrivs även en del aspekter kring hur solceller skulle kunna användas för att producera hushållsel till bostadsrättsinnehavarna, men detta är en betydligt mer komplex lösning (både tekniskt, juridiskt och administrativt). Solceller som producerar hushållsel bör snarare ses som ett möjligt tredje steg, efter att Systemförslag 1 och 2 realiserats.

#### **Solelproduktionen för de olika takytorna**

Brf Skintebodalen har takytor som vetter åt olika väderstreck. Lutningen på taken är dock densamma för samtliga fastigheter, 30 grader. Bäst solelproduktion på årsbasis fås för en anläggning som är riktad åt söder. Dock finns fördelar med anläggningar som vetter åt öst och väst, exempelvis blir solelproduktionen mer jämt fördelad över dagen. Vid jämförelse av lönsamhetskalkylerna för ett enskilt söderväst system med ett enskilt östväst system i brf:en ses att den är något bättre för det södervända systemet. Dock kan östväst systemet göras något större utan att det blir överskottsel och den totala mängden solceller som installeras blir betydligt större när östväst taken används (många av taken i brf:en vetter åt öst och väst). Båda dessa faktorer bidrar till att förbättra totalpriset för hela installationen på brf:en. Rekommendationen blir därför att även installera solceller på östväst taken.

På Brf Skintebodalen kommer solceller på takytor åt syd förväntas producera ca 1020 kWh/kW/år. Solceller åt öst respektive väst förväntas producera ca 820 kWh/kW/år.

#### **Inkopplingsmöjligheter i fastigheterna**

Det finns mycket goda inkopplingsmöjligheter i fastigheterna. Säkringarna på abonnemangen för gemensam el i fastigheterna är tillräckligt stora för att föreslå solcellssystem i systemförslag 1 och systemförslag 2 skall kunna kopplas in. Säkringsabonnemangen varierar mellan fastigheterna, från 50 A till 125 A. För samtliga fastigheter finns gott om plats för växelriktare och annan teknisk utrustning som ingår i en solcellsanläggning i ett tomt rum på vinden precis under taket, se Figur 1 och Figur 2.

Elcentral där anläggningen kan anslutas till elnätet finns i elrum rakt under kallvinden, Figur 2. Här finns även fastighetens elmätare. Håltagning genom takbjälklag för DC-kablage krävs liksom eventuell håltagning för AC-kabel mellan vindsutrymmet och elrummet. Det finns en befintlig håltagning mellan vindsutrymme och elrum som eventuellt kan nyttjas, men detta behöver utredas närmare vid detaljprojektering.



*Figur 1: Vindsutrymme precis under taket och ovanför elrummet. På bilden till höger ses en befintlig genomföring till elrummet som eventuellt kan användas för AC-kablage.*



Figur 2: Elrum med elmätare och elcentral i en av fastigheterna. Liknande utformning återfinns i samtliga fastigheter.

### Möjligheten att slå ihop abonnemang

Ett alternativ som i teorin hade varit bra är att slå ihop de olika fastigheternas abonnemang för gemensam el till ett eller ett fåtal större abonnemang, d.v.s. övergång till s.k. kollektivmätning. Detta hade möjliggjort att större solcellssystem på enstaka fastigheter skulle kunna installeras utan att det blir ett överskott på solet (solelen hade gått till den fastighet där behovet finns). Större anläggningar hade inneburit lägre totalpris för installationerna (flera skalfördelar fås vid större sammanhängande installationer). Dock framkom, efter kontakt med Ellevio som är elnätsägare i området där Brf Skintebodalen ligger, att abonnemang för gemensamhetsel i de olika fastigheterna verkade matas från olika s.k. elserviser. Detta innebär att en sammanslagning av dessa abonnemang (övergång till kollektivmätning) inte är möjligt. Vidare gäller även att om några abonnemangen skulle visa sig matas från samma service och en övergång till kollektivmätning skulle göras för dessa, så hade eventuell solet som matas in innanför mätaren och överförs mellan byggnader på det koncessionspliktiga elnätet blivit belagd med energiskatt. Detta hade försämrat lönsamheten avsevärt, därför är det inget bra alternativ att gå vidare med i dagsläget. I sammanhanget kan nämnas att Solelkommissionen, där Solkompaniet är aktiv medlem, jobbar för att skattereglerna för överföring av solet på det koncessionspliktiga elnätet skall ändras<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.solelkommissionen.se/flytt-av-el/>

## Vägar för Brf Ekebydalen att gå vidare med solceller

Nedan presenteras två olika förslag på hur Brf Skintebodalen kan gå vidare med solceller. Systemförslag 1, vilket är huvudalternativet i denna förstudie, innebär att solceller installeras på samtliga fastigheter, totalt ca 377 kW solcellseffekt, där mer än 95 % av solelen används i fastigheterna, resten säljs ut på elnätet. Systemförslag 2 innebär att ett "pilothus" förses med en större mängd solceller, ca 54 kW solcellseffekt, som ett första steg mot fler installationer. I Appendix 1 lyfts ytterligare aspekter kring hur man skulle kunna gå vidare med solceller, dock behövs här vidare utredning och rekommendationen är att gå vidare med systemförslag 1 och 2 i första hand.

### Systemförslag 1 – solceller på samtliga fastigheter

Utgångspunkten för Systemförslag 1 har varit att en stor del av solelen skall användas internt i fastigheterna. Detta gör att elen från solcellerna får ett högt värde, eftersom den ersätter annars köpt el. En liten överskottsproduktion är ändå att rekommendera då solcellssystemens storlek annars behöver minskas ganska markant, för att exempelvis få exakt 0 % utmatad el. Mindre solcellssystem innebär dyrare installationer per kW.

I Figur 3 och Figur 4 illustreras hur solceller kan placeras på Brf Skintebodalen enligt Systemförslag 1. De blåmarkerade ytorna representerar solceller, de gula ytorna representerar takdelar som är skuggade av träd, flaggstänger etc. Samtliga fastigheter visade sig ha tillräckligt stor lämplig yta för solceller, den begränsande faktorn har istället varit elbehovet i respektive fastighet. Vissa fastigheter har tak som vetter åt sydöst respektive nordväst, se Figur 3. På dessa rekommenderas att bara installera solceller på tak som vetter mot sydöst. Att vissa tak, se Figur 4, avviker något från söder respektive något från östväst påverkar inte solelproduktionen nämnvärt, här bör solceller installeras på både öst- och västsidan.



Figur 3: Systemförslag 1, t.v: norra delen av brf:en, t.h: mittendelen av brf:en. Norr är uppåt i bilden.



Figur 4: Systemförslag 1, södra delen av brf:en. Norr är uppåt i bilden.

Totalt innebär systemförslag 1 att ca 377 kW solcellseffekt installeras på Brf Skintebodalen. Mer än 95 % av solelen beräknas användas i fastigheterna, resten säljs ut på elnätet. Systemstorlekarna varierar per fastighet beroende på elkonsumtion, det rör sig om system på mellan 5 kW till 18 kW, där de flesta ligger runt 10 kWp, se sammanställning i Tabell 1. Konsumtionsdata från tidigare år har tillsammans med prognostiserade solelproduktionsdata (PVgis<sup>2</sup>) varit underlag för bedömning av lämpliga anläggningsstorlekar. Data för konsumtion har hämtats från elnätsägaren Ellevio. Från vissa abonnemang/fastigheter har data per timme funnits tillgänglig, för andra har upplösningen varit per månad. Elkonsumtionen för ett tiotal fastigheter kontrollerades och för resterande fastigheter har elkonsumtionen uppskattats med utgångspunkten att elkonsumtionen per kvadratmeter är densamma som genomsnittet av de kontrollerade fastigheterna. Variationen över dygnet såg likvärdig ut för samtliga timmätta abonnemang. Elkonsumtionsdata från Sösbacken 50, som hade timdata för ett år bakåt, valdes ut och har använts som grund för bräkningarna. Denna timdatan har sedan skalats upp eller ner för att summera ihop till den i vissa fall kända och i vissa fall uppskattade årskonsumtionen för respektive fastighet.

Tabell 1: Sammanställning av solcellsinstallationer enligt Systemförslag 1.

<b>Systemförslag 1</b>			
<i>Adress</i>	<i>Systemstorlek [kW]</i>	<i>Elkonsumtion per år [kWh]</i>	<i>Elproduktion per år (ca) [kWh]</i>
Backängen 29	12	76 600	12 200
Furuslätten 61	15	93 500	15 300
Holmbacken 2	9	79 500	9 200
Nyhagen 47	10	74 200	10 200
Sösbacken 50	15	101 500	15 300
Ängslyckan 51	16	88 300	13 100
Bredängen 39	12	6 700	9 800
Bredängen 41	5	36 800	5 100
Humlekärret 73	9	59 300	9 200
Åsbacken 30	9	60 200	9 200
Holmbacken 5	10	65 500	10 200
<i>Uppskattningar baserade på konsumtion från fastigheterna ovan och fastigheternas storlek:</i>			
Sösbacken 49	6	48 600	6 000
Sösbacken 48	15	124 400	15 500
Klyfteråsen 62	9	73 000	9 000
Klyfteråsen 61	16	129 800	13 000
Ängslyckan 53	10	81 200	10 000
Furuslätten 60	17	135 300	13 500
Ängslyckan 52	14	116 300	11 600

<sup>2</sup> [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)

Furuslätten 59	9	75 700	7 500
Nylänningen 4	9	70 300	8 700
Nylänningen 3	5	40 500	4 000
Nylänningen 2	18	146 000	14 600
Nyhagen 46	12	97 400	9 700
Nyhagen 45	7	59 500	5 900
Nylänningen 1	14	110 900	11 000
Holmbacken 4	12	97 400	9 700
Backängen 28	9	73 000	7 300
Backängen 27	10	83 800	8 400
Holmbacken 3	12	97 400	9 700
Holmbacken 1	11	86 500	8 600
Bredängen 40	14	116 300	14 500
Humlekärret 72	13	108 200	10 800
Åsbacken 32	7	54 000	6 700
Åsbacken 31	9	70 300	7 000
<b>Summa:</b>	<b>377</b>	<b>2 900 000</b>	<b>344 000</b>

Kostnaden för att installera solcellssystem på samtliga fastigheter enligt Tabell 1 uppskattas till mellan 11 000 – 12 000 kr/kW. Totalt blir det ca 377 kW, vilket alltså innebär en total kostnad på mellan 4,1 – 4,5 miljoner. Kostnaden hålls nere av att det totalt sett blir mycket solceller som installeras samtidigt som kostnaden blir högre av att systemen är relativt små och utspridda. Mer om ekonomi och lönsamhet för Systemförslag 1 finns i kapitel 4 Ekonomi.

På de tak där balkonger eller gångvägar finns direkt under takfoten bör snörasskydd installeras längs med takfoten (detta har inkluderats i prisuppskattningen ovan). Snö glider lättare på solcellernas yta än på nuvarande takmaterial, vilket ger en ökad risk för snöras. Avståndet mellan snörasskydd och nedre kanten av solcellsmodulerna bör vara minst 1 meter.

## Systemförslag 2 – pilotanläggning på en fastighet

Systemförslag 2 innebär att ett "pilothus" förses med en större mängd solceller, ca 54 kW solcellseffekt, som ett första steg mot fler installationer. De boende i brf:en kan på detta sätt skapa sig en uppfattning om hur det ser ut med solceller på föreningens tak. Vidare är Systemförslag 2 utformat med utgångspunkten att möjligheten till skattereduktion på 60 öre per kWh nyttjas på el som matas ut på elnätet och säljs, vilket möjliggör att en relativt stor anläggning kan byggas på en enskild fastighet med bibehållen lönsamhet. Läs mer om skattereduktion i kapitel 5 i avsnitt Skattereduktion. Den utmatade elen för systemförslag 2 förväntas bli ca 18 000 kWh. Skattereduktion kan bara erhållas för el utmatad i en

anslutningspunkt<sup>3</sup>. Det passar därför bra att maximera antalet solcellsmoduler på en fastighet så att skalfördelar med en stor anläggning erhålls (vilket reducerar kostnaden per kW för installationen) samtidigt som värdet på solelen förblir högt. Med systemförslag 2 kommer ca 60 % av solelen används i fastigheten, resten säljs ut på elnätet. Skattereduktionerna infördes 1 januari 2015 och förväntas finnas kvar under överskådlig tid då den är relativt starkt förankrat rent politiskt. Förslaget att införa skattereduktion framarbetades av högerblocket och realiserades av vänsterblocket. Den ekonomiska kalkylen för systemförslag 2 utgår ifrån att skattereduktionerna finns kvar i 10 år.

Ett ytterligare villkor för att Brf Skintebodalen skall kunna tillgodogöra sig skattereduktionerna är att det finns en skatt eller avgift som skattereduktionerna kan dras av ifrån. Idag betalar Brf Skintebodalen kommunal fastighetsavgift från vilken skattereduktionerna kan göras<sup>4</sup>. Då fastighetsbeståndet i Brf Skintebodalen är relativt stort är det troligt att den årliga kommunala fastighetsavgiften överstiger 11 000 kr (18 000 kWh \* 0,6 kr), men detta bör kontrolleras innan systemförslag 2 realiserar.

Som pilotfastighet valdes Backängen 27, detta för att den syns bra från vägen samt att den har tak åt öst och väst, vilket gör att mycket solceller får plats på taket. Kostnaden för att installera 54 kW solceller på Backängen 27 uppskattas till mellan 11 500 – 12 500 kr/kW, vilket alltså innebär en total kostnad på mellan 620 000 – 675 000 kr. I Figur 5 illustreras hur systemförslag 2 skulle kunna se ut på Backängen 27. Fyra rader med solceller installeras förslagsvis åt öst medan tre rader installeras mot väst, detta för att få plats med snörasskydd längs med takfoten mot väst.

---

<sup>3</sup>

<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/mikroproduktionavfornybarel/skattereduktionformikroproduktionavfornybarel.4.12815e4f14a62bco48f4220.html>

<sup>4</sup> <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/lagratsremiss/2014/01/skattereduktion-for-mikroproduktion-av-fornybar-el/>



*Figur 5: Illustration av möjligt "pilothus" med 54 kW solceller på Backängen 27 enligt Systemförslag 2.*

## Monteringssystem

Monteringssystemet bör vara certifierat av tredje part, eller på annat sätt tydligt kvalitetssäkrat. Både material och infästningar ska vara dimensionerade utifrån normenliga snö- och vindlaster på den aktuella platsen.

Brf Skintebodalens tak är av orange tegel och lutar ca 30 grader. Ett monteringsystem anpassat för tegeltak visas i exemplet nedan. En monteringskrok skruvas fast takbjälkarna och skensystemet fästs sedan in i takkrokarna. Solcellsmodulerna följer takets lutning.



Figur 6: Exempel på monteringsystem för tegeltak.

## Solcellsmoduler

De vanligaste solcellsmodulerna med kiselceller kallas för standardmoduler och har en effekt på runt 275 W. Dessa fås till lägst pris per W, men det finns en mängd olika tillverkare och varianter, både av bättre och av sämre kvalitet. Till en merkostnad på 3-5 % (på totalkostnaden räknat per installerad effekt) fås paneler på runt 300 W. I denna förstudie har en standardmodul av polykristallint kisel på 275 W använts med en yta på cirka 1,6 m<sup>2</sup>. Högeffektiva moduler på >330 W<sub>t</sub> finns också på marknaden, men då ökar kostnaden betydligt. För att säkra kvaliteten bör samtliga moduler vara A-klassade och plussorterade. Vidare bör det ställas krav på att solcellsmodulerna skall vara IEC 61215-certifierade.



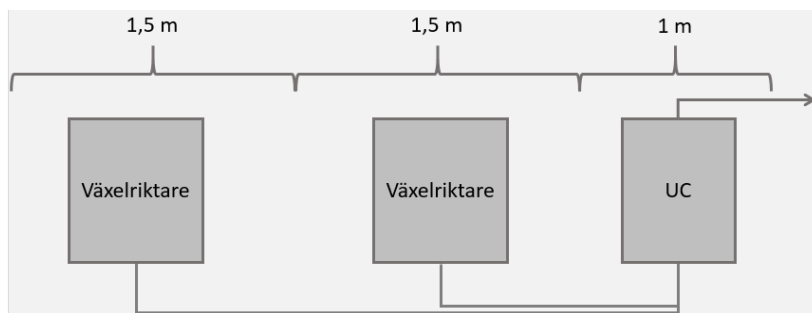
Figur 7 Olika typer av standardmoduler. Från vänster: polykristallint kisel, monokristallint kisel i standardutförande, monokristallint kisel i svart utförande och tunnfilm (CIGS).

## Växeloriktare och elinstallationer

Solceller producerar likström som behöver omvandlas till växelström för att kunna matas in i fastighetens elnät. Växeloriktare placeras med fördel i ett välventilerat driftutrymme med bra åtkomst för tillsyn och eventuell service. För att minimera dragning av likströmskablar monteras växeloriktarna så nära solcellerna som möjligt.

Vid val av plats samt montering av växeloriktare är följande punkter viktiga:

- Varje växeloriktare behöver en fri vägggryta på upp till 1,5 meter (varierar stort mellan olika märken)
- En undercentral placeras vanligtvis i anslutning till växeloriktarna som utgör systemets gränssnitt mot fastighetens elsystem. Undercentralen tar ca 1 meter vägggryta i anspråk.
- Om tillgänglig vägggryta är begränsad är det möjligt att montera växeloriktare ovanför varandra, men det ger en något mer komplex installation.
- Bra om det finns nätverkskabel framdraget till driftutrymmet för att underlätta för datainsamling från solcellsanläggningen.
- Placera växeloriktarna där de inte stör (växeloriktaren har en fläkt som låter).

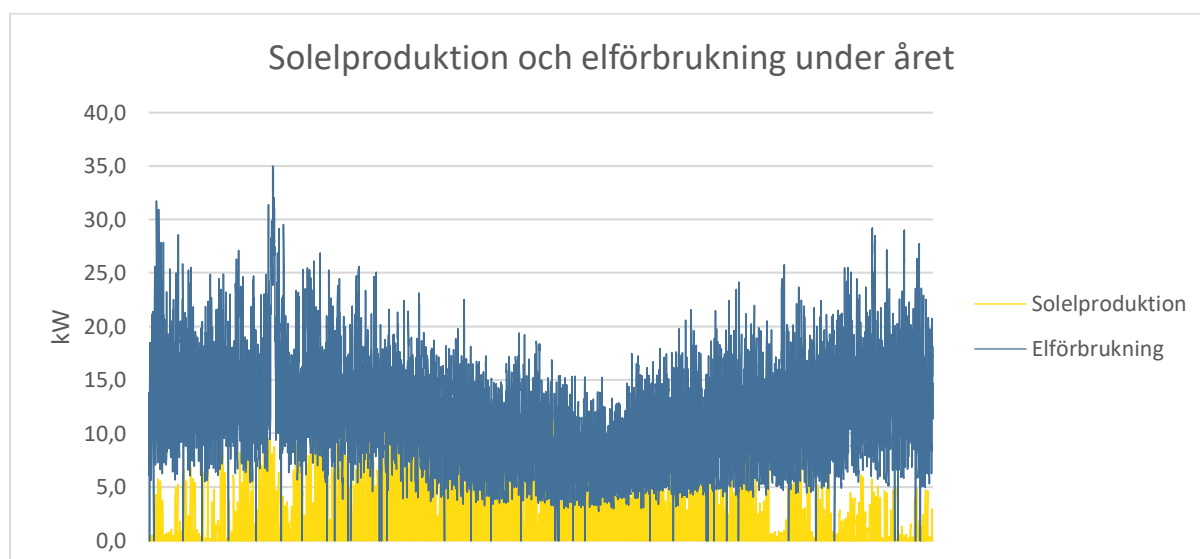


Figur 8: Driftutrymme för en solcellsanläggning på ca 50 kWt. Två växeloriktare a 20 kW och en undercentral är monterade på vägg. Strängkablar från solcellsmodulerna samt AC-kablar förläggs på en kabelstege under växeloriktarna. UC = undercentral.

## Elkonsumtion, elproduktion och egenanvändning

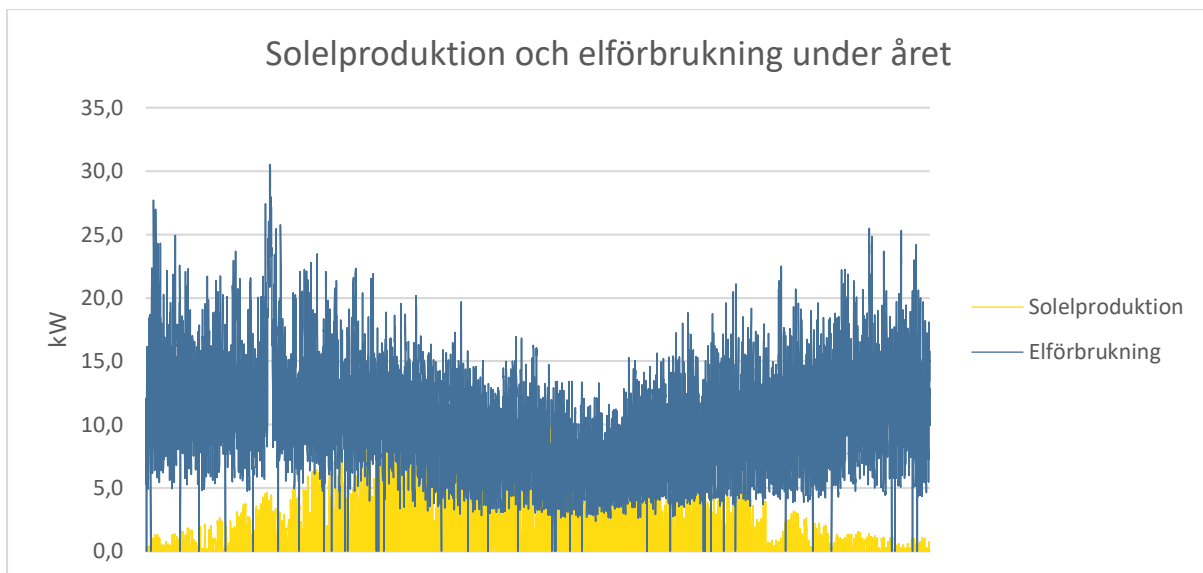
Här presenteras elproduktion- och konsumtionsdata för Systemförslag 1 och 2.

För **systemförslag 1**, där totalt ca 377 kW solceller installeras på 34 olika fastigheter och kopplas in innanför respektive fastighets mätaren för gemensamhetsel, kommer ca 96 % av elen att användas i fastigheterna. Ca 4 % av elen kommer alltså att matas ut på elnätet. Solcellerna på södertaken förväntas producera ca 1020 kWh/kW och år medan solcellerna på tak åt öst och väst förväntas producera ca 820 kWh/kW och år. Totalt förväntas ca 344 MWh solcellsel per år produceras, vilket motsvarar ca 12 % av Brf Skintebodalens totala elkonsumtion (som uppskattats till ca 2900 MWh). I Figur 9 visas prognostiserad elproduktion och elkonsumtion för fastighet Sösbacken 50. Förhållandet mellan solelproduktion och elkonsumtion är representativt för fastigheter med södervända tak om systemförslag 1 realiserar.



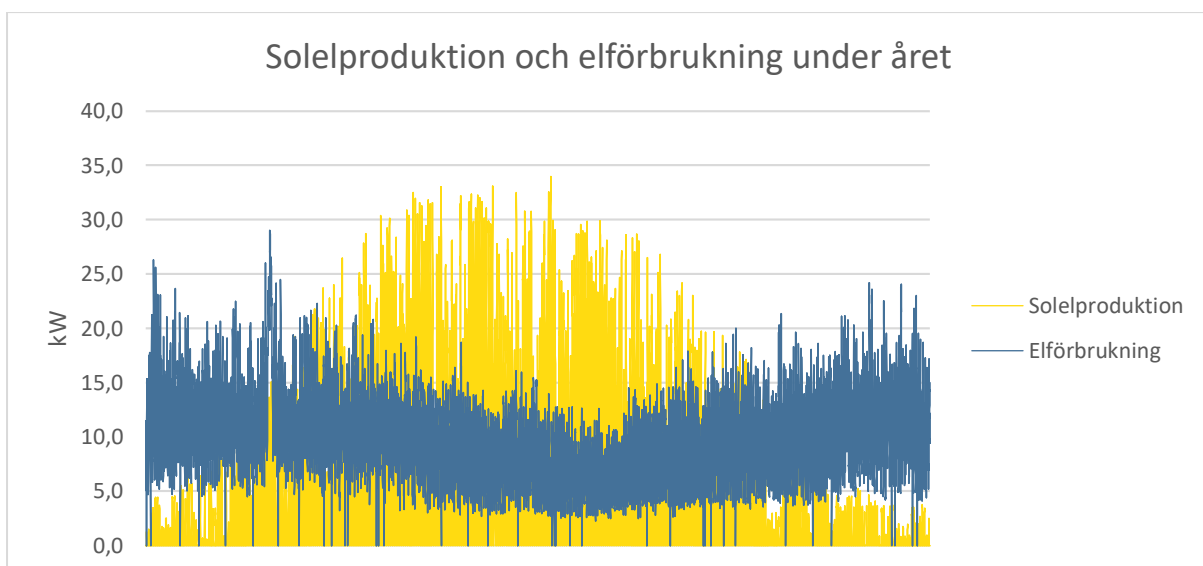
Figur 9: Prognostiserad solelproduktion för fastighet Sösbacken 50 enligt systemförslag 1 (15 kW solceller åt söder, 30° takvinkel) och tidigare års elkonsumtion för gemensam el i fastigheten (fastighetsel till uppvärmning, varmvatten etc.).

I Figur 10 visas prognostiserad elproduktion och elkonsumtion för fastighet Ängslyckan 51. Förhållandet mellan solelproduktion och elkonsumtion är representativt för fastigheter med öst- och västvända tak om systemförslag 1 realiserar.



Figur 10: Prognostiserad solelproduktion för fastighet Ängslyckan 51 enligt systemförslag 1 (16 kW solceller, 8 kW åt öst, 8 kW åt väst, 30° takvinkel) och uppskattad elkonsumtion för gemensam el i fastigheten (fastighetsel till uppvärmning, varmvatten etc.).

För **systemförslag 2**, där ca 54 kW solceller installeras på Backängen 27, kommer ca 55 % av elen att användas internt. Ca 45 % av elen kommer alltså att matas ut på elnätet. Totalt förväntas ca 44 MWh solcellsel per år produceras, vilket motsvarar ca 50 % av fastighetens totala elkonsumtion (som är ca 83 MWh). I Figur 11 visas prognostiserad elproduktion och elkonsumtion för fastighet Backängen 27.



Figur 11: Prognostiserad solelproduktion för fastighet Backängen 27 enligt systemförslag 2 (54 kW solceller, 29 kW åt öst, 25 kW åt väst, 30° takvinkel) och uppskattad elkonsumtion för gemensam el i fastigheten (fastighetsel till uppvärmning, varmvatten etc.).

## Teknisk sammanfattning

I Tabell 2 och Tabell 3 summeras information om systemförslag 1 respektive systemförslag 2.

Tabell 2: Teknisk sammanfattning för systemförslag 1, ca 377 kW.

<b>Systemförslag 1</b>		
Anläggningarnas totala storlek	377	kW uppdelat på 34 fastigheter
Antal moduler	1370	st
Årlig elproduktion	344	MWh/år
Specifik elproduktion	820–1020	kWh/kW
	910	kWh/kW i genomsnitt

Tabell 3: Teknisk sammanfattning för systemförslag 2.

<b>Systemförslag 2</b>		
Anläggningens storlek	54	kW
Antal moduler	199	st
Årlig elproduktion	44	kWh/år
Specifik elproduktion	820	kWh/kW

## 4. Ekonomi

De viktigaste parametrarna bakom ekonomin för ett solcellssystem är systemets kostnad, värdet på den el som produceras, systemets livslängd samt kalkylräntan.

När en solcellsanläggning byggs för att minska behovet av köpt el till en fastighet jämförs solcellsinvesteringen mot slutkundspriset på el. Vissa fasta abonnemangskostnader kan man inte påverka, men köper man in mindre el så slipper man betala alla rörliga kostnader för elhandel, elnät och även energiskatt. Utöver detta får man också intäkter från elcertifikat för den solel som produceras. Priset på både el och elcertifikat varierar, men summan av dessa komponenter är i storleksordningen 1 kr/kWh. Viktigt att notera är att abonnemangsformerna för gemensamhetselen i Brf Skintebodalens olika fastigheterna varierar, vissa har lägre rörliga elnätskostnad och högre fasta kostnader (effektabonnemang). Lönsamhetsberäkningarna har baserats på att abonnemang med abonnemangsform "enkel", vilket har en rörlig elnätskostnad på 19 öre/kWh, används i samtliga fastigheter.

Det i dagsläget finns ett generöst investeringsbidrag, som ger 30% rabatt på hela investeringen. Men det finns ett maxbelopp på 1,2 miljoner kr per anläggning, vilket gör att procentsatsen sjunker för anläggningar större än cirka 300–400 kW.

Kalkylverktyget som använts är "Investeringskalkyl för solceller" som utvecklats inom ramarna för forskningsprojektet med samma namn och som letts av MDH, Mälardalens Högskola. Antaganden som gjorts presenteras i Tabell 4 nedan.

Tabell 4: Ekonomiska antaganden.

Anläggningens livslängd	30	år
Elpris köpt el	0,96	kr/kWh
Elpris såld el (snitt 30 år)	0,40	kr/kWh (spotpris)
Skattereduktion för såld el	0,60	kr/kWh (om tillämpligt)
Pris elcertifikat	0,10	kr/kWh (för såld el)
Energiutbyte (år 1)	820–1020	kWh/kW (beroende på takyta)
Investeringskostnad (ca)	11 000 – 12 000	kr (systemförslag 1, 377 kW)
	11 500 – 12 500	kr (systemförslag 2, 54 kW)
Antal år med skattereduktion	10	år
Investeringsbidrag	30	%
Kalkylränta	3	%
Besiktning och utbildning	1700	kr (per fastighet)
Underhåll	500	kr (per fastighet och år)

Rådande lagstiftning för solelproduktion är just nu under översyn, och det finns därför viss osäkerhet kring ekonomiska förutsättningar framöver. Det finns dock en bred politisk vilja

att främja utbyggnaden av solelproduktionen i Sverige, vilket bör innebära en framtida lagstiftning som gynnar investeringar i solcellsanläggningar. Vad gäller investeringsbidraget gäller det till och med år 2020. Förmodligen kommer det att fasas ut inom kort, varför det är bra att söka stöd så fort som möjligt.

Under förstudiens gång framkom frågor om moms och krav på momsregistrering. För att Brf Skintebodalen inte skall behöva momsregistrera sig och betala moms för överskottsel som säljs får den årliga omsättningen, inklusive annan försäljning, inte överstiger 30 000 kronor per år. Omsättningen får inte heller ha överstigit 30 000 kronor under något av de två senaste beskattningsåren<sup>5</sup>. Om systemförslag 1 och 2 realiserar kommer ca 30 000 kWh matas ut på elnätet och säljas, där varje kWh normalt ger en ersättning på mellan 40 och 60 öre. Den utmatade elen kommer alltså sannolikt inte ge intäkter på mer än 30 000 kr per år under förutsättning att inte elhandelsföretaget/elnätsföretaget ger extra ersättning för solel. I det fall det visar sig att extra ersättning betalas för såld el och om det är viktigt att momsregistrering inte behöver göras bör anläggningssorlekarna ses över och eventuellt minskas ned något för att få ner mängden utmatad el. Det skall också tilläggas att majoriteten av anläggningarna i Systemförslag 1 i denna förstudie har dimensionerats utefter prognostiserad produktion och uppskattad konsumtion, vilket gör att mängden såld el inte kan prognostiseras på ett exakt sätt. Vidare beror ersättningsnivån på elpriset, vilket också kan variera. Om det blir aktuellt med momsregistrering innebär det en administrativ kostnad, ersättningen för den sålda elen i sig kommer ej att minska.

### Investeringskostnad, avkastning och återbetalningstid

Nedan presenteras de ekonomiska förutsättningarna för de två systemförslagen som rekommenderas.

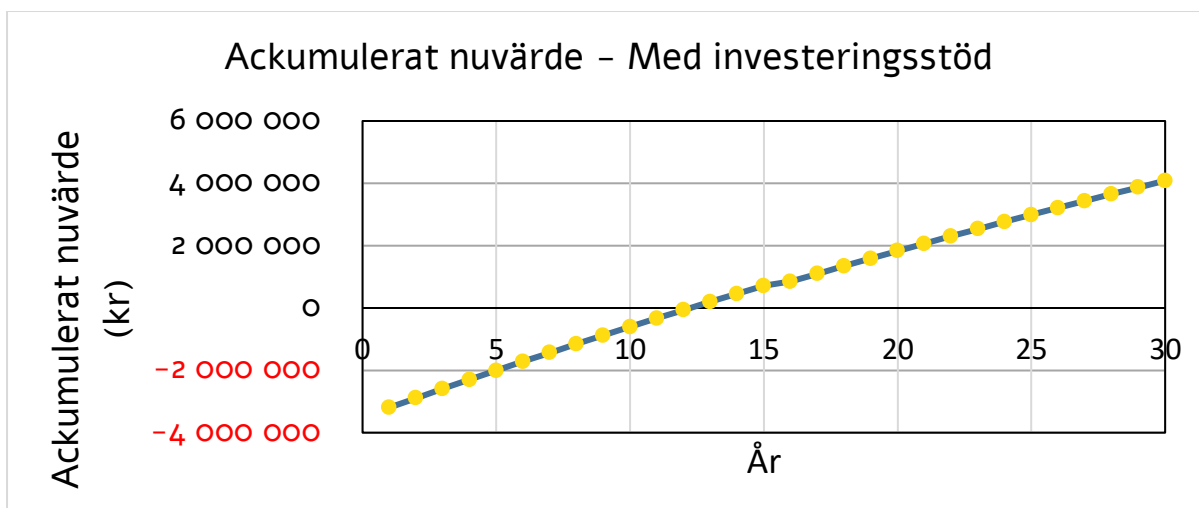
Investeringskostnaden för **systemförslag 1** – 377 kW, uppskattas till mellan 11 000 – 12 000 kr/kW, alltså totalt ca 4,1 – 4,5 miljoner. Återbetalningstid och avkastning *inklusive investeringsstöd* förväntas hamna på 12 år respektive 8,3 %. Återbetalningstid och avkastning *utan investeringsstöd* förväntas hamna på 17 år respektive 5,1 %.

Tabell 5: Resultat investeringskalkyl med investeringsstöd för systemförslag 1, 377 kW.

Nuvärde	+4 288 000	kr
Diskonterad återbetalningstid	12	år
Internränta (IRR)	8,3	%

I Figur 12 nedan presenteras det ackumulerade nuvärdet för systemförslag 1, 377 kW.

<sup>5</sup> <http://www.solelkommissionen.se/moms/>

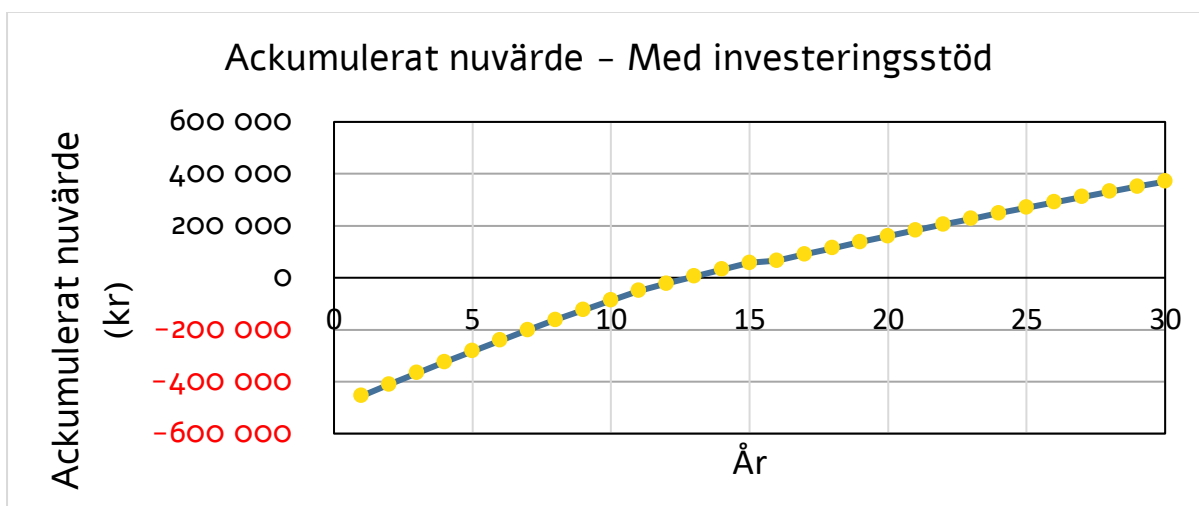


Figur 12: Ackumulerat nuvärde för systemförslag 1, 377 kW.

Investeringskostnaden för **systemförslag 2** – 54 kW, uppskattas till mellan 11 500 – 12 500 kr/kW, alltså totalt ca 620 000 – 675 000 kr. Återbetalningstid och avkastning *inklusive investeringsstöd* förväntas hamna på 12 år respektive 7,4 %. Återbetalningstid och avkastning *utan investeringsstöd* förväntas hamna på 21 år respektive 3,7 %.

Tabell 6: Resultat investeringskalkyl med investeringsstöd för systemförslag 2, 54 kW.

Nuvärde	+ 390 000 kr
Diskonterad återbetalningstid	12 år
Internränta (IRR)	7,4 %



Figur 13: Ackumulerat nuvärde för systemförslag 2, 54 kW.

## 5. Övrigt

### Skattereduktion

Från och med den 1 januari 2015 får mikroproducenter av el en skattereduktion på el som matas ut på elnätet och säljs<sup>6</sup>. Följande punkter sammanfattar lagen om skattereduktion för mikroproduktion av förnybar el:

1. Skattereduktion ges till mikroproducenter av förnybar el som har en säkring om högst 100 ampere.
2. Högst 30 000 kWh per år kan ge skattereduktion och reduktionen är på 60 öre/kWh. Utöver detta kan elen säljas och generera en intäkt.
3. Både privatpersoner och juridiska personer kan få skattereduktion.
4. Underlaget till skattereduktion utgörs av den mängd el som matats in i anslutningspunkten under beskattningsåret, dock högst så mycket som tagits ut från anslutningspunkten under året.

### Energiskatt

Om en solcellsanläggning är under 255 kW betalas ingen energiskatt för elen som produceras av solcellerna. Om en juridisk person har en eller flera anläggningar som var och en är större än 255 kW betalas energiskatt med 32,5 öre/kWh för producerad solel i den/dessa anläggningen. Om samma juridiska person även har anläggningar som är mindre än 255 kW betalas energiskatt på 0,5 öre/kWh för el från dessa mindre anläggningar. En översikt av energiskattereglerna illustreras i Figur 14 nedan.



Figur 14: Illustration av energiskatt på solel för olika fall.

<sup>6</sup> <http://www.solelkommissionen.se/skattereduktion/>

## Bygglov

Sedan 1 augusti 2018 är kravet på bygglov slopat för solceller som följer takets lutning.

## Brandsäkerhet

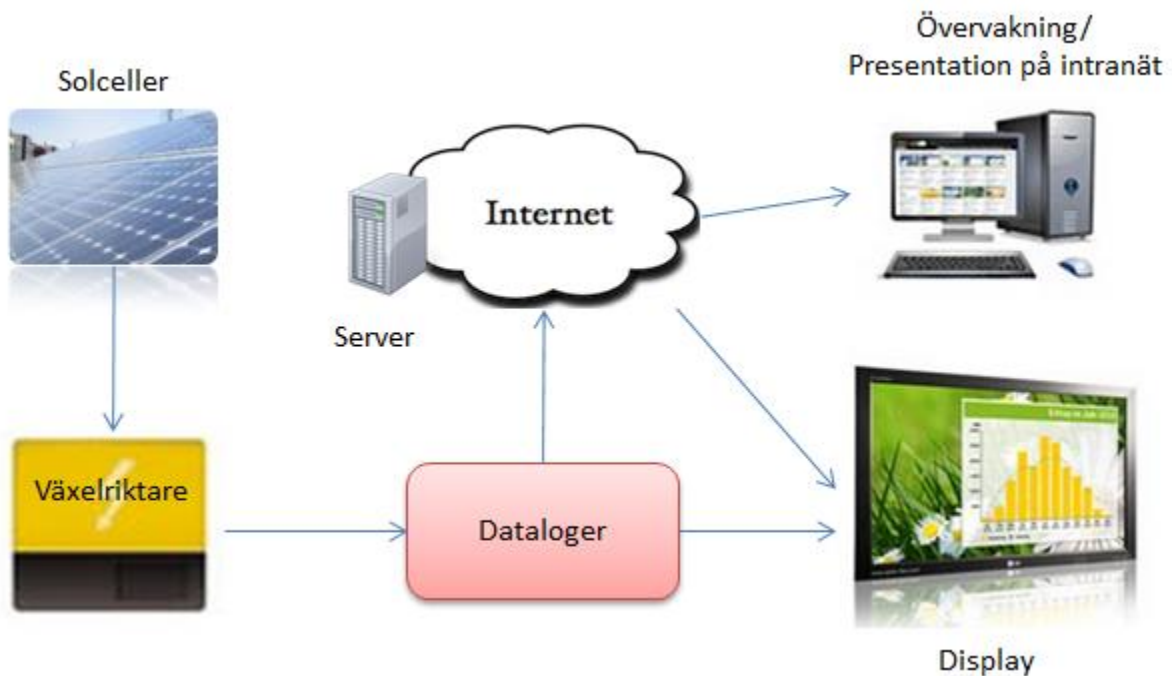
Börjar det brinna i en byggnad som har solceller innebär de likströmskablar som ansluter solcellerna till växelriktarna en risk för de som arbetar med släckning av branden. Brandskyddsföreningen, elsäkerhetsverket och räddningstjänsten har adresserat frågan i en arbetsgrupp som resulterat i vissa rekommendationer för byggnader med solceller. I korthet har man kommit fram till att man inte ska ha någon särskild fränkopplingsenhet för solcellsmodulerna då den utgör en riskfaktor i sig och under brand går det ändå inte att lita på att den fungerar. Man har dock lagt fram förslag på särskild skyltning av byggnader med solceller. I samband med upphandling bör man specificera att anläggningarna ska konstrueras och skyltas i enlighet med de rekommendationer som Brandskyddsföreningen tagit fram.

## Komponentval

Internationellt omsätter solcellsbranschen enorma belopp och det är idag en av de marknader som växer allra snabbast globalt. Detta gör att det finns en uppsjö av leverantörer av produkter och tjänster som håller en varierande kvalitet. Då solceller är en långsiktig investering är Solkompaniets rekommendation att använda kvalitetsprodukter från stora kända leverantörer. En merpart av solcellsmodulerna på marknaden kommer från Asien och där finns ett flertal stora tillverkare som håller hög kvalitet och även har dokumenterat bra villkor för personal och underleverantörer.

## Övervakning, loggning och visualisering

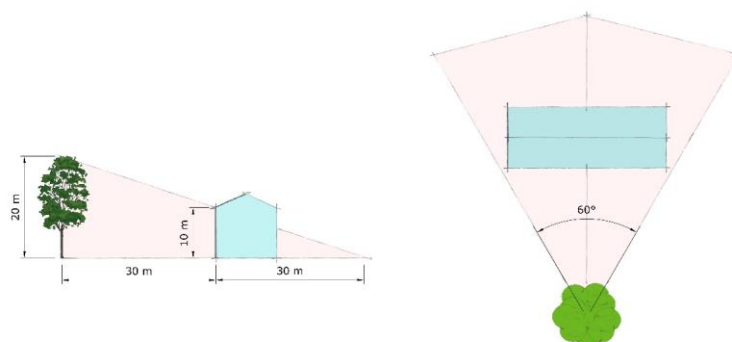
För att övervaka och visa produktionsdata från en solcellsanläggning används i första hand en datalogger som kopplas till växelriktaren. Moderna växelriktare har ofta egna loggers, men det finns även oberoende aktörer som har produkter som är kompatibla med de flesta växelriktarna. Solar Log är ett exempel på en sådan produkt. Dataloggern ansluts till internet och laddar kontinuerligt upp driftsdata till en server. Via en webbsida tillhandahålls produktionsdata och övrig driftsinformation som behövs för att kunna göra utvärderingar och analyser. För att visa driftsdata ansluts en display till dataloggern. Enkla LCD-displayer kan i vissa fall anslutas direkt till dataloggern medan mer avancerade ansluts till servern via internet, se figur nedan.



Figur 15: Hantering av data för övervakning och visualisering.

## Skuggning

Vanliga solcellssystem, med centrala växelriktare, är oerhört känsliga för skuggning. Det är därmed nödvändigt att undvika skuggning även av enstaka moduler. En riktlinje är att solceller inte bör placeras närmare än tre gånger det skuggande föremålets höjd i en sektor  $\pm 30$  grader relativt norr, se figuren nedan. Höga träd och skuggande hus kan kraftigt påverka möjligheterna att installera solceller på närliggande tak. Många av våra vanliga svenska träd blir över 20 meter höga och kan göra lägre tak obrukbara för solelproduktion. Andra skuggande objekt kan utgöras av takinstallationer och höjdskillnader mellan olika takytor.



Figur 16: För att begränsa produktionsbortfall till följd av skuggning är en bra tumregel att inte placera solceller närmare än tre gånger det skuggande föremålets höjd i en sektor som är  $\pm 30$  grader relativt norr.

## Solceller och miljö

Trots att syftet med solceller oftast är att värna om miljön gäller det att inte glömma bort att solcellerna själva har en miljöbelastning från framställningen och de material de

innehåller. När det gäller tillverkningsprocessen så är den visserligen energikrävande men man har sedan länge konstaterat att solceller ger tillbaka långt mer energi när de väl är i drift. Detta brukar mätas genom så kallad energiåterbetalningstid, det vill säga hur lång tid det tar för solcellen att betala tillbaka den energi som gick åt vid tillverkningen. För kristallina solceller i norra Europa ligger den enligt olika studier på ungefär 2–3 år och bedömningen är att den tiden kommer förkortas med effektiviseringsåtgärder och större tillverkningsserier. Om dessa 2–3 år ställs mot beräknad livslängd på 30 år ser man att solceller kan ge 10 gånger mer energi än de kostar. Livscykelutsläppen ligger idag på ca. 30 g CO<sub>2</sub>e/kWh och sjunker med cirka 20% varje gång marknaden fördubblas. Det innebär att utsläppen inom en tioårsperiod förväntas ligga runt 15 g CO<sub>2</sub>e/kWh vilket är i linje med vindkraften.

En annan relevant hållbarhetsfråga är miljö- och hälsoaspekter kopplade till material och återvinning, vilket till stor del beror på vilken typ av solceller det handlar om. Kiselbaserade solceller är idag den dominerande tekniken. Kiselbaserade solceller utgör cirka 90% av världsmarknaden och bedöms enligt en ny studie från MIT behålla en dominerande position även kommande decennium, inte minst på grund av materialutmaningar hos andra tekniker. En del av anledningen är just ingående material. Kisel är ett av de vanligaste ämnena i jordskorpan och är dessutom inte giftigt. Även om det finns andra och mer problematiska material i kiselceller (såsom fosforsyra och borsyra som används för att dopa solcellerna, omvandlingen till triklorsilan vid reningsprocessen, samt silver i kontakter) spås detta inte vara något hinder för att kiselbaserade solceller ska kunna implementeras i terrawattskala (den skala som behövs för att solceller ska kunna bidra meningsfullt till att lösa klimat- och energiomställningsproblemen). Däremot gäller det att se upp vad gäller arbetsmiljön, särskilt i länder där arbetsmiljöskyddet är svagt då exempelvis silangas både är giftigt och explosivt. När det gäller arbetsmiljö kan också brytning och bearbetning av kisel vara en fara då det ger upphov till damm som i sin tur kan ge silikos/stenlunga om man vistas i det.

Tunnfilmssolceller innehåller tunnare skikt av de aktiva halvledande materialen, men i gengäld en större andel farliga och ovanliga ämnen. Ett exempel är tunnfilmssolceller uppbyggda av lager av kadmiumtellurid (CdTe) och kadmiumsulfid (CdS). Kadmium som är mycket giftigt och cancerframkallande är en biprodukt från gruvbrytning av zink, och används främst i batterier och solceller. Den sällsynta metallen tellur, ungefär samma förekomst i jordskorpan som guld, är en biprodukt från koppar, bly- och guldbrytning, och den bristande tillgången kan på sikt visa sig vara en flaskhals för denna typ av solceller.

Det bättre miljöalternativet utifrån ovanstående resonemang är kiselceller, både sett ur ett resursperspektiv och ett kemikalieperspektiv. Det finns mycket bra miljöinformation om solceller på branchorganisationen Svensk Solenergi:s hemsida, <https://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/klimatpaverkan>

## Återvinning

De flesta tillverkare av solceller är idag anslutna till PVCycle som tar in och återvinner solcellsmoduler inom EU. De hävdar själva att de för kiselsolceller kan uppnå 90% återvinningsgrad samt 97% för övriga tekniker. Siffrorna ligger i linje med tidigare redovisade siffror från både forskning och enskilda tillverkare. Eftersom återvinning av solceller knappt har kommit igång ännu, vilket beror på att den absoluta merparten av alla solceller som någonsin installerats är fortfarande i full produktion, har systemen inte satts på prov ännu. Man kan förvänta sig stora förbättringar i processen när återvinningen kommer igång i full skala inom något decennium.

Det man kan räkna med förutom återvinning är att många solceller kommer gå till återbruk, och en så-kallad "refurbished" marknad finns exempelvis redan i Tyskland.

## APPENDIX 1

### Fler möjligheter gällande solceller på Brf Skintebodalen

Som ett nästa steg, efter att solceller har installerats enligt systemförslag 1 och 2 i denna förstudie, skulle ytterligare solceller kunna installeras där elen går till bostadsrättsinnehavarna. Detta skulle kunna vara lönsamt för bostadsrättsinnehavarna, alternativt för bostadsrättsinnehavarna och föreningen, men det är inte helt enkelt rent administrativt och regelmässigt. En vidare utredning kring detta, både vad gäller affärsmodeller, praktiska lösningar och juridiska/regelmässiga och upplägg, rekommenderas innan man går vidare. Det är få liknande lösningar som implementerats i Sverige tidigare. Nedan följer ett antal punkter som bör beaktas/kan vara användbara om man vill titta vidare på en lösning där bostadsrättsinnehavarna tar del av solelen.

- Om el skall komma bostadsrättsinnehavarna till del är det både ur praktiskt- och lönsamhetsmässigt perspektiv bra om bostadsrättsinnehavarnas abonnemang slås ihop till ett större abonnemang för respektive fastighet, d.v.s. en övergång till s.k. kollektivmätning. Förslagsvis startar och ansvarar föreningen för det nya gemensamma abonnemanget. De befintliga mätarna för respektive bostadsrätt köps loss från nätägaren och kan, om så bestäms, användas av föreningen för att debitera bostadsrättsinnehavarna för den el de använder. Mät- och debiteringstjänsten kan vid behov köpas av extern leverantör som även, i det fall det behövs, kan sätter upp nya elmätare och upprätta underlag för fakturering. Elkostnaden läggs förslagsvis till som en extra kostnad på den nuvarande fakturan för boendekostnad. Övergången till kollektivmätning möjliggör att solcellselen kan matas in innanför den nya gemensamma abonnemangets mätare men utanför undermätarna (mätarna för varje bostadsrättsinnehavare).
- Det finns generellt mycket plats kvar på taken för ytterligare solceller utöver den plats som föreslås användas för systemförslag 1 och 2 i denna förstudie.
- Om föreningen skaffar solceller på sina fastigheter där solelen säljs till hyresgästerna **måste föreningen ta ut moms på elen**<sup>7</sup>. Detta blir en extra kostnad och en extra administration. Ett sätt att undvika momskravet i detta sammanhang är att låta elen ingå i hyran, då behöver moms inte tas ut. Det blir både enklare och en bättre affär för föreningen, men man tappar hyresgästernas incitament att spara el.

---

<sup>7</sup> <https://www.sabo.se/nya-besked-om-moms-pa-solel-och-imd/>

- Solelen som säljs till bostadsrättsinnehavare **beläggs inte med energiskatt** om man har en anslutningspunkt för bostadsrättsinnehavarna (vilket är fallet vid övergång till kollektivmätning)<sup>8</sup>.
- Rent juridiskt förlorar bostadsrättsinnehavarna vissa rättigheter vid övergång till kollektivmätning, t.ex. rätten att själv byta elhandlare, rätten till skadestånd vid elavbrott och rätten att få elmätaren kontrollerad av elnätbolaget om fel misstänkts. Dock kan föreningen avtala om dessa delar med elnätsföretaget och i sina stadgar tydligt ange vilka rättigheter och skyldigheter enskilda bostadsrättsinnehavare ska ha gentemot föreningen gällande dessa frågor. Fördelen är att en förening blir en starkare röst gentemot elnätbolaget i förhandlingssituationer.

---

<sup>8</sup> <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/368211.html?date=2018-02-09>

## APPENDIX 2

### Förkortningar

AC = alternating current, växelström

DC = direct current, likström

kW = kilowatt installerad toppeffekt. Ibland används engelskans kWp, kilowatt peak eller svenskans kWt, kilowatt tak/topp. Avser den effekt som solcellerna kan producera vid standardiserade testförhållanden, STC, Standard Test Conditions.

kWh = kilowattimmar



<b>Stockholm</b>	<b>Göteborg</b>	<b>Örebro</b>
08-400 267 50	031-83 67 50	019-30 87 50

[info@solkompaniet.se](mailto:info@solkompaniet.se) [www.solkompaniet.se](http://www.solkompaniet.se)