



MILJÖFÖRVALTNINGEN
ENERGICENTRUM
104 20 Stockholm

Energicentrum vid Miljöförvaltningen, Stockholm Stad

Fallstudie av produktion och kostnader för två av stadens solcellsanläggningar

Juli 2012

Foto: Sara Nilsson, Micasa AB



Beställare:
Nicolas Heyum
Energicentrum i Stockholms stad

Utförare:
Energibanken i Jättendal AB
Johan Paradis
(+46) 739-08 44 08
johan@energibanken.se
www.energibanken.se



1. Sammanfattning

I denna fallstudie utvärderas kostnaden för solel för två av Stockholms stads befintliga solcellsanläggningar. Med en investeringsnivå gällande för den svenska marknaden idag blir kostnaden för elen 1,04-1,60 kronor i fast pris under de närmsta 30 åren. Detta pris bör då jämföras med kostnaden för den inköpta elen som Stockholms stad idag betalar ca 1-1,20 kronor för.

Vid en årlig elprisökning på två till tre procent mot slutkund är solcellsanläggningar lönsamma att investera i dag, utan att ta del av det statliga stödet.

Som jämförelse bör nämnas att elpris mot slutkund ökade i snitt med 6 procent per år under perioden 2000-2011.

I och med att solcellsinstallationer saknar rörliga delar, är en standardprodukt med fler än en miljon installerade anläggningar i Tyskland och har funnits på marknaden i mer än trettio år bör solceller ses som en investering med låg risk.

2. Introduktion

Stockholms stad har installerat flera solcellsanläggningar genom åren. I denna rapport utvärderas produktionen för två av de senare installationerna.

För dessa två exempel beräknas sedan en kostnad för den producerade solcellselen där dagspriset för en liknande anläggning har uppskattats.

3. Solcellsanläggningarna

- **Körsbärgsgården, Micasa**

Den första anläggningen är placerad på taket till äldreboendet Körsbärgsgården och den tillhör Micasa. Modulerna är monterade i platstråg som i sin tur är säkrade i taket.



Figur 1. Bilder av installationen. Foto: Sara Nilsson, Micasa

Anläggningens installerade effekt är 29,9 kW, vilket motsvarar en aktiv solcellsyta på ca 210 kvadratmeter. Anläggningen driftsattes 17:e september 2010.

Installationen fick 55 procent statligt stöd och kostnaden efter stöd var 20,0 tusen kronor per installerad kW. Totala kostnaden efter stöd var 587 tusen kronor.

Idag beräknas en liknande anläggning kosta ca 16 tusen kronor per installerad kW utan stöd.

- **Surbrunnsgatan 66, Svenska Bostäder**

Den andra anläggningen är placerad på taket där Svenska Bostäders hade sitt kontor vid Odenplan. Modulerna är monterade på tegeltaket i takets lutning.

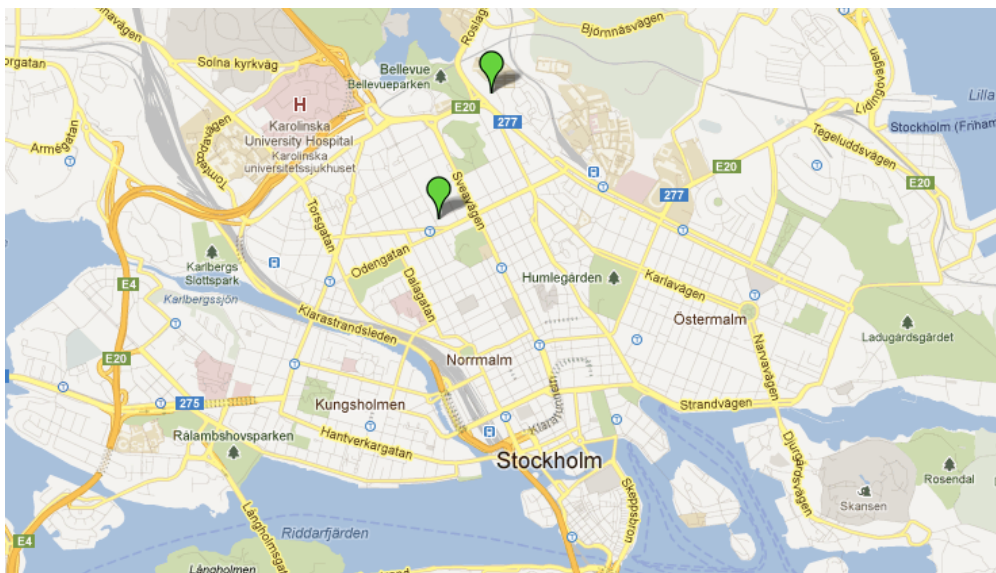


Figur 2. Bilder av installationen på Surbrunnsgatan 66.

Anläggningens installerade effekt är 19,4 kW, vilket motsvarar en aktiv solcellsytta på ca 150 kvadratmeter. Anläggningen driftsattes 29:e juni 2010.

Installationen fick 55 procent statligt stöd och kostnaden efter stöd var 19,6 tusen kronor per installerad kW. Totala kostnaden efter stöd var 388 tusen kronor.

Idag beräknas en liknande anläggning kosta ca 15 tusen kronor per installerad kW utan stöd.



Figur 3. Karta med de två installationerna utpekade. Kartan finns även på följande länk: <http://g.co/maps/dqre4>

4. Produktion

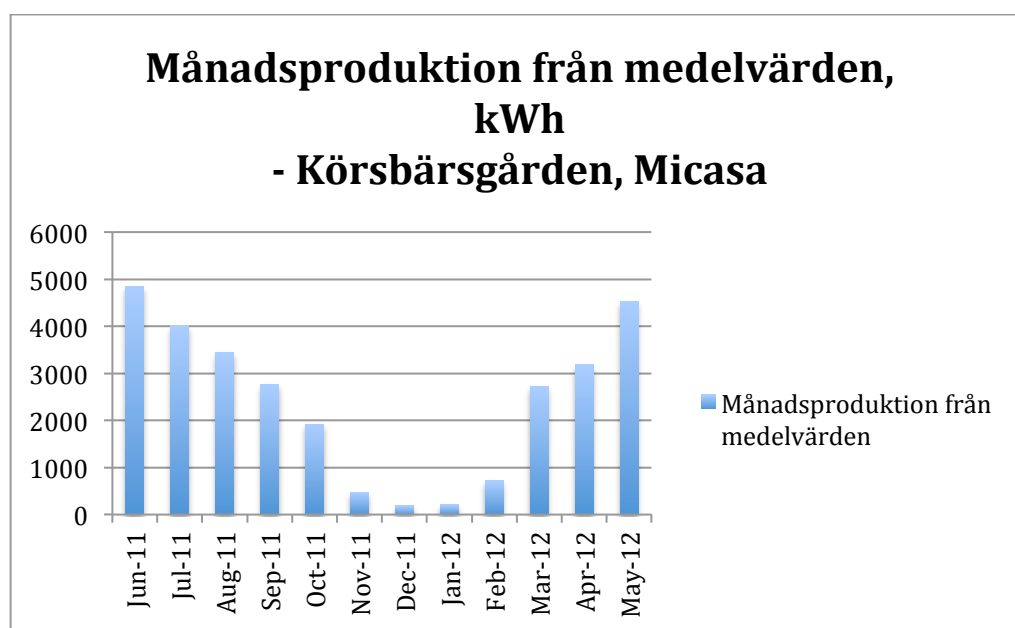
För att jämföra produktion mellan anläggningar normeras produktionen i kWh till produktion per installerad effekt, kWh/kW. För en anläggning i Sverige är normalproduktionen mellan 800 till 1100 kWh/kW per år.

Från och med den 11 maj 2011 sker en automatiserad insamling och rapportering från de båda anläggningarna. Insamlingen publiceras publikt på www.soldata.se och sköts av Rejlers energitjänster där data samlas in via elmätare med hög noggrannhet. Produktionen har mätts under ett helår från den första juni 2011. Viss data har gått förlorad och därför har ett medelvärde för varje månad räknats ut. På detta sätt korrigeras felkällan för den data som fallit bort. Tillgången på data var 95 procent och hämtades från www.soldata.se.

För jämförelse mellan år bör nämnas att solinstrålning varierar mellan åren. Enligt data från SMHI var instrålningen under perioden 3,5 fem procent högre än medelvärdet sen mätningarna började 1922.

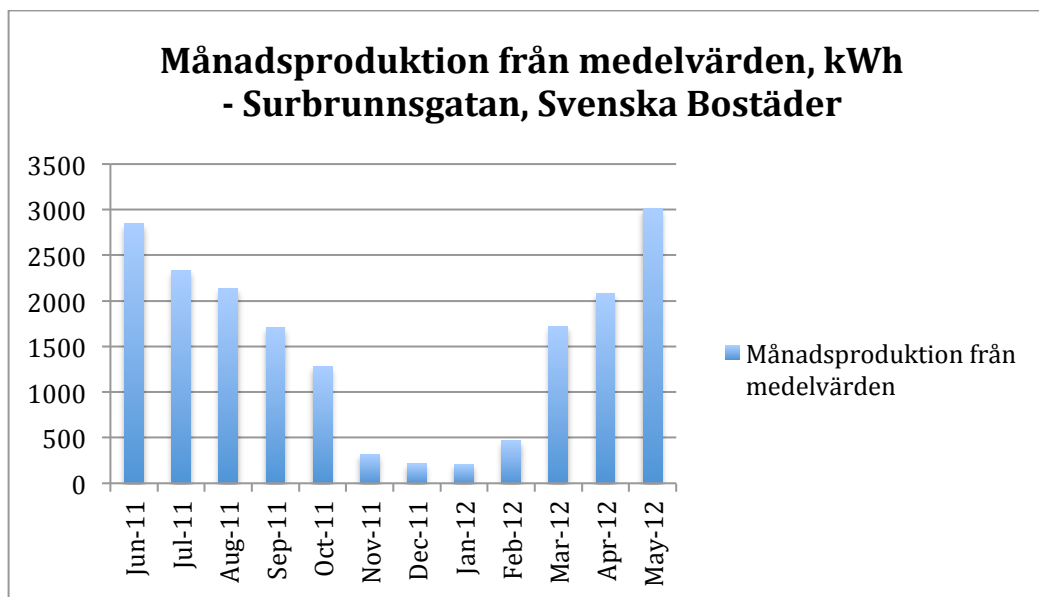
- **Körsbärsgården, Micasa**

Helårsvärde för Körsbärsgården var under perioden 29 000 kWh. Då den installerade effekten är 29,9 kW blir den normerade produktionen 969 kWh/kW per år. Med korrigering för den ökade solinstrålningen under perioden blir värdet 937 kWh/kW.



- **Surbrunnsgatan, Svenska Bostäder**

Helårsvärde för Surbrunnsgatan var under perioden 18 300 kWh. Då den installerade effekten är 19,4 kW blir den normerade produktionen 943 kWh/kW per år. Med korrigering för den ökade solinstrålningen under perioden blir värdet 911 kWh/kW.



5. Kalkyl för solelkostnad

Genom att använda annuitetsfaktorn går det att dela upp kostnaderna per år under anläggningens ekonomiska livstid och därigenom få fram ett pris på solcellselen i dagens penningvärde. Det framräknade elpriset beror på en mängd faktorer där investeringskostnaden, produktionen, beräknad livslängd och avkastningskravet på anläggningen är de viktigaste faktorerna. För anläggningarna i fallstudien har kostnaden simulerats med dess produktion normerad efter ett normalt instrålningsår och priset för en liknande anläggning i dagsläget.

Tre olika nivåer av avkastningskrav har beräknats. De tre nivåerna är tre, fem eller sju procent.

Ett lättbegripligt sätt att se det på det är att man binder sitt elpris under anläggningens livstid, cirka 30 år.

Observera att den tekniska livslängden kan överstiga den ekonomiska avskrivningstiden, med resultatet att kostnaden för elen då blir "noll".

För Körbärsgården blir det framräknade kostnaden för solcellselen 1,07-1,60 kr per kWh

För Surbrunnsgatan blir det framräknade kostnaden för solcellselen 1,04-1,56 kr per kWh för de tre olika nivåerna på avkastningskrav. Priset är exklusive moms.

Se bifogade kalkylblad för uträkningar

- **Information om bifogad uträkning av elpris**

I den bifogade kalkylbladet "**Kostnad solcellsel**" har elpriset per producerad kWh solcellsel beräknats. Genom att använda annuitetsfaktorn går det att dela upp kostnaderna per år under anläggningens ekonomiska livstid och därigenom få fram ett pris på solcellselen i dagens penningvärde. Det framräknade elpriset beror på en mängd faktorer där investeringskostnaden, produktionen, beräknad livslängd och avkastningskravet på anläggningen är de viktigaste faktorerna. De fält som är markerade i gult är de variabler som påverkar priset.

Initial produktion, kWh/kW

Den initiala produktionen för anläggning enligt uppmätta värden, se **kap 4. Produktion**. Siffran anges i kWh per installerad effekt och år. Solcellsanläggningar i Sverige ger ca 800-1100 kWh/kW och år under ett år med normal solinstrålning. Se www.soldata.se för verkliga exempel från hela Sverige.

Del-/Systemkostnad

För dessa anläggningar bör systemkostnaden per installerad kW vara cirka 15-16 tusen kronor för en nyckelfärdig anläggning med fem års systemgaranti.

Avskrivningstid

Samtliga avskrivningstider är ekonomiska avskrivningstider där moduler, växelriktare och övrigt material är avskrivna i bokföringen och restvärdet är noll. Den tekniska livslängden kan överstiga den ekonomiska avskrivningstiden. För växelriktare är avskrivningstiden 10 år, då de innehåller känslig elektronik.

Avkastningskrav alt kalkylränta

Kalkylräntan ska avspegla risken i projektet eller ett internt avkastningskrav. Tre olika nivåer av avkastningskrav har beräknats. I och med att solcellsinstallationer saknar rörliga delar, det är en standardprodukt med fler än en miljon installerade anläggningar i Tyskland och har funnits på marknaden i mer än trettio år bör solceller ses som en investering med låg risk.

Degradering av solcellsmoduler

De flesta solcellsleverantörer lämnar en effektgaranti att modulerna kommer att producera 80 procent av sin ursprungliga effekt efter 25 år. Befintliga installationer visar på att degraderingen av solceller ligger mellan 0 och 1 procent per år.

Service/underhåll

Servicekostnaden är schablonmässigt satt till 70 kr per kW och år.

6. Tillägg

Under 2012 kommer ytterligare fyra av Stockholms stads solcellsanläggningar utrustas med mätning av produktion och kommer att anslutas till Soldata.se. De anläggningarna som utrustas är Åkeshovs simhall, Ågesta ridhus, Stadsteatern och Vällingby Brandstation.

Kostnad solcellsel, ex moms, Körsbärsgården

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

937 Se www.soldata.se för fler verkliga exempel.

Degradering

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

Medelproduktion över solcellernas livslängd

med hänsyn till degradering, kWh/kW

870

Avkastningskrav alt kalkylränta

3% 5% 7%

Systemkostnad, nyckelfärdig, kkr/kW

16 Fördelat enligt delkostnader nedan:

	delkostnad/kW, kkr	Avskrivningstid	Annuitetskostnad, kr/kWh		
Material - solceller	7	30	0.41	0.52	0.65
Material - växelriktare	2	10	0.27	0.30	0.33
Material - övrigt	4	30	0.23	0.30	0.37
Arbete	3	30	0.18	0.22	0.28
			1.09	1.34	1.62
Service/underhåll	70	kr/kW och år	0.08	0.08	0.08
Totalt, kr/kWh exl moms			1.17	1.43	1.70

Elkostnad efter elcertifikat, kr/kWh exl moms

1.07 1.33 1.60

Annuitetsfaktorn k beräknas enligt:

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

där: p = kalkylränta; n = avskrivningstid

Övrigt

En anläggning är berättigad elcertifikat under femton års tid, vilket minskar kostnaden med ca 10 öre/kWh över en 30 års period.

Normal återbetalningstid för tak/takinstallation är satt till 30 år.

Annuitetskostnad beräknas enligt:

Annuitetskostnad = k * delkostnad/årlig elprod

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



juli 2012
Johan Paradis, Energibanken
0739-084408

Kostnad solcellsel, ex moms, Surbrunnsgatan

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

911 Se www.soldata.se för fler verkliga exempel.

Degradering

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

Medelproduktion över solcellernas livslängd

med hänsyn till degradering, kWh/kW

846

Avkastningskrav alt kalkylränta

3% 5% 7%

Systemkostnad, nyckelfärdig, kkr/kW

15 Fördelat enligt delkostnader nedan:

	delkostnad/kW, kkr	Avskrivningstid	Annuitetskostnad, kr/kWh		
Material - solceller	7	30	0.42	0.54	0.67
Material - växelriktare	2	10	0.28	0.31	0.34
Material - övrigt	3	30	0.18	0.23	0.29
Arbete	3	30	0.18	0.23	0.29
			1.06	1.31	1.58
Service/underhåll	70	kr/kW och år	0.08	0.08	0.08
Totalt, kr/kWh exl moms			1.14	1.39	1.66

Elkostnad efter elcertifikat, kr/kWh exl moms

1.04 1.29 1.56

Annuitetsfaktorn k beräknas enligt:

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

där: p = kalkylränta; n = avskrivningstid

Övrigt

En anläggning är berättigad elcertifikat under femton års tid, vilket minskar kostnaden med ca 10 öre/kWh över en 30 års period.

Normal återbetalningstid för tak/takinstallation är satt till 30 år.

Annuitetskostnad beräknas enligt:

Annuitetskostnad = k * delkostnad/årlig elprod

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



juli 2012
Johan Paradis, Energibanken
0739-084408