

## Solceller för elproduktion vid Stockholm Vattens Dricksvattenverk

- Undersökning av möjligheter och kostnader



Peder Häggström  
Vattenproduktion Processutveckling  
Stockholm Vatten VA AB

## Innehåll

Slutsatser .....	3
Sammanfattning .....	3
Uppdraget.....	5
Beskrivning av förutsättningarna på vattenverken.....	5
Norsborgs Vattenverk .....	5
Lovö Vattenverk .....	6
Kontakt med leverantörer .....	6
Glacell .....	7
Sol & Energiteknik .....	8
Solarit AB .....	9
Statligt stöd för installation av solceller .....	10
Andra uppskattningar av effekt- och energiuttag samt kostnader.....	10
Solfångare för produktion av varmvatten.....	11
Solcellsinstallationer i Stockholm.....	11
Bilaga 1. Sol och Energiteknik.....	12
Bilaga 2. Solarit.....	18
Bilaga 3. Stöd till solceller.....	21
Bilaga 4. Energimyndighetens solcellstest .....	22
Bilaga 5. Energimyndighetens Bra att veta .....	24

## Slutsatser

Studien visar att det finns förutsättningar för installation av solceller på vattenverken och att den elenergi som kan erhållas skulle kunna ersätta upp till någon procent av vattenverkens totala energibehov. Investeringskostnaden hamnar i (mång)miljonklassen med en återbetalningstid kring 20 år. Förutsatt att livslängden så systemen uppnår de 30 år som anges av branschen torde det därefter finnas utrymme för besparingar. Upp till 35 % av investeringskostnaden (max 1,2 miljoner) kan idag erhållas som bidrag från Energimyndigheten, vilket talar för att en investering på mellan 3-4 miljoner skulle kunna utgöra det lönsammaste alternativet. Förutom de ekonomiska aspekterna finns även en miljöaspekt att ta hänsyn till liksom stadens övergripande mål för användningen av förnyelsebar energi.

Tekniken med elproduktion från solceller är under utveckling där effektivare system och lägre priser kan förväntas i framtiden. Detta tillsammans med ett högre energipris kan på sikt göra en investering i solceller mer lönsam. Vårt beslut är därför att i nuläget inte investera i solceller utan följa utvecklingen och eventuellt installera en mindre försöksanläggning för att lära oss tekniken, få drifterfarenheter och en bild av underhållsbehovet.

## Sammanfattning

Denna studie baseras främst på underlag från tre solcellsleverantörer; Glacell, Sol och Energiteknik samt Solarit AB. Leverantörerna har valts med utgångspunkt i Energimyndighetens Testlabs undersökning av solcellssystem, se bilaga 4.

Företagen har bedömt vilka ytor på Lovö- respektive Norsborgs Vattenverk som skulle kunna tas i anspråk för elproduktion från solceller. Företagen har räknat på lite olika tänkbara ytor och därigenom skiljer sig även deras bedömningar åt avseende vilken total effekt som är möjligt att installera och vilken mängd energi som kan produceras. Inget av företagen varit på plats och kunnat detaljprojektera vilket ger viss osäkerhet i dimensioneringen, placeringen och för kostnadsuppskattningen. Ett av företagen har förutom takytorna även beaktat en större markyta på Norsborgs Vattenverk (redovisas inom parentes i tabellen nedan).

Bedömningarna av potentialen för elproduktion på vattenverken varierar stort, mellan 400 och 1870 kW, eller 380 och 1665 MWh/år. Denna elproduktion motsvarar mellan 0,8 och 3 % av vattenverkens totala elbehov.

Med dagens elpris på ca 850 kr per MWh (elpris 42 öre/kWh, elskatt 29,3 öre/kWh, elcertifikat 3 öre/kWh, nätkostnad 10,3 öre/kWh) innebär investeringskostnaden en återbetalningstid (räntekostnader, avskrivningar, prisutvecklingen på elmarknaden etc har ej beaktats) på mellan 14 och 26 år. Därefter skulle en besparing på i storleksordningen 300 000 – 1 000 000 kr kunna göras årligen under återstoden av systemens livslängd (enligt branschen är livslängden kring 30 år).

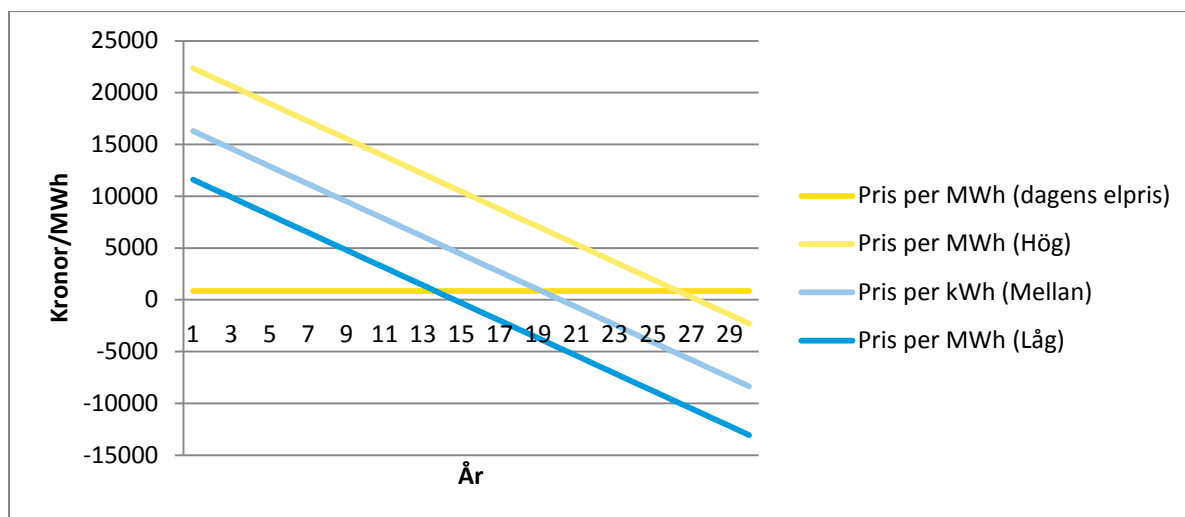
För att lättare kunna jämföra leverantörerna används uttrycket investeringskostnad/producerad MWh, ett uttryck som enbart ska användas just för jämförelse av

investeringskostnaden. För att få en bild av vad investeringen innebär ekonomiskt måste systemets livslängd tas med i beräkningen, och kostnaden per producerad MWh blir således successivt lägre för varje år som systemet producerar el. Med branschens angivna livslängd på 30 år blir kostnaden per MWh över systemets hela livslängd 1/30 av detta värde. Nedanstående tabell sammanfattar bedömt effektuttag, elproduktion och investeringskostnad samt återbetalningstid, investeringskostnad/kW och jämförelsetalet investeringskostnad/MWh.

	Effekt (kW)		Elproduktion (MWh/år)		Inv.-kostnad (miljon)	Återbet.tid (år)	Inv.kostnad / kW	Inv.kostnad / MWh (år 1)
	Norsborg	Lövö	Norsborg	Lövö				
<b>Glacell*</b>	400	280	360	252	9-10	17,3 – 19,2	13200-14700	14700-16300
<b>Sol &amp; Energiteknik</b>	223	176	213	167	4,4-4,8	13,6 – 14,8	11000-12000	11600-12600
<b>Solarit AB**</b>	457	390	373	350	12,9	17,8-26,3	14000-16000	15150-22350
	(1477)***		(1315)***		(27,2)***			

\* totalentreprenad (lågspänning), \*\* totalpris (högspänning), \*\*\*inkluderar markmonterat system

I figuren nedan visas kostnaden per producerad MWh för det dyraste, mellersta och billigaste alternativet fördelat över systemets förväntade livslängd på 30 år, jämfört med dagens elpris. Det dyraste alternativet avser den minst gynnsamma installationsplatsen, totalpris inkl montage och kringutrustning samt inkoppling på högspänning. Mellanalternativet innefattar totalentreprenad men inkoppling på lågspänning och det billigaste alternativet innefattar enbart materialkostnaden. Beräkningarna är liksom de ovan inte justerade för räntekostnader, avskrivningar, prisutvecklingen på elmarknaden etc.



Energimyndigheten ger stöd till installation av solceller. Stödet har ett tak på 1,2 miljoner kronor per solcellssystem. De stödberättigande kostnaderna får maximalt uppgå till 37 000 kronor plus moms per installerad kilowatt elektrisk topp effekt och stödnivån är maximalt 35 procent av investeringskostnaden. I föreliggande rapport hamnar kostnaden per installerad kW på mellan 11 000 och 16 000 kr. Räknat på att 1,2 miljoner erhålls i stöd per vattenverk minskar investeringskostnaden per kW med i storleksordningen 1000 - 3000 kr.

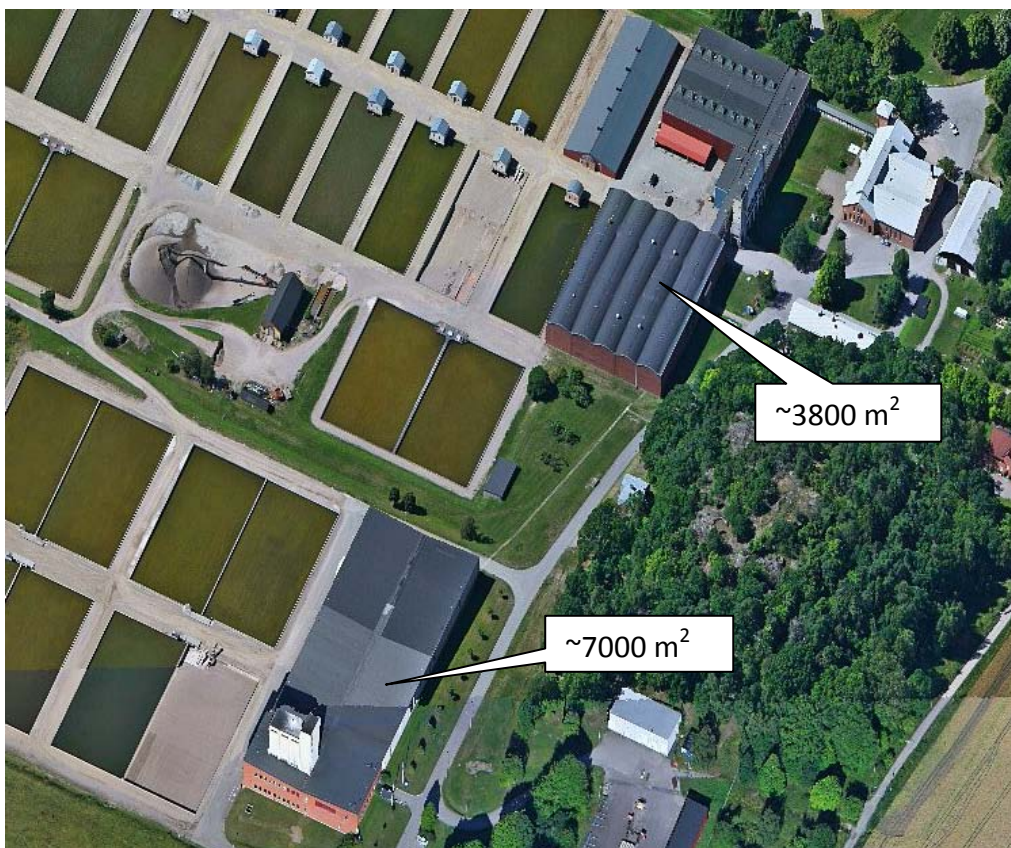
## Uppdraget

Efter en fråga från Stockholm Vattens styrelse har avdelningschefen på V givit VP i uppdrag att utreda kostnader och möjligheter att nyttja solceller för elproduktion vid dricksvattenverken.

## Beskrivning av förutsättningarna på vattenverken

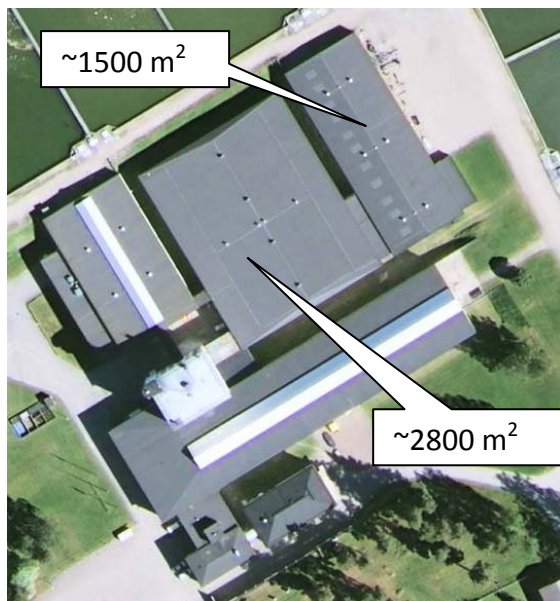
Nedan beskrivs det förslag till placering av solceller på Norsborg respektive Lovö som skickats till tänkbara leverantörer. Vid förfrågan till leverantörerna har även frågan ställs om de ser andra möjliga placeringssytor.

## Norsborgs Vattenverk



Norsborgs Vattenverk är beläget i Botkyrka i södra Stockholm, med adressen Norsborgsvägen. Inom vattenverksområdet finns ett flertal byggnader, varav de två största har en takarea (räknat utifrån takens yttermått) på ca 7000 m<sup>2</sup> respektive 3800 m<sup>2</sup>. Det större taket är V-format med en lutning på ca 1,5 meter på 30 meter, dvs takets ytterhörn ligger 1,5 meter högre än mittendelen av taket. Det mindre taket består, som framgår av bilden, av fem välvda enheter, vardera ca 10 meter i "diameter". Norsborgs Vattenverk förbrukar ca 30 GWh el per år varav ca 85 % åtgår till pumpning. All uppvärmning sker med fjärrvärme.

## Lövö Vattenverk



Lövö Vattenverk är beläget på Lovön öster om Stockholm, med adressen Strömdalsvägen 71. Inom vattenverksområdet finns ett flertal byggnader, varav de två största har en takarea (räknat utifrån takens yttermått) på ca 2800 m<sup>2</sup> respektive 1500 m<sup>2</sup>. Lovö Vattenverk förbrukar ca 20 GWh el per år varav ca 80 % åtgår till pumpning.

### Kontakt med leverantörer

Utgående från Energimyndighetens Testlabs undersökning, se bilaga 4, av åtta nätanslutna solcellssystem med en topp effekt mellan 720 och 1 260 Watt kontaktades fyra leverantörer; Glacell, Schueco, Gridcon Solcellsteknik och Solarit AB. Tre företag har givit återkoppling; Glacell, Solarit AB och Schueco (som skickade frågan vidare till sin partner Sol & Energiteknik SE AB). För att lättare kunna jämföra kostnaderna har bl.a. uttrycket investeringskostnad/MWh använts, då antalet MWh/kW ibland skiljer sig åt mellan leveratörerna. Detta pris avser kostnaden för hela investeringen fördelad på antalet MWh som systemet producerar under det första året. För att få en bild av vad investeringen innebär ekonomiskt måste systemets livslängd tas med i beräkningen, och kostnaden per producerad MWh blir således successivt lägre för varje år som systemet producerar el. Med branschens angivna livslängd på 30 år blir kostnaden per MWh över systemets hela livslängd 1/30 av detta värde.

## Glacell

För Norsborg föreslår Glacell att installation enbart görs på taket till östra verkets fällningsbyggnad och inte på västras fällningsbyggnad. På östra verket skulle det få plats med ett system på ca 400kW som uppskattas (enligt schablon) kunna producera 360 MWh/år. På Lovö skulle det bedömda utrymmet räcka för installation av totalt 280 kW på de båda föreslagna takytorna, vilket skulle producera 252 MWh/år. De föreslagna ytorna är preliminära och en mer detaljerad studie krävs för att fastställa de faktiska ytor som skulle kunna användas.

Glacell menar att solcellerna vanligtvis kopplas in på befintligt elsystem under förutsättning att det finns tillräckligt stora avsäkringar. De antar att det borde finnas säkringar som är stora nog för inkoppling i våra anläggningar då de förbrukar så stora mängder el. Om det inte finns avsäkring på lågspänningsnätet så menar de att det kan kopplas in på högre spänning med hjälp av transformator. Detta skulle bli dyrare än vanlig inkoppling på lågspänningsnätet (230V). Både 400V och 690V, 3-fas går bra att få ut från systemet (via en step-up transformator). Antalet kWh/MWh blir detsamma oavsett vilken spänning man fasar in på.

Kostnaden för en totalentreprenad för dessa två system om den kopplas till lågspänningsnätet bedöms enligt Glacell "mellan tummen och pekfinger" hamna på 9-10 miljoner SEK exkl. moms. Kostnad för inkoppling på högre spänning har inte erhållits.

### Sammanställning

Effekt (kW)		Elproduktion (MWh/år)		Uppskattad inv.kostnad	Inv.kostnad/kW	Inv.kostnad/MWh (år 1)
Norsborg	Lovö	Norsborg	Lovö			
400	280	360	252	9-10 miljoner*	13200-14700	14700-16300

\*avser kostnad för totalentreprenad (lågspänning)

Glacell har byggt över 50 anläggningar och referenser finns från projekt på 50-600kW

## Sol & Energiteknik

För Norsborg har ca 1500 m<sup>2</sup> takyta använts i beräkningarna. Denna yta beräknas kunna ge 213 MWh per år. För Lovö har ca 1200 m<sup>2</sup> takyta använts i beräkningarna vilket motsvarar ca 167 MWh per år. De takytor som tagits med i beräkningarna är de som anses mest lämpliga men en detaljstudie krävs för att avgöra de exakta ytor som skulle kunna vara aktuella.

Materialkostnaden uppskattas till mellan 11 och 12 kr/watt paneleffekt exkl. moms. Räknat på en paneleffekt på 176 kW för Lovö och 223 kW för Norsborg blir materialkostnaden ca 4,4 – 4,8 miljoner, eller 11600 – 12600 kr/MWh för det första året som anläggningen är i drift. Kostnad för förankring/ballast för ytterräderna och installation/montering tillkommer.

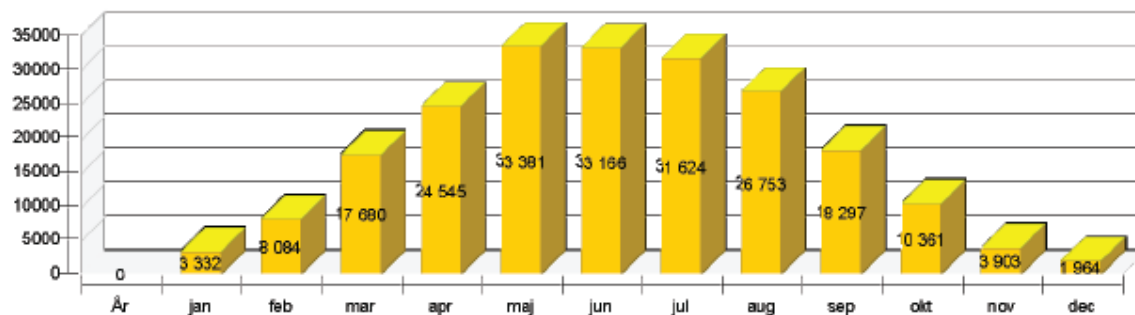
### Sammanställning

Effekt (kW)		Elproduktion (MWh/år)		Uppskattad inv.kostnad	Inv.kostnad/kW	Inv.kostnad/MWh (år 1)
Norsborg	Lovö	Norsborg	Lovö			
223	176	213	167	4,4-4,8 miljoner	11000-12000	11600-12600

### Norsborg

Utbyte solel AC [Q<sub>inv</sub>]

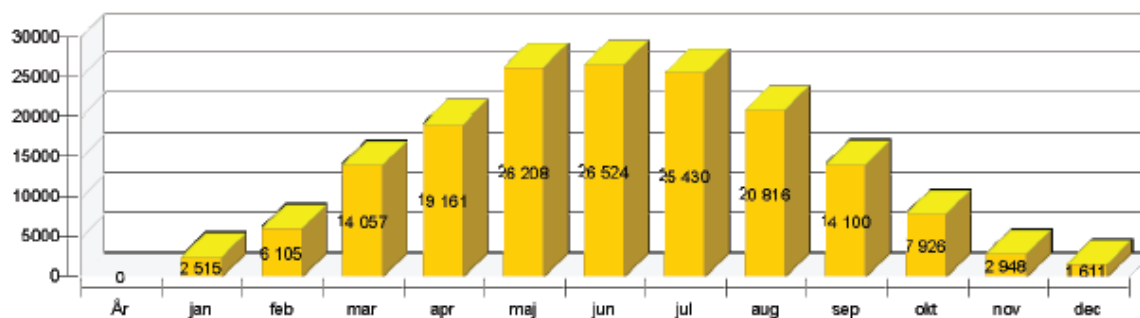
kWh



### Lovö

Utbyte solel AC [Q<sub>inv</sub>]

kWh





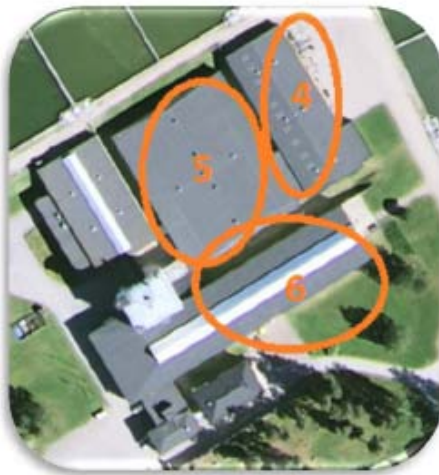
## Solarit AB

Solarit anger ett flertal möjliga lösningar.

För Norsborg redovisas montering på tre tak samt en lösning där solpanelerna placeras på marken, se bilder nedan.



För Lovö föreslås tre takytor enligt figur nedan.



## Sammanställning

	Effekt (kW)		Elproduktion (MWh/år)		Uppskattad inv.kostnad	Inv.kostnad/kW	Inv.kostnad/MWh (år 1)
	Norsborg	Lövö	Norsborg	Lövö			
Alternativ 1	99		92,7		1491750	15000	16100
Alternativ 2	192		129		2884050	15000	22350
Alternativ 3	166		151,5		2652000	16000	17500
Alternativ 4		106		95,5	1591200	15000	16650
Alternativ 5		199		179	2983000	15000	16650
Alternativ 6		84		75,7	1262250	15000	16650
Mark	1020		942		14280000	14000	15150
<b>Totalt</b>	<b>1477</b>	<b>389</b>	<b>1315</b>	<b>350</b>	<b>27144250</b>	<b>14000-16000</b>	<b>15150-22350</b>

## Statligt stöd för installation av solceller

Sedan 2009 finns ett statligt stöd för installation av solceller. Stödet riktas till alla typer av aktörer, såväl företag och offentliga organisationer som privatpersoner.

Under åren 2013-2016 har regeringen avsatt 210 miljoner kronor för stöd till solceller med syftet att bidra till omställningen av energisystemet och till näringslivsutveckling inom energiteknikområdet. Stödnivån från och med den 1 februari 2013 är maximalt 35 procent av investeringskostnaden. Taket för stöd per solcellssystem är på 1,2 miljoner kronor och de stödberättigande kostnaderna får maximalt uppgå till 37 000 kronor plus moms per installerad kilowatt elektrisk topp effekt. Stöd kan fås för installation av alla typer av nätanslutna solcellssystem och solet/solvärmehybridssystem. Installationen ska vara slutförd senast 31 december 2016. För mer information kring stödet se bilaga 3

## Andra uppskattningar av effekt- och energiuttag samt kostnader

I en rapport, *Solceller för elproduktion – Basfakta*, utgiven av LIP- kansliet (Stockholms Lokala Investeringsprogram) från 1999 anges följande tumregler för kostnader och elproduktion från solceller. Av tabellen ses att kostnaden för solceller har minskat drastiskt det senaste tiotålet år jämfört med de kostnader som leverantörerna angett i föreliggande rapport.

Anläggningsdel	kr/W(t)	Glacell (kr/W(t) (denna rapport)	Sol&Energiteknik (kr/W(t)) (denna rapport)	Solarit AB (kr/W(t)) (denna rapport)
Moduler	28-36		11-12	
Stativ	4-12			
Växelriktare	8-12			
Kablage	4			
Totalt	44-64	13,2-14,7		14-16

W(t) = Toppeffekt.

I rapporten anges även att 1 kW solceller vid optimal placering producerar 0,8 MWh/år (0,8 MWh/år/kW) .

Exempel på installationer (effekt och energiuttag) från LIP- rapporten  
*Teknikupphandlingsprojekt Solceller.*

Installationsplats	kW	MWh/år	MWh/år/kW	Placering
Sickla Udde (bostadsrätter)	5,9	4,7	0,8	Tak
Sickla Kaj (bostadsrätter)	20	12	0,6	Tak
Sickla Udde (hyresrätter)	25	17	0,7	Tak och fasad

I föreliggande rapport anger leverantörerna mellan 0,8 och 0,95 MWh/år/kW för Norsborg och Lovö.

## Solfångare för produktion av varmvatten

Kontakt har tagits med Norrvatten som har installerat solpaneler (solfångare) för värmeproduktion, på taket till Görvälns Vattenverk. På drygt tre år har solpanelerna producerat 36,15 MWh. Ett sådant system skulle kunna vara aktuellt för Lovö som idag bl.a. använder en sjövärmepump och el för uppvärmningen.

## Solcellsinstallationer i Stockholm

I Stockholm finns ungefär 40 större solcellsanläggningar, varav ungefär hälften har installerats av Stockholms Stad. Den totala installerade effekten för dessa 40 anläggningar är omkring 800 kW. De största solcellsanläggningarna sitter på SL:s bussdepå i Gubbängen, Etnografiska museet, Vasakronans kontorshus vid Telefonplan, Ishallen Hovet och Åkeshovshallen. Den installerade effekten för dessa ligger på mellan 50 och 125 kW. I Värtahamnen planeras en av Sveriges största solcellsanläggningar med en installerad effekt på 220 kW. (Källa: DN, 20130515)

Stadens samtliga bostadsbolag samt Fastighetskontoret deltar i en satsning inom ramen för Hållbara Järva där solceller motsvarande ca 9 700 m<sup>2</sup> planeras i Järva. Satsningen omfattar 38 bostadsfastigheter motsvarande ca 6500 m<sup>2</sup> solceller och 4 idrottsanläggningar motsvarande ca 3200 m<sup>2</sup> solceller. Baserat på preliminära beräkningar ger satsningen i Järva en årsproduktion på ca 1250 MWh (1,25 GWh) el. Det motsvarar ca 2 promille av stadens egen elanvändning.

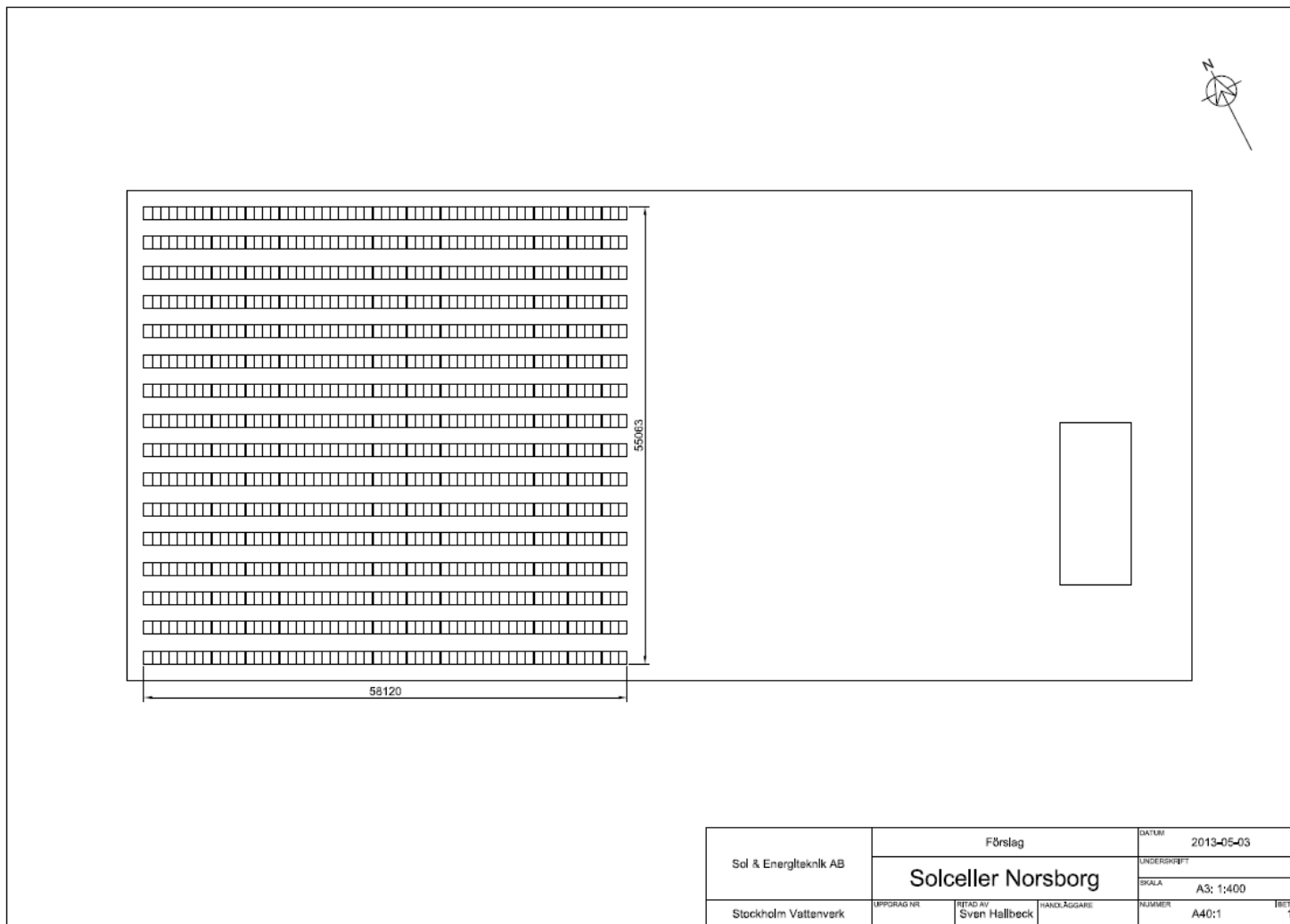
Kostnaden per kWh för el producerad från solceller givet olika avskrivningstider och kalkylräntor:

Avskrivningstid, år	Kalkylränta		
	3%	5%	7%
15	1,18	1,37	1,58
30	0,87	1,09	1,34

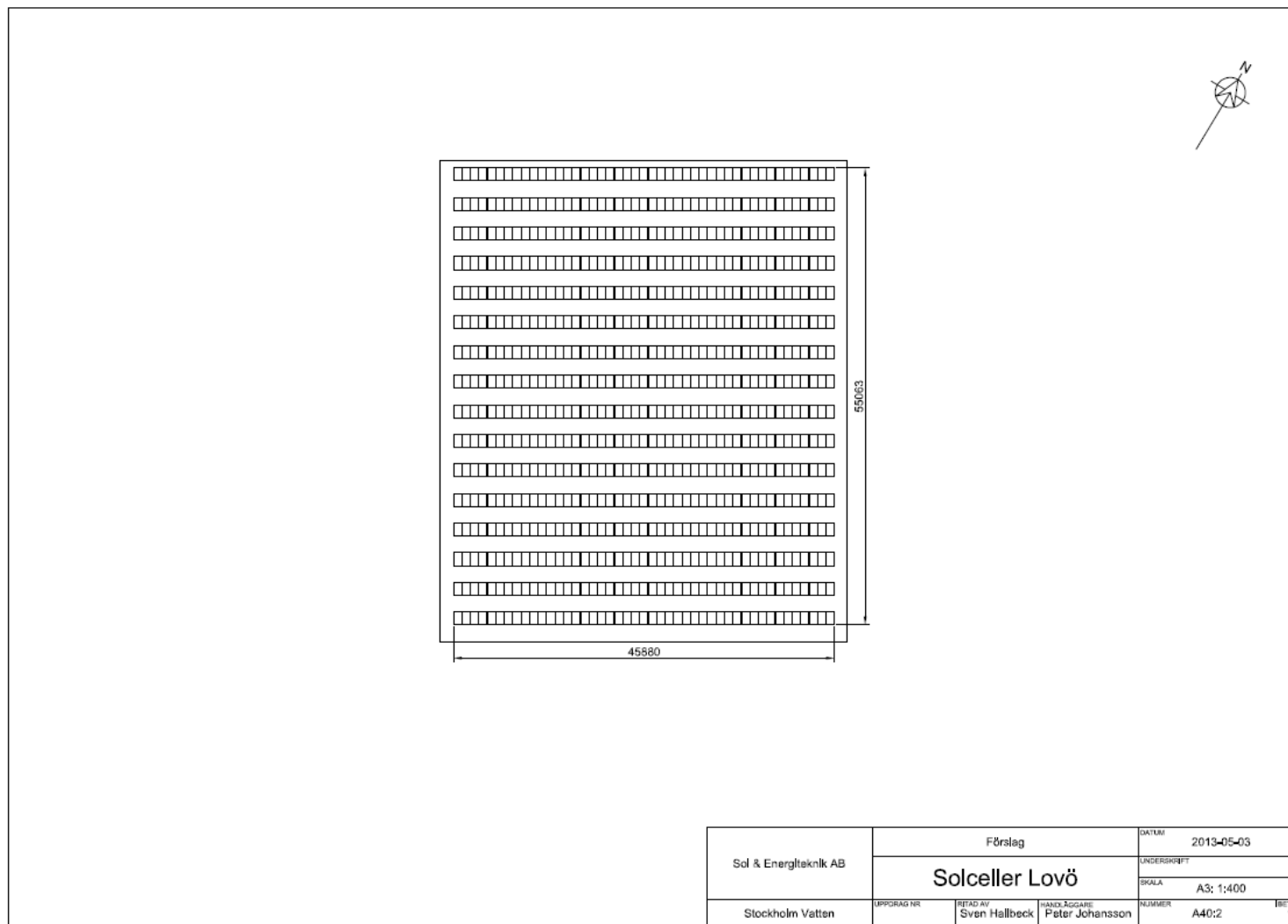
(Källa: Stockholms Stad Miljöförvaltningen, Motion (2012:56), Tjänsteutlåtande, Dnr 2012-016434)

Ovanstående exempel på installationer på andra ställen i staden kan sättas i relation till de i föreliggande rapport föreslagna installationerna på mellan 400 och 1870 kW.

## Bilaga 1. Sol och Energiteknik



## Bilaga 1. Sol och Energiteknik



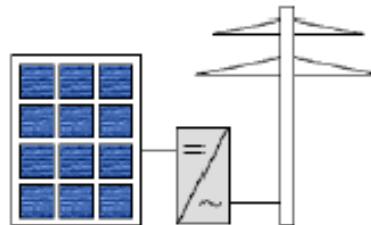
## Bilaga 1. Sol och Energiteknik

### Kort rapport

"Current report item is not supported in this report format."

Stockholm Vattenverk

Norsborg



#### Denna rapport är skapad av:

Sol & Energiteknik AB  
Sven Hallbeck  
Esbjörnarp 10  
56192 Huskvara  
036-513 45, info@solenergiteknik.se

#### Plats för anläggningen

Norsborg  
Longitud: 17,798°  
Latitud: 59,25°  
Meter över havet: 26 m

#### Översikt solet (årsvärden)

Total bruttoyta	1 506,6 m <sup>2</sup>
Energiproduktion DC [Qpvf]	222 987,2 kWh
Energiproduktion AC [Qinv]	213 089,7 kWh
Performance ratio	84,6 %
Specifik årligt utbyte	953,7 kWh/kWp/a
CO2 besparing	114 301,3 kg

#### Väderdata-Översikt

Medeltemperatur utomhus	7,5 °C
Globalstrålning, årlig summa	979,3 kWh/m <sup>2</sup>
Diffusstrålning, årlig summa	467,8 kWh/m <sup>2</sup>

#### Komponentöversikt (årsvärden)

Solet Takplan 1	MPE 245 PG 60	
Antal moduler		912
Antal moduler (dimensionering)		912
Total nominell effekt av generatorfältet	kW	223,44
Total bruttoyta	m <sup>2</sup>	1 506,62
Lutning (hor.=0°, vert.=90°)	°	20
Riktning (O=+90°, S=0°, V=-90°)	°	-27
Växelriktare 1: Namn		StecaGrid 10000+ 3ph
Växelriktare 1: Tillverkare		Steca Elektronik GmbH
Projekt 1: Antal växelriktare		16
Projekt 1: A antal rader		3

## Bilaga 1. Sol och Energiteknik

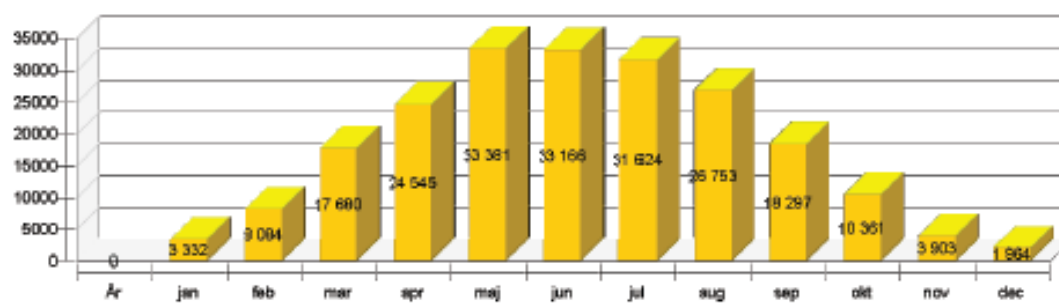
### Kort rapport

"Current report item is not supported in this report format."

Projekt 1: A moduler per rad		19
Energiproduktion DC [Qpvf]	kWh	222 987
Energiproduktion AC [Qinv]	kWh	213 090
Specifik årligt utbyte	kWh/kWp/a	953,7

Utbyte solel AC [Qinv]

kWh



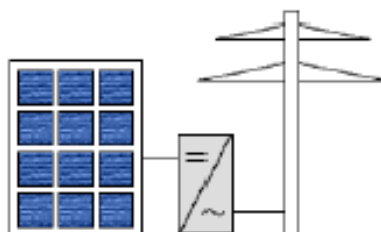
År	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
<b>Utbyte solel DC [Qpvf]</b>													
kWh	222987	3544	8470	18477	25650	34909	34683	33047	27963	19110	10863	4149	2123
<b>Strålning på modulplanet [Esol PV]</b>													
kWh	189946	28818	61387	134126	190086	264396	268117	258576	219283	146321	81774	31449	16330
<b>Utbyte solel AC [Qinv]</b>													
kWh	213090	3332	8084	17680	24545	33381	33166	31624	26753	18297	10361	3903	1964

## Kort rapport

"Current report item is not supported in this report format."

Stockholm Vattenverk

Lovö



### Denna rapport är skapad av:

Sol & Energiteknik AB  
Sven Hallbeck  
Esbjörmarp 10  
58192 Huskvara  
036-513 45, info@solenergiteknik.se

### Plats för anläggningen

Lovö  
Longitud: 17,809°  
Latitud: 59,33°  
Meter över havet: 37 m

### Översikt solet (årsvärden)

Total bruttoyta	1 189,4 m <sup>2</sup>
Energiproduktion DC [Qpvf]	175 676,9 kWh
Energiproduktion AC [Qinv]	167 401,8 kWh
Performance ratio	84,5 %
Specifik årligt utbyte	949 kWh/kWp/a
CO2 besparing	89 794,3 kg

### Väderdata-Översikt

Medeltemperatur utomhus	7,5 °C
Globalstrålning, årlig summa	979,2 kWh/m <sup>2</sup>
Diffusstrålning, årlig summa	464,3 kWh/m <sup>2</sup>

### Komponentöversikt (årsvärden)

Solel Takplan 1	MPE 245 PG 60
Antal moduler	720
Antal moduler (dimensionering)	720
Total nominell effekt av generatorfältet	kW 176,4
Total bruttoyta	m <sup>2</sup> 1 189,44
Lutning (hor.=0°, vert.=90°)	° 20
Riktning (O=+90°, S=0°, V=-90°)	° 31
Växelriktare 1: Namn	StecaGrid 8000+ 3ph
Växelriktare 1: Tillverkare	Steca Elektronik GmbH
Projekt 1: Antal växelriktare	16
Projekt 1: A antal rader	3



## Bilaga 1. Sol och Energiteknik

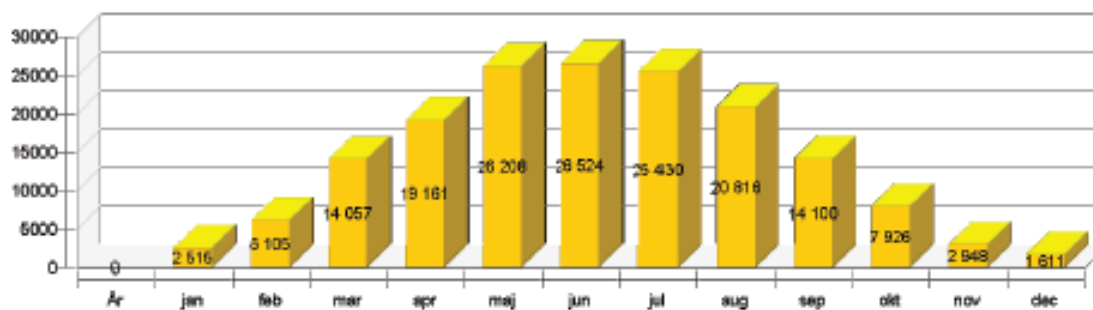
### Kort rapport

"Current report item is not supported in this report format."

Projekt 1: A moduler per rad		15
Energiproduktion DC [Qpvf]	kWh	175 677
Energiproduktion AC [Qinv]	kWh	167 402
Specifik årligt utbyte	kWh/kWp/a	949

Utbyte solel AC [Qinv]

kWh



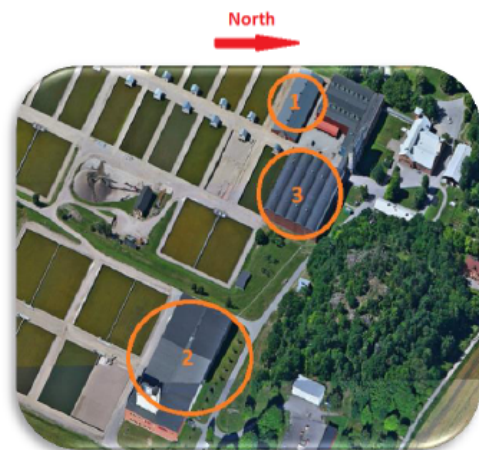
År	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
<b>Utbyte solel DC [Qpvf]</b>													
kWh	175677	2710	6438	14730	20071	27453	27784	26825	21799	14773	8360	3171	1762
<b>Strålning på modulplanet [Esol PV]</b>													
kWh	133586	20390	48853	106691	148506	207486	214384	207866	170436	112986	62755	24032	13475
<b>Utbyte solel AC [Qinv]</b>													
kWh	167402	2515	6105	14057	19161	26208	26524	25430	20816	14100	7926	2948	1611

**Budget offer**

**Norsborgsvägen, Norsborg, Sweden (400V pump system)**

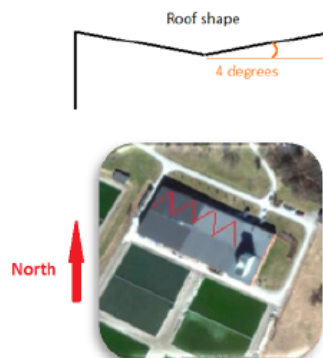
**Roof 1: modules facing south-west flat on the roof**

- 65m long x 10m wide
- 25 degrees west / 15 degrees tilt (0 degree compare to the roof)
- 6 rows x 65 modules x 255W = 99,45 kWp
- 1 x 100kW inverter 400V
- Production per year: 92 700 kWh (950 kWh/kWp)
- Modules in portrait
- Approximate price exkl. moms: 1 491 750 kr (15kr/W)



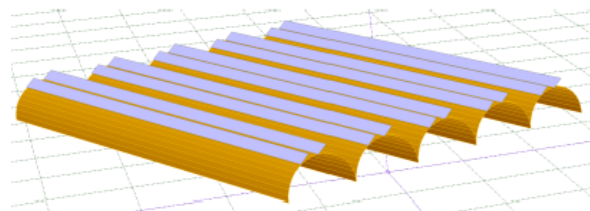
**Roof 2: modules facing south-west 24 degrees (4 + 20 degrees)  
Ballast system on half of the roof, north side**

- 100m long x 30m wide (useable area)
- 25 degrees west / 4 degrees tilt (24 degrees for modules)
- 13 rows x 58 modules x 255W = 192,27 kWp
- 2 x 100kW inverter 400V
- Production per year: 129 000 kWh (916 kWh/kWp)
- Modules in landscape
- Approximate price exkl. moms: 2 884 050 kr (15kr/W)



**Roof 3: modules facing south-west 40 degrees  
Roof shape: half cylinder of 10m diameter**

- 65m long x 2 rows x 5 (useable area)
- 25 degrees west / 40 degrees tilt
- 2 rows x 65 modules x 255W x 5 = 165,75 kWp
- 2 x 100kW inverter 400V
- Production per year: 151 500 kWh (914 kWh/kWp)
- Modules in portrait
- Approximate price exkl. moms: 2 652 000 kr (16kr/W)



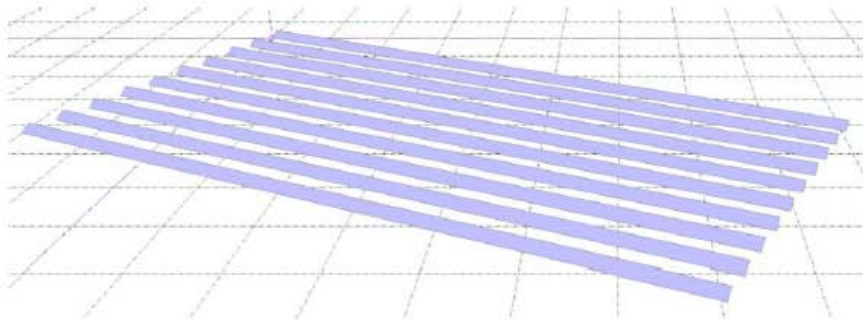
## Bilaga 2. Solarit



2013-05-24

### Ground mounted system 20 000m<sup>2</sup> in Norsborg

- Area: 200m long and 100m wide
- 25 degrees west / 40 degrees tilt
- 200 modules x 2 per row of 200m = 102 kWp
- 10 rows = 1 020 kWp
- Production per year: 942 000 kWh (923 kWh/kWp)
- Modules in portrait
- Approximate price exkl. moms: 14 280 000 kr (14kr/W)



## Strömdalsvägen 71, Drottningholm, Sweden (690V pump system)

### Roof 4: modules facing south-east 20 degrees

- Area: 60m long x 13m wide x 2 (west + east sides of the roof)
- Modules: 30 degrees east / 20 degrees tilt
- 26 rows x 8 modules x 255W x 2 = 106,08 kWp
- 1 x 100kW inverter 690V
- Production per year: 95 500 kWh (900 kWh/kWp)
- Modules in landscape
- Approximate price exkl. moms: 1 591 200 kr (15kr/W)



### Roof 5: modules facing south-east 20 degrees

- 58m long x 24m wide x 2 (west + east sides of the roof)
- Modules: 30 degrees east / 20 degrees tilt
- 26 rows x 15 modules x 255W x 2 = 198,9 kWp
- 2 x 100kW inverter 690V
- Production per year: 179 000 kWh (900 kWh/kWp)
- Modules in landscape
- Approximate price exkl. moms: 2 983 500 kr (15kr/W)

### Roof 6: modules facing south-east flat on the roof

- 92m long x 6m wide
- Modules: 30 degrees east / 20 degrees tilt (0 degree compare to the roof)
- 6 rows x 55 modules x 255W = 84,15 kWp
- 1 x 100kW inverter 690V
- Production per year: 75 700 kWh (900 kWh/kWp)
- Modules in landscape
- Approximate price exkl. moms: 1 262 250 kr (15kr/W)



## Bilaga 3. Stöd till solceller

Följande information är hämtad från Energimyndighetens hemsida

Sedan 2009 finns ett statligt stöd för installation av solceller. Stödet riktas till alla typer av aktörer, såväl företag och offentliga organisationer som privatpersoner. Under åren 2013-2016 har regeringen avsatt 210 miljoner kronor för stöd till solceller med syftet att bidra till omställningen av energisystemet och till näringslivsutveckling inom energiteknikområdet.

### **Vem kan få stöd?**

Stödet ges till alla typer av aktörer, såväl företag som offentliga organisation och privatpersoner. Stöd kan fås för installation av alla typer av nätanslutna solcellssystem och solel/solvärmehybridssystem. Installationen ska vara slutförd senast 31 december 2016.

### **Stödets omfattning från och med 1 februari 2013**

Stödnivån från och med den 1 februari 2013 är maximalt 35 procent av investeringskostnaden. Taket för stöd per solcellssystem är på 1,2 miljoner kronor och de stödberättigande kostnaderna får maximalt uppgå till 37 000 kronor plus moms per installerad kilowatt elektrisk topp effekt.

För solel/solvärmehybridssystem kan stödberättigade kostnader uppgå till högst 90 000 kronor plus moms per installerad kilowatt elektrisk topp effekt.

Inkomna ansökningar som ännu inte har fått beslut kommer att hanteras enligt den nya förordningen som gäller från och med 1 februari 2013. Länsstyrelserna kommer att fortsätta att besluta kring ansökningar som ligger på kö när det är klart hur 2013 års medel kommer att fördelas vilket kommer att ske under februari månad.

De projekt som har avslutats senast den 31 januari 2013 får stöd utbetalt enligt de gamla villkoren. De projekt som avslutas efter den 1 februari 2013 får stöd utbetalt enligt de nya, ändrade villkoren.

Stödet är rambegränsat vilket innebär att det bara kan ges så länge de avsatta pengarna räcker.

### **Hur söker man?**

Ansökan om stöd ska göras på ansökningsblanketten till höger, som skickas till Länsstyrelsen som fattar beslut om stöd, eller digitalt via Boverket genom länk till höger på sidan.

## Bilaga 4. Energimyndighetens solcellstest

Energimyndighetens Testlab har under ett år följt åtta nätanslutna solcellssystem med en toppeffekt mellan 720 och 1 260 Watt. En tidigare halvtidsavstämning från sommarmånaderna visade att systemen håller en hög och jämn kvalitet, men att det är svårt att få lönsamhet utan statligt stöd.

Inget av de åtta solcellssystemen får ekonomin att gå ihop utan solcellsstödet. Med stödet återbetalar sig investeringen, dock under förutsättning att solcellerna uppnår en livslängd på 25 år.

De tre vanligaste typerna av solceller finns alla representerade i testet. Sex system har moduler med monokristallina celler, ett har polykristallina och ett har solceller som bygger på tunnfilmsteknik med amorft kisel.

De testade solcellssystemen har en toppeffekt mellan 720 och 1 260 Watt och verkningsgraden varierar från 73 till 83 procent. Under ett normalår beräknas de testade solcellssystemen producera mellan 658 och 1 180 kilowattimmar el.

### Tufft test i snö och kyla

Den snörika och hårda vintern år 2009-2010 har erbjudit goda möjligheter att studera hur snö, frost och is påverkar solcellerna. Utbytet under perioden november till januari var i stort sett obefintligt. Sett över ett helt år står solelen under årets mörkaste månader bara för 5 procent av årsproduktionen. Testet visar att när solcellerna är helt snötäckta ger de ingen el. I tabellen kan du se hur mycket el varje solcellssystem ger under en enda solig dag i mars, juni, september och november. Det redovisade värdet är ett snitt för alla soliga dagar just den månaden år 2009 eller år 2010. I november var det snöfritt på testplatsen.

### El även i mars

I mars hade solcellerna ett tunt snölager som smälte under dagen. Solpanelen från Schueco befriade sig snabbare från snötäcket än de övriga modellerna. Detta resulterade i att den solpanelen kunde ge nästan lika mycket el en solig marsdag, 5,2 kWh, som under en solig junidag, 5,8 kWh. För de andra solcellerna är skillnaderna större, se tabellen, men när snön väl smält från dem visar det sig att även de kan ge nästan lika mycket el en dag i mars som en dag i juni.

### Heta solcellsmoduler minskar utbytet

En sommardag då lufttemperaturen varierar mellan 15 grader på morgonen och 30 grader mitt på dagen kan temperaturen på solcellsmodulerna vara så hög som 50 grader och då tappar samtliga kiselceller två till tre procent i verkningsgrad, jämfört med en dag med lufttemperatur på minus 5 grader. Här är det viktigt att solcellerna installeras rätt så att luften kan passera fritt mellan taket och modulerna och kyla ner dem. Testet visar att tunnfilmssolcellen inte tappar i verkningsgrad så som kiselcellerna gör under dessa förhållanden.

### Höstsol jämfört med sommarsol

Samtliga åtta solcellssystem ger nästan lika mycket el under en solig höstdag i september som under en solig sommardag i juni.

### Alla producerar el av godtagbar kvalitet

Testet visar att alla solcellssystem producerar el av god kvalitet. Ett mått på elkvalitet är strömdistortion (THD) som mäts i procent. Testresultaten ligger i samtliga fall under 30 procent vilket är en godtagbar elkvalitet i små solcellsanläggningar.

Generellt har solcellssystemen fungerat bra under hela testet. Växelriktaren från Schueco visade sig dock ha ett fel som medförde en onormalt hög egenförbrukning då den går in i så kallad "sleep mode". Ytterligare två växelriktare av samma typ finns på andra solcellssystem i testet och dessa har fungerat utan problem.

### Toppeffekten har mätts upp två gånger

Toppeffekten har mätts upp vid två tillfällen, i början och i slutet av teståret. Resultaten visar att toppeffekten vid de två mätningarna är den samma, utom för solcellssystemet från Glacell AB som har tappat 5 procent. Det är det enda systemet i testet som bygger på tunnfilmsteknik och resultatet är väntat eftersom det är normalt för denna teknik att tappa i toppeffekt. Enligt tillverkaren kommer toppeffekten att minska med 10 procent under systemets livslängd, vilket de också har tagit hänsyn till när de uppger vilken toppeffekt systemet har.

### Varierande kvalitet på montagestativ

När det gäller montage av systemen är det inte så mycket som skiljer systemen åt. Kvaliteten på montagestativ varierar dock en del, från skräddarsydda ramar i aluminium och rostfritt till standardprofiler i galvaniserat stål. Montagelösningarna och konstruktionen för stativen från Schueco och ExoTech ger vid en enkel jämförelse ett mer genomarbetat intryck än de övriga.

### ... liksom på bruksanvisningar

Vid en genomgång visar det sig att det är bara Switchpower som har både bruksanvisning och monteringsanvisningar på svenska. Gridcon och NAPS har svensk bruksanvisning, medan övriga saknar dokumentation på svenska.

Tillverkare/leverantör	Pris (med moms)	Solcellstyp	Systemverkningsgrad
Solarit AB	82 000 kr	Mono	0,82
Switchpower	61 000 kr	Mono	0,83
NAPS Sweden AB	71 000 kr	Poly	0,82
Gridcon Solcellsteknik AB	60 000 kr	Mono	0,73
Schueco	78 000 kr	Mono	0,75
Glacell AB	55 000 kr	Tunnfilm	0,79
ExoTech AB	57 000 kr	Mono	0,81
Viessmann	63 000 kr	Mono	0,81

## Bilaga 5. Energimyndighetens Bra att veta

Med solceller kan du producera din egen förnybara el. Solceller omvandlar solljus direkt till el i form av likström. De ska inte förväxlas med solfångare där solstrålningen värmer vattnet till kranar eller vattenburna radiatorer.

### **Olika typer av solceller**

Solceller delas vanligen in i två typer, kristallina kiselceller och tunnfilmsceller beroende på material och tillverkning. De kristallina solcellerna delas vidare in i mono- och polykristallina solceller. Utseendemässigt är det stor skillnad mellan de monokristallina cellerna och de polykristallina cellerna. De polykristallina solcellerna känns igen på att de har ett karakteristiskt blåskimrande utseende till skillnad från de monokristallina som är jämna i färgen.

Tunnfilmsteknik gör det möjligt att bygga upp solceller direkt på ett starkare bärande lager till exempel, glas, på så sätt minskar materialåtgången och produktionskostnaderna.

### **Fristående solcellssystem med batterier**

I fristående solcellssystem lagras överskottselen i ett batteri för senare användning. En laddningsregulator skyddar batteriet mot överladdning och djupurladdning, vilket annars försämrar batteriets livslängd.

### **Nätanslutna solcellssystem**

Elen från solcellerna matas ut på elnätet via en växelriktare. Ett eventuellt elöverskott på dagen kan efter avtal med nätägaren matas ut till nätet för försäljning. På natten, när solcellerna inte producerar någon el, köper du el från elbolaget. Solcellselen måste omvandlas från likström till växelström, det sker via växelriktaren som även håller cellerna vid den spänningsnivå där de ger störst effekt. Dessutom bevakar växelriktaren spänningsnivån på nätet så att ingen farlig spänning kommer ut om det blir elavbrott.

### **Placering av solceller**

Solceller placeras optimalt mot söder och med cirka 45 graders lutning för att få så stort energiutbyte som möjligt. Om solcellerna placeras inom sydost till sydväst och vid lutningar inom 20 till 60 grader är skillnaderna försumbara jämfört med optimal placering. Solcellerna ska inte skuggas, även begränsad skuggning minskar energiutbytet.

### **Minskad elproduktion vid överhettning**

Solcellsmoduler av kristallint kisel tappar i verkningsgrad ju varmare de blir. Vid normala temperaturer så är inte skillnaderna så stora men om modulerna byggs in på ett felaktigt sätt så att luften inte kan cirkulera fritt mellan tak och solcellsmodul minskar elproduktionen heta dagar på grund av överhettning.

### **Installation av nätanslutna solceller**

En energiproducerande solcellsanläggning skall normalt kopplas in med en fast monterad anslutning. Arbetet får bara utföras av behörig elinstallatör eller av elektriker under överseende av den behörige elinstallatören.



### **Kontakta ditt nätbolag och din kommun innan du startar**

Före installation av en nätansluten solcellsanläggning måste du kontakta elnätsföretaget. Nätbolaget avgör om anläggningen får anslutas eller inte, eftersom det är ansvariga för säkerheten i elnätet. Solceller och växelriktare som ansluts till elnätet ska vara CE-märkta. I vissa kommuner krävs bygglov för solpaneler på fastigheter, hör efter med din kommun innan du påbörjar arbetet.

Det är inte tillåtet att ansluta ett solcellssystem via en utgående gruppledning. På marknaden förekommer även produkter som kan anslutas direkt med stickpropp men dessa är inte tillåtna.

### **Garantier och övriga villkor**

Flera tillverkare lämnar en effektgaranti som betyder att solcellsmodulerna efter 25 år fortfarande ska ge minst 80 procent av den nominella effekten. För växelriktare lämnar vissa fabrikat 5 års garanti. Jämför garantier och övriga villkor innan du bestämmer dig.

### **Statligt stöd för solceller**

Regeringen beslutade 2009 om ett nytt investeringsstöd för installation av solceller. Stödet kan sökas av företag, offentliga och privata organisationer samt privatpersoner. Bidraget omfattar alla typer av nätanslutna solcellsanläggningar som påbörjats tidigast 1 juli 2009 och avslutats senast 31 december 2011. Stödnivån är som högst 60 procent av investeringskostnaden, utom för stora företag där nivån är som högst 55 procent. Nivån begränsas även genom ett tak på två miljoner kronor per system samt med högst 75 000 per installerad kilowatt (kW) topp effekt. Stödet är begränsat till 50-60 miljoner kronor per år under 2010 och 2011. Ansökan sker via länsstyrelsen.