

IEA PVPS TASK 13, UPPSALA, 2017-11-28

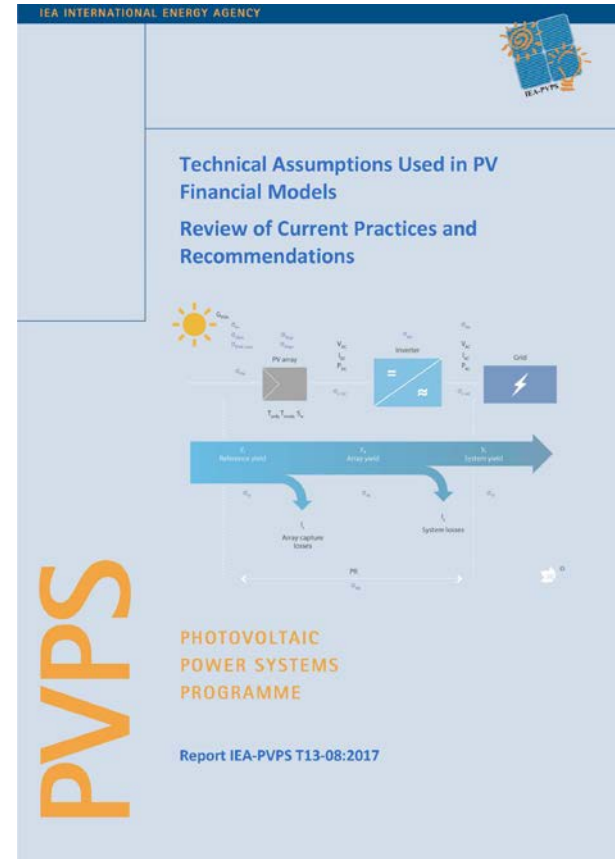
Investeringsskalkyl för solceller

Erfarenheter från IEA PVPS Task 13 och MDH-projekt

Bengt Stridh, Principal Scientist, ABB Corporate Research

IEA PVPS Task 13 rapport

Kan laddas ner från [IEA PVPS webb](#)



Projekt Investeringsskalkyl för solceller

MDH projektledare (Bengt Stridh)

Stockholm stad, via Aktea (Stefan Lindsköld, Åsa Thurin)

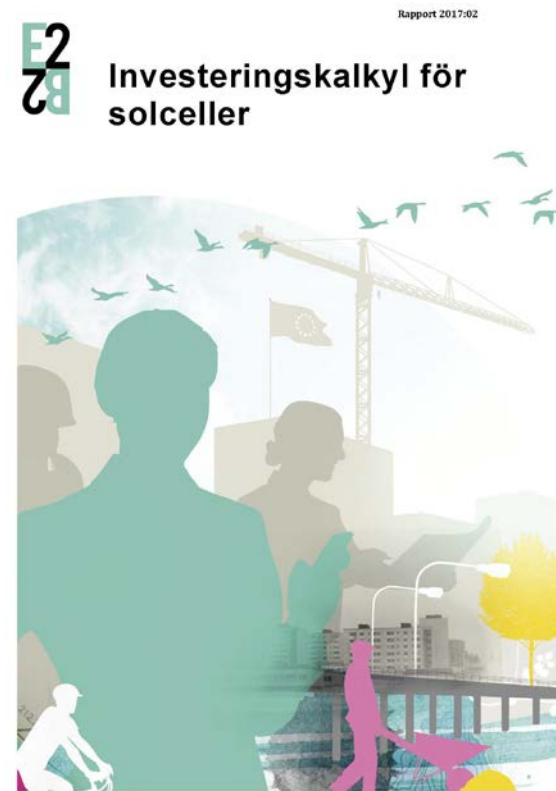
MDH (David Larsson, industridoktorand)

Referensgrupp

- Knappt 50 deltagare.
- Byggherrar, fastighetsägare, installatörer, konsulter och elbolag.

Energimyndigheten delfinansiär.

Rapporten kan laddas ner från [E2B2](#).



Ekonomi för solet

Under hela livslängden

Produktionskostnad

Värde producerad solet



Andra faktorer än ekonomi kan väga in i investeringsbeslutet!

Investeringskalkyl för solceller

Räkna själv

Excel-mallar finns på projektets webbsida på MDH

<http://www.mdh.se/forskning/inriktningar/framtidens-energi/investeringskalkyl-for-solceller-1.88119>

För beräkning av

- Produktionskostnad
- Lönsamhet

Två olika mallar

- Privat
- Övriga

Samma beräkningar, men olika ingångsvärden

Produktionskostnad

Produktionskostnad

Med produktionskostnad menas här en genomsnittlig kostnad per producerad kWh under en solcellsanläggnings ekonomiska livslängd

Livslängd

Den tekniska livslängden motsvarar hur länge en solcellsanläggning är funktionsduglig

Den ekonomiska livslängden är den tid anläggningen bedöms vara lönsam

– Kortare eller lika lång som den tekniska livslängden

Beräkning av produktionskostnad för solel

Detaljerad metod

Levelized cost of electricity (LCOE)

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Total livcykelkostnad [kr]}}{\text{Total energiproduktion under livslängden [kWh]}} = x \text{ kr/kWh}$$

En **beräknad** produktionskostnad per kWh som gäller under hela ekonomiska livslängden

Om olika personer gör denna beräkning blir det oftast olika resultat

– Beror på vilka antaganden man gör

Överensstämmelsen med verkligheten beror på hur bra antaganden man gör!

En produktionskostnad utan att man vet vilka antaganden som är gjorda är oanvändbart vetande

Levelized cost of electricity (LCOE)

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Investerings} + \sum_{i=1}^N \left(\frac{\text{Årlig kostnad}_i}{(1+R)^i} \right) - \frac{\text{Restvärde}}{(1+R)^N}}{\sum_{i=1}^N \frac{\text{Energiutbyte start} * (1 + \text{systemdegradering})^i}{(1+R)^i}}$$

R = Kalkylränta

i = år (1, ..., N)

N = livslängd (år)

Årlig kostnad = drift, underhåll etc.

6-7 huvudparametrar, som i sin tur bygger på olika antaganden...

Värdena anges vanligen per installerad kW – förenklar jämförelser!

Parameter 1 – Investeringkostnad

Prisutveckling Sverige

Priserna har minskat dramatiskt under 2010-talet

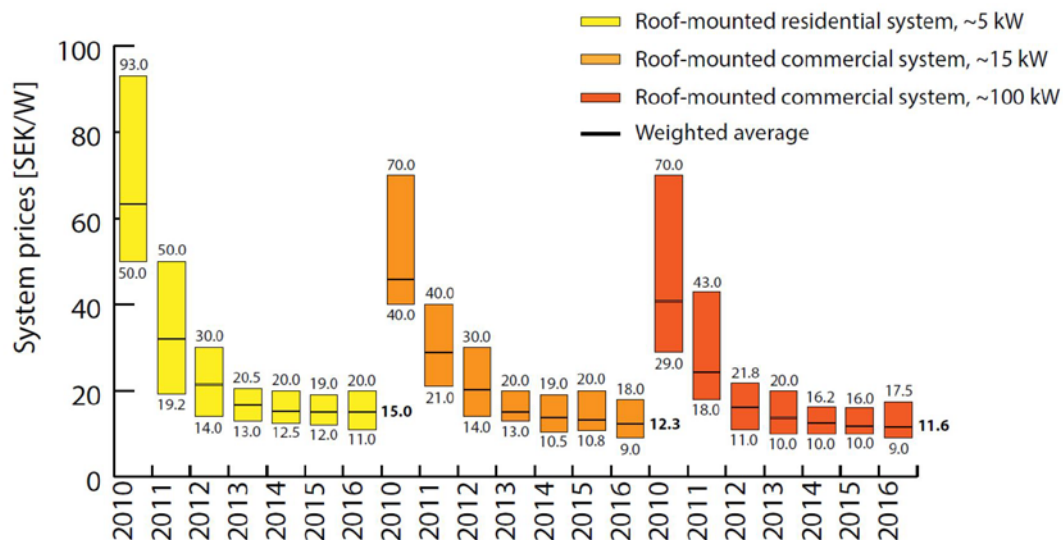
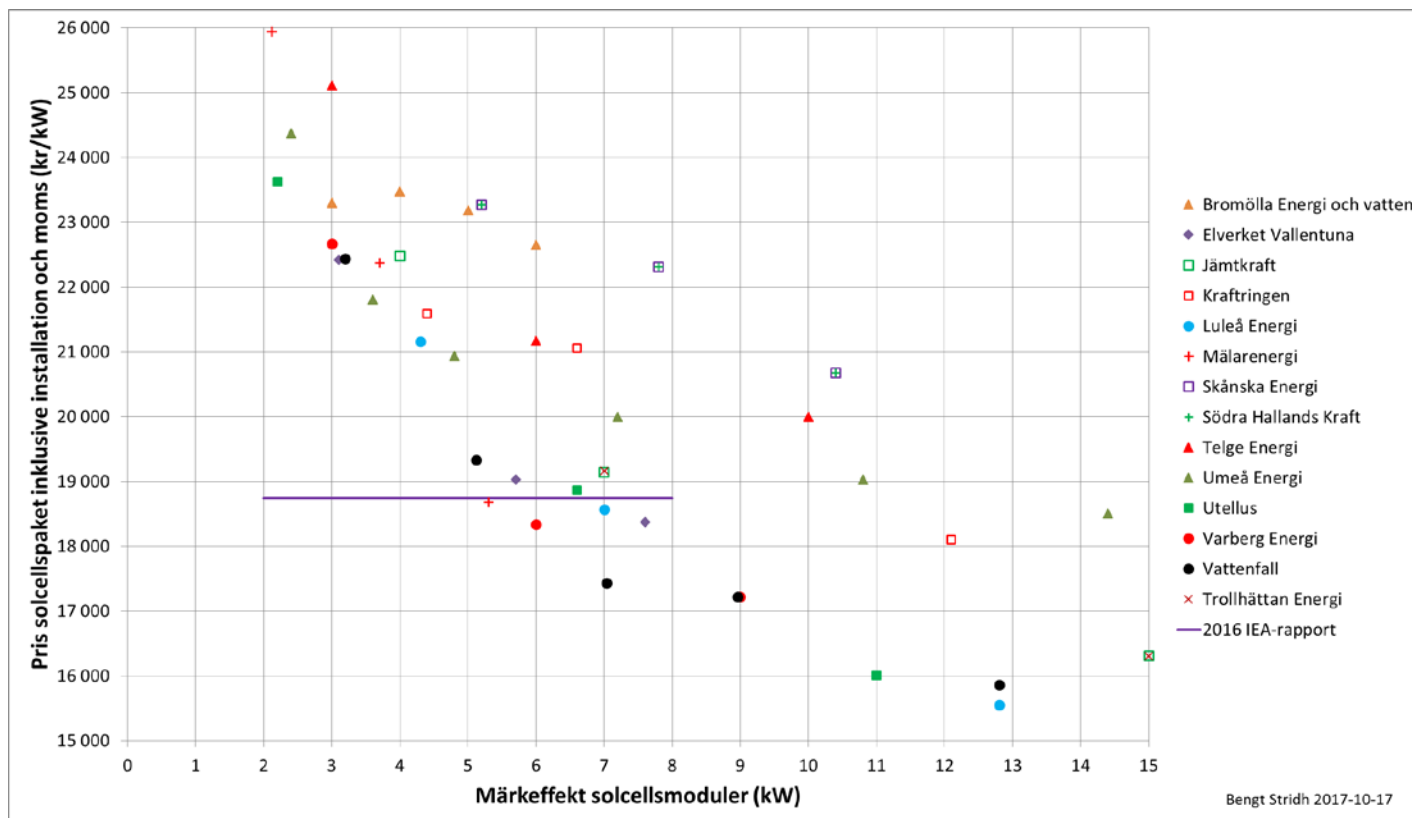


Figure 9: The price difference for typical turnkey PV systems between different Swedish installation companies (excluding VAT). Note that these are the prices that the companies regard as typical for their company, and that the graph therefore does not show the absolute highest and lowest prices in Sweden.

Parameter 1 - Investeringsskostnad

Beror på anläggningens storlek – *Exempel*/mindre nyckelfärdiga anläggningar



Bengt Stridh 2017-10-17

Investeringskostnad – Större anläggning

Billigaste och största solcellsanläggningen i Sverige

2,7 MW i Varberg, i drift juni 2016

- 24 miljoner => 8 900 kr/ kW, exklusive moms



Parameter 2 - Driftkostnader

Att ta hänsyn till under hela livslängden

Drift och underhåll

Komponentbyten

- Växelriktare?
 - Ett byte under livslängden antaget i mallen för investeringskalkyl
- Moduler?

Eventuellt

- Personalkostnad
- Inmatningsabonnemang
- Försäkring
- Hyra av yta
- Rengöring & snöröjning
- Fastighetsskatt
 - I framtiden för markbaserade större solcellsanläggningar

Dåligt känt i Sverige

Endast en mindre intervjustudie finns publicerad i Sverige

Olika metoder används

- Kostnad i % av investeringskostnaden
- Kostnad i kr/ kW
- Kostnad i kr/ kWh

Parameter 3 - Livslängd

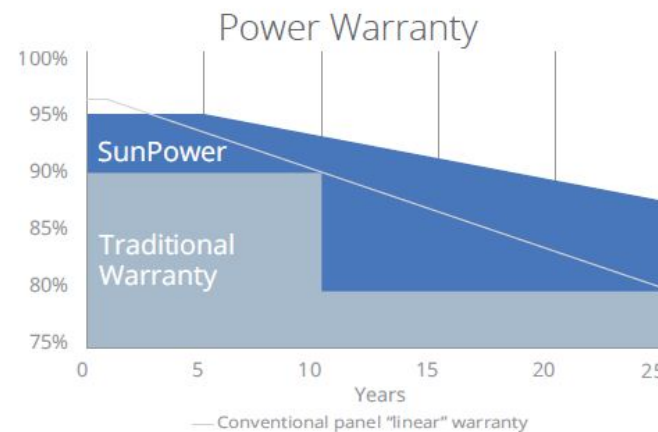
Modultillverkare har vanligen en effektgaranti på minst 80% av ursprunglig effekt efter 25 år

- Modulerna slutar inte fungera efter 25 år
- Finns exempel på tillverkare som börjat ge 30 års garanti

SunPower ger bättre garanti än den normala

- $\geq 95\%$ av märkeffekten efter 5 år
- Högst $-0,4\%$ per år följande 20 år
- $\geq 87\%$ av märkeffekten efter 25 år

30 år antaget i mallen för investeringskalkyl



Parameter 5: Hur mycket el producerar solceller

Tumregel Sverige

Årligt utbyte

800 – 1 100 kWh_{AC}/kW_{DC}

≈ globalinstrålning i kWh/ m² horisontell yta

– Om det är en hygglig till bra placering

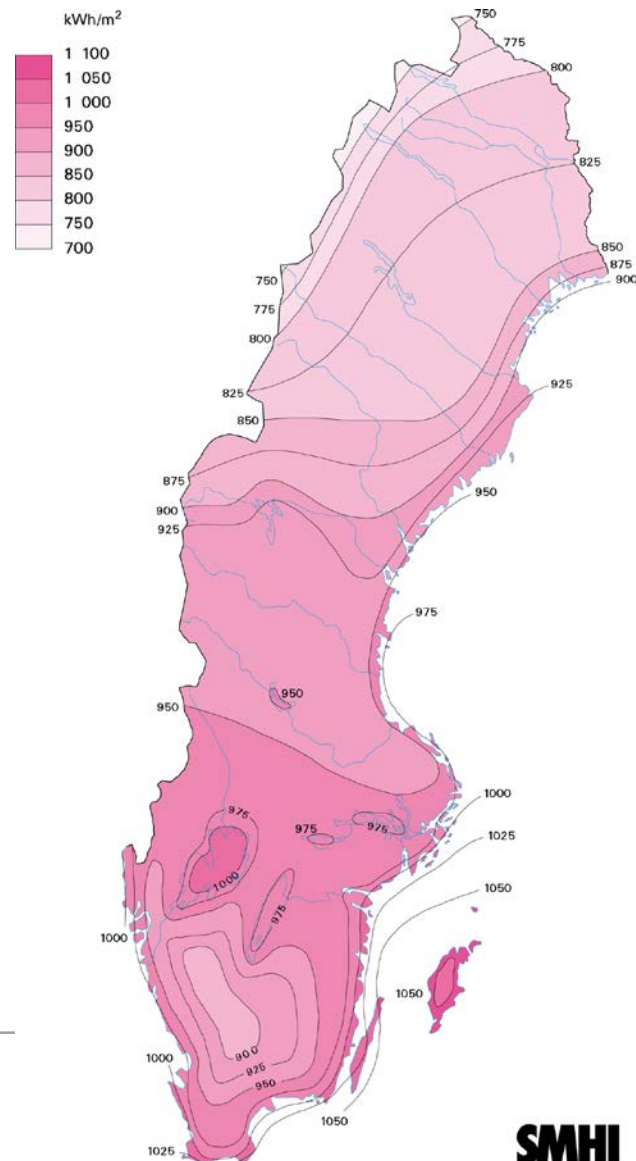
- SV – S – SO
- Ca 20-70° lutning

Utan besvärande skuggning

– Vanligaste orsaken till produktionsminskning

Under ett år med normal solinstrålning

– Solinstrålningen kan variera ±10% under en anläggnings livslängd enligt SMHI:s mätningar



Tillgänglighet

Frankrike och Italien

41 solcellsanläggningar

10 kW – 12 MW

1-4 års drift

Medel 98,0% tillgänglighet

– 7,3 dygn per år ur drift

99,9% använt i mall för investeringskalkyl

- För högt?
- <100% tillgänglighet används inte i någon annan svensk ekonomimall?
- Inga publicerade studier i Sverige

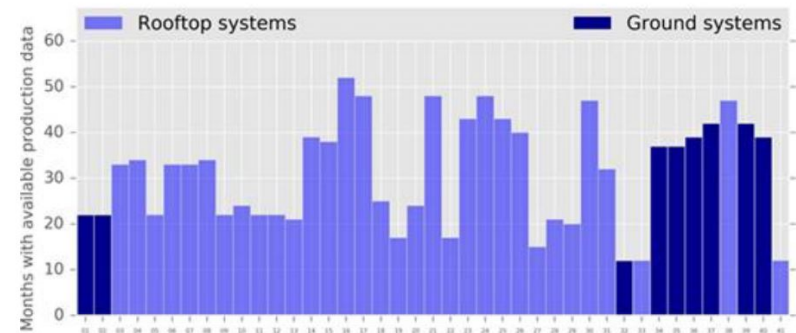


Figure 4: Anonymized list of the 41 PV plants under study with available electricity production data and installation type [1].

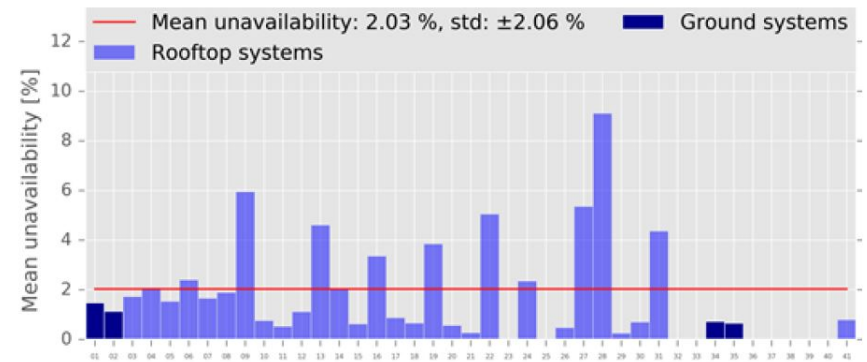
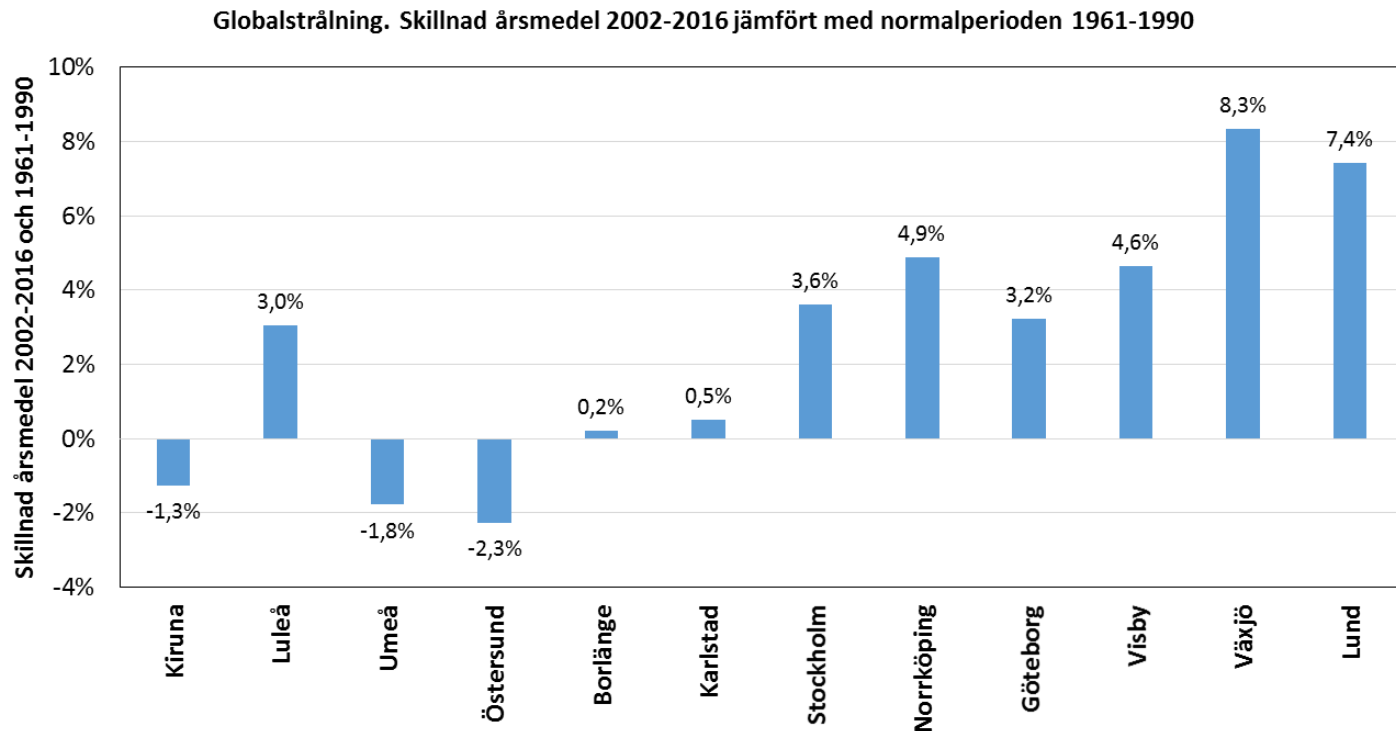


Figure 5: Actual time-based unavailability data from most of the PV plants in the portfolio [1].

Solstrålning

Långsiktiga trender

Solstrålningen är numera högre i delar av Sverige jämfört med normalperioden 1961-1990, enligt SMHI:s mätningar



Parameter 6: Degradering av moduler

I Sverige

Mycket få studier gjorda i Sverige

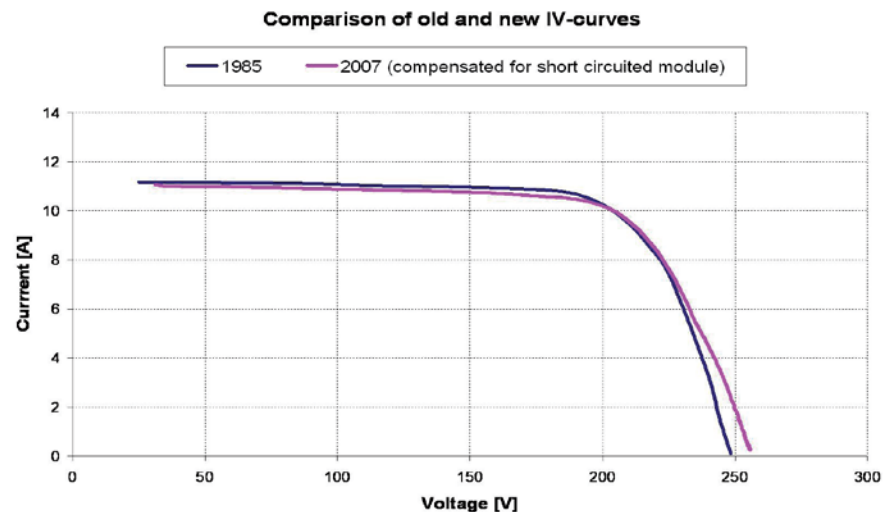
- Inga färskare studier
- -0,3%/år använt i mallen för investeringskalkyl

Elforsk rapport 06:71

- Bullerö (sex första åren i Årsta)
- Effekten i medel 3,8% lägre än ursprungliga efter att ha varit i drift i 25 år under 1981-2006
- En modul avvek 35% i effekt
- Avvikelsen på 2% lägre effekt för 19 av de 20 modulerna låg inom mät noggrannheten, som angavs till $\pm 5\%$

“Long term performance of PV modules – results from Swedish case studies”

- Bullerö, Huvudsta, Sandkullen
- Kortslutning i en kopplingsbox, resten 2% P_{mp} reduktion



Parameter 7: Kalkylränta

Stora variationer mellan olika aktörer

Exempel

Privatperson

- Realränta efter skatt för lån
- 2% i mallen för investeringskalkyl

Företag

- 5% WACC (Weighted average cost of capital) om 50% lån till 3% och 50% eget kapital med avkastningskrav 7%

Kommunala bolag etc. exempel

- 2,9% landstinget Västmanland 2016

Energimarknadsinspektionen

- 4,53% realränta före skatt för 2016-2020 för elnätbolag

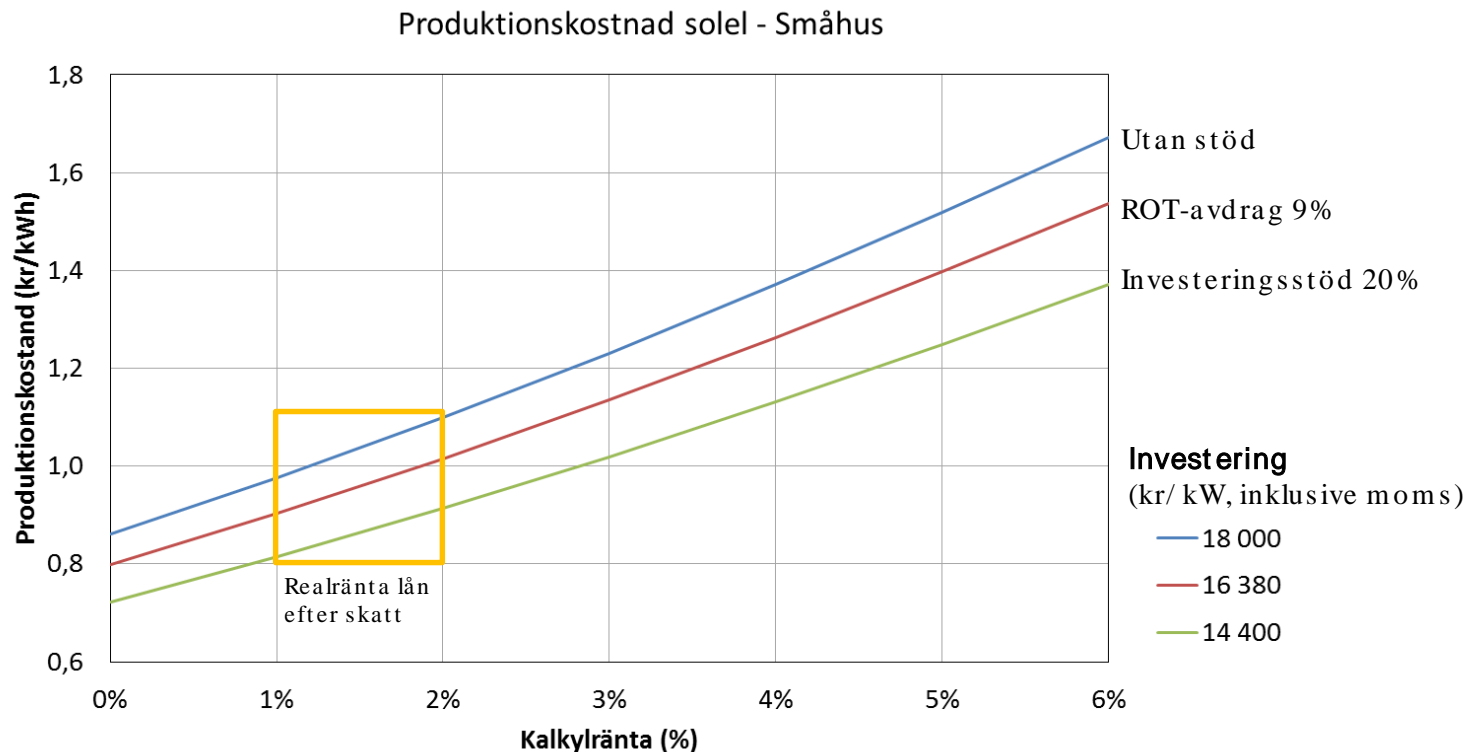
Elforsk – rapport ”El från nya och framtida anläggningar 2014”

- 6% och 10% för alla kraftslag
- Samma för privatperson och stora solcellsanläggningar =>
Inte realistiskt för privatperson

Produktionskostnad solcell i Sverige – LCOE småhus

Inklusive moms

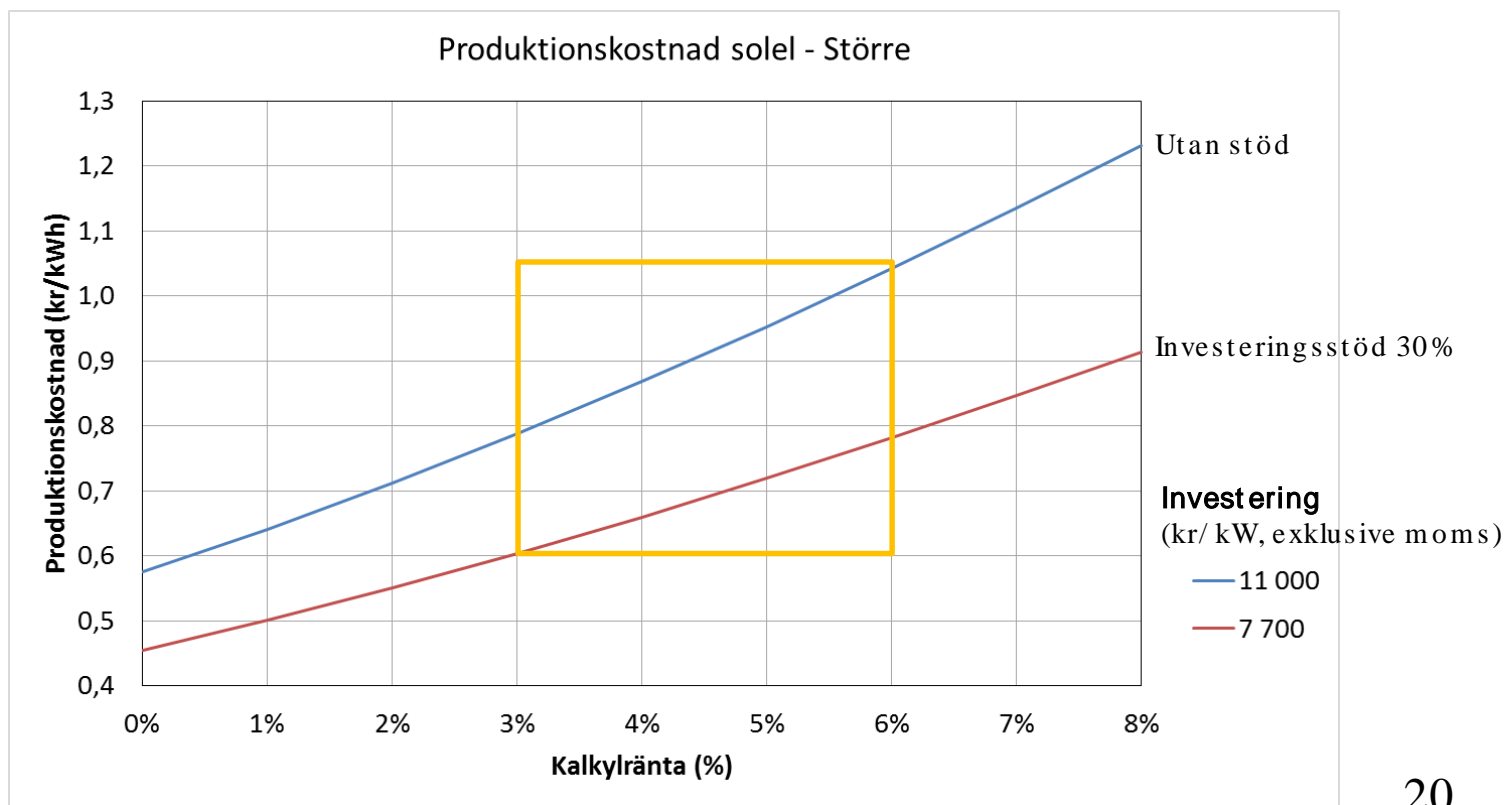
Livslängd 30 år, utbyte 900 kWh/ kW år 1, degradering 0,3%/ år, ett byte växelriktare, drift 0 kr, restvärde 0



Produktionskostnad solcell i Sverige – LCOE större

Exklusive moms

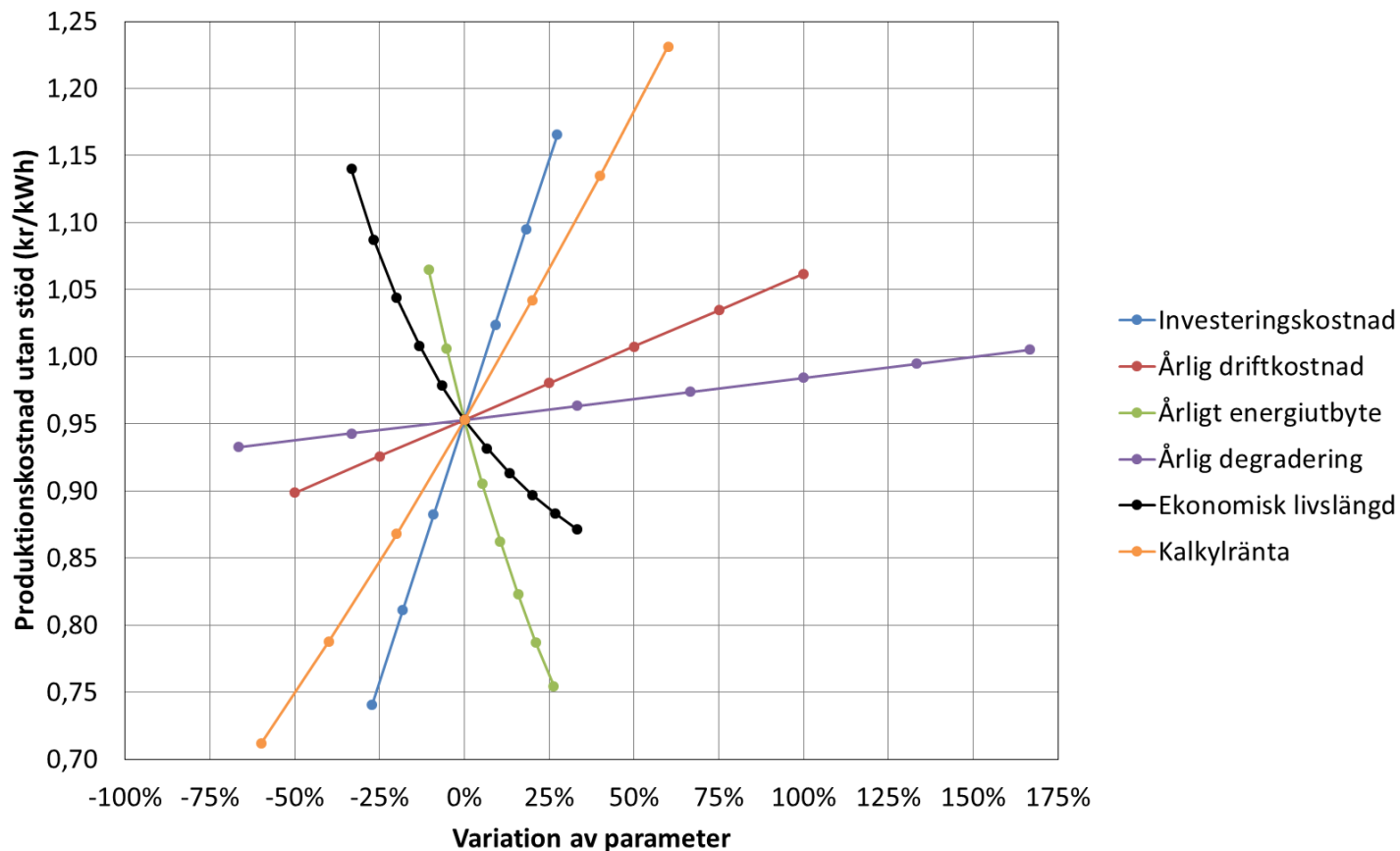
Livslängd 30 år, utbyte 950 kWh/ kW år 1, degradering 0,3%/ år, ett byte växelriktare, drift 100 kr/ kW,år, restvärde 0



20

Produktionskostnad solceller

Känslighetsanalys – Företag



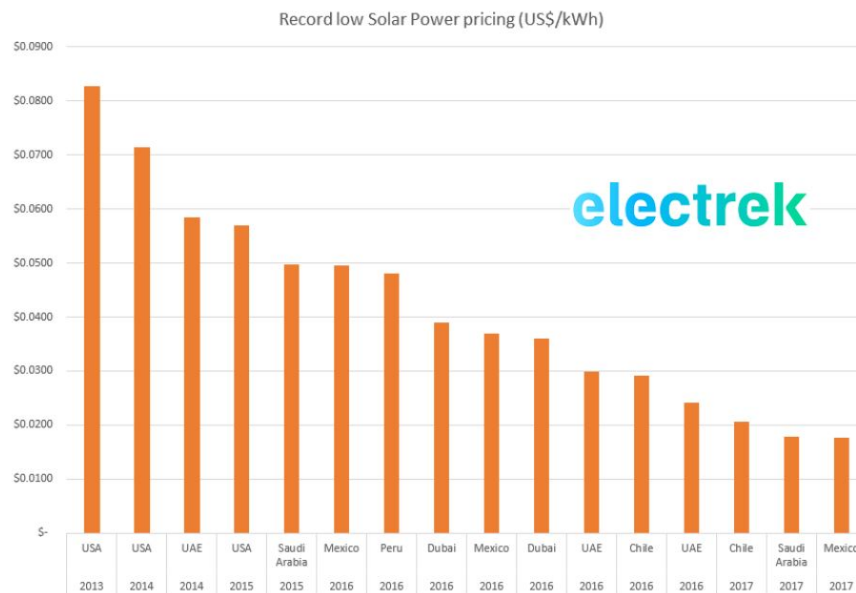
Lägsta pris i världen för solel

Mexiko

3 TWh på auktion 2017

15-20 öre/ kWh vinnande bud för 67-277 MW

Spotpriset för el i Sverige 2016 var 28 öre/ kWh i medel och ca 31 öre/ kWh hittills under 2017



Faktorer som påverkar värde för solel

Faktorer

Årlig solelproduktion

- Degradering
- Tillgänglighet
- Ändrad solinstrålning över tid

Egenvändning (ersätter köpt el) eller försäljning

Stöd vid drift

- Skattereduktion
- Elcertifikat

Ursprungsgarantier

Energiskatt

- Egenanvänd el om installerad effekt >255 kW

Prisutveckling?

Prisutveckling rörlig andel av köpt el = värde egenanvänd el

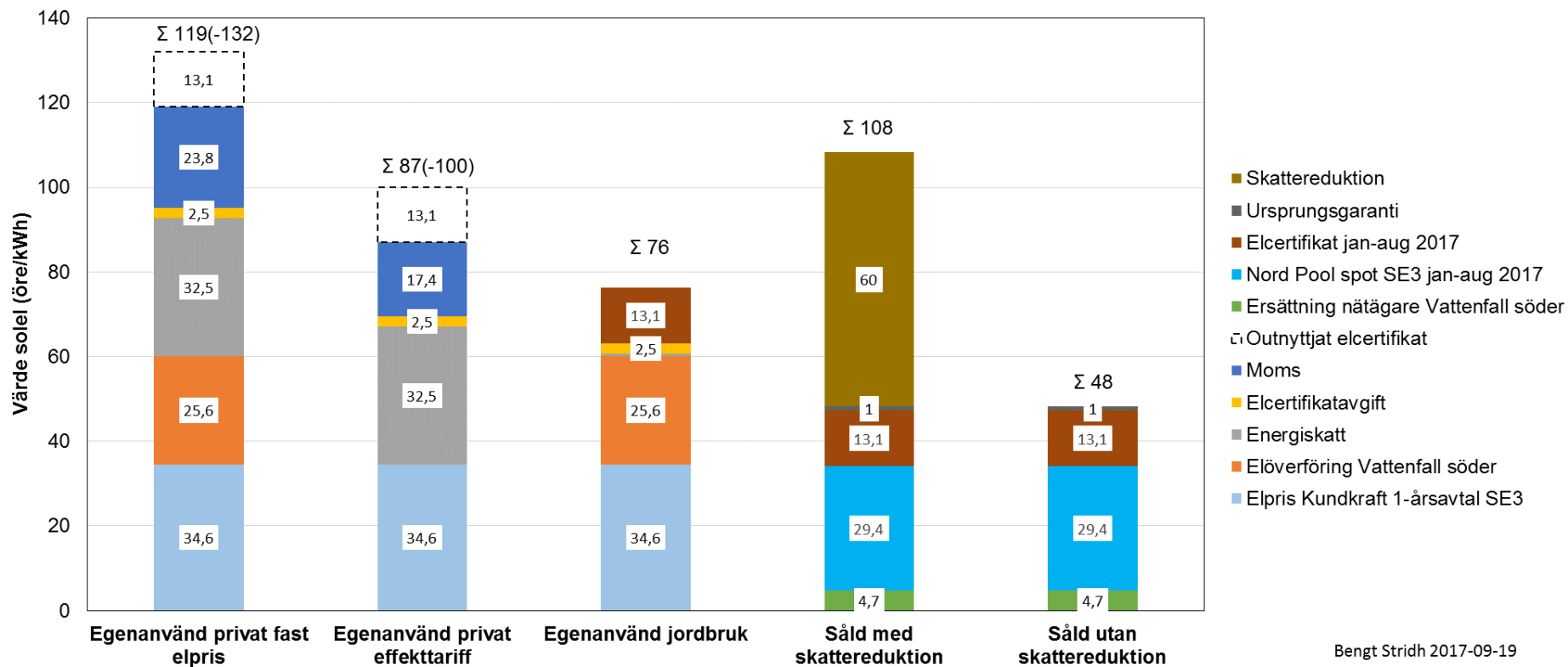
- Spotpris
- Energiskatt
- Elcertifikatavgift
- Elöverföring
- Moms (privatpersoner)

Prisutveckling för såld el

- Spotpris eller annat pris
- Ersättning från nätägare för inmatad el

Värde solet idag - Exempel

Värde under livslängden?



Bengt Stridh 2017-09-19

Egenanvändning nyckelord

Egenanvändning

Utan stöd eller ett betydligt högre pris än spotpris för såld el har egenanvänd el betydligt högre värde än såld el

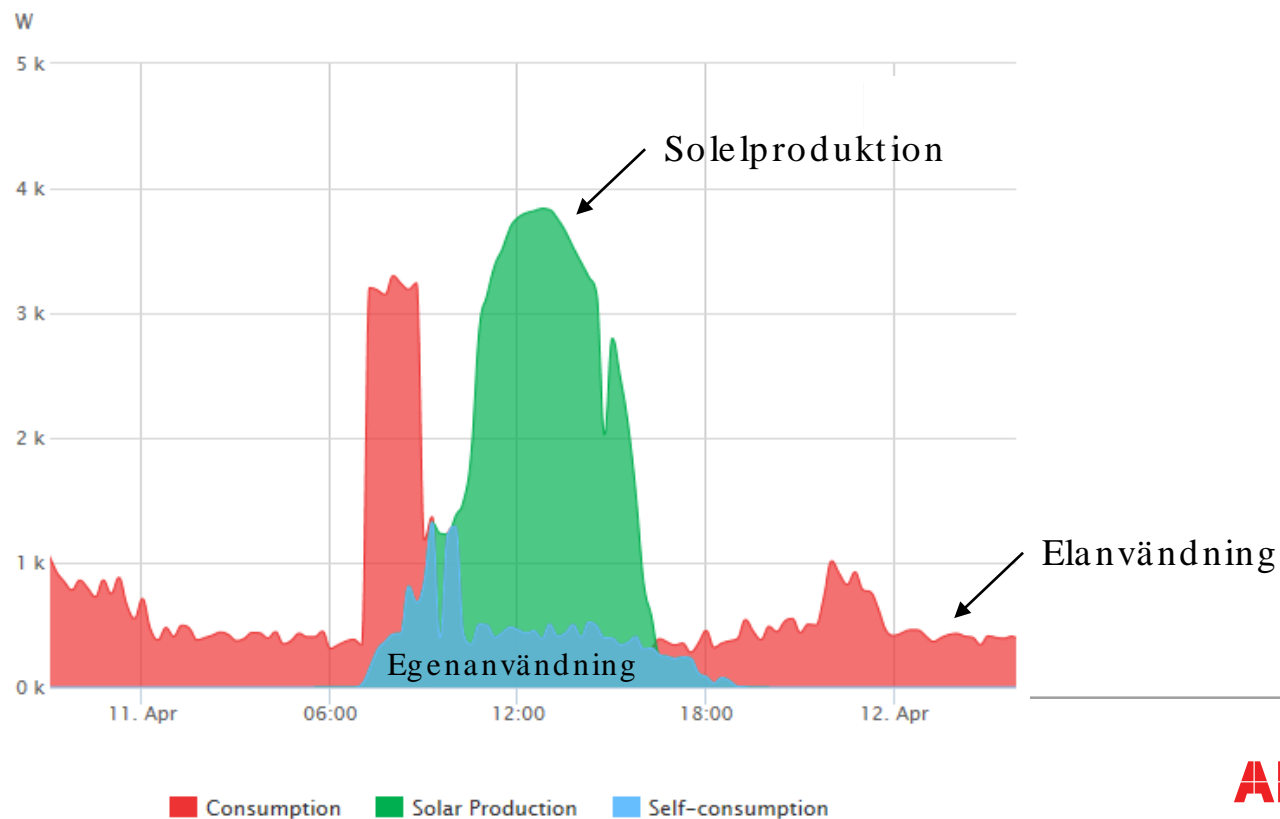
Egenanvändning

Exempel småhus i Västerås, solig dag

21,7 kWh solel producerad 11 april 2016

5,6 kWh egenanvänd = 26% av produktionen = 31% av husets elanvändning

16,1 kWh överskott inmatat till nätet = 74% av produktionen



Stöd vid drift

Skattereduktion

För el som matas in till nätet

Införd 1 januari 2015

Skattereduktion 60 öre/ kWh

- Regleras i inkomstdeklarationen

Får inte överstiga 30 000 kWh/ år

- Vare sig per person eller per anslutningspunkt
- Som mest för så mycket el man köper

Högst 100 A säkring i anslutningspunkten

Gäller både privatpersoner och företag

Oviss framtid

För de som får skattereduktion har idag såld el (nästan) samma värde som egenanvänd el

- Hur länge kommer skattereduktionen att finnas kvar?
- Med vilket belopp?

⇒ Osäkerhet i lönsamhetskalkyl för speciellt småhusägare på grund av relativt låg egenanvändning

Stöd vid drift

Elcertifikat

Prisras 2017

Stödsystem för att öka förnyelsebar elproduktion i Sverige och Norge

Producenten får 1 elcertifikat per MWh

- Till vindkraft, viss vattenkraft, vissa biobränslen, solenergi, geotermisk energi, vågenergi och torv i kraftvärmeverk

Kvotplikt

- Elhandelsbolag måste inneha ett visst antal elcertifikat
- Skapar marknad för handel med elcertifikat

Rekordlåga priser under 2017

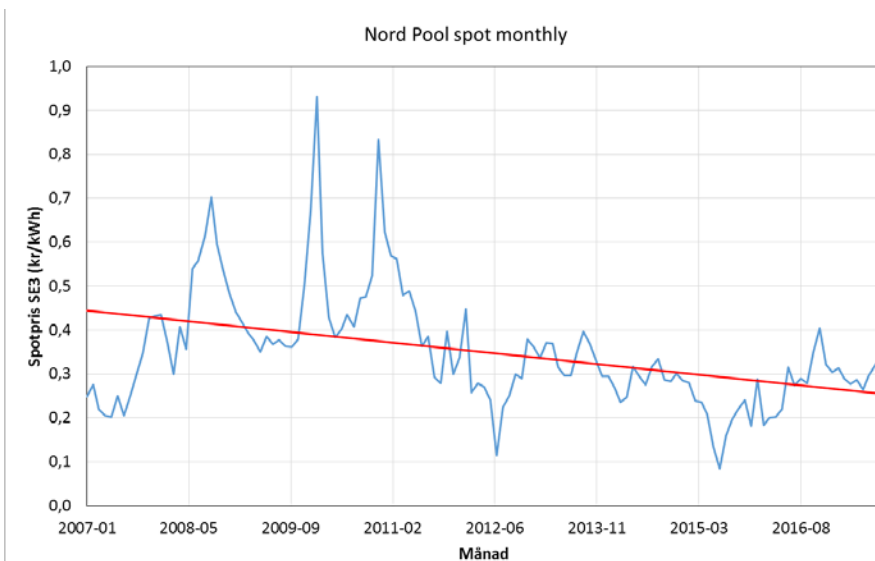
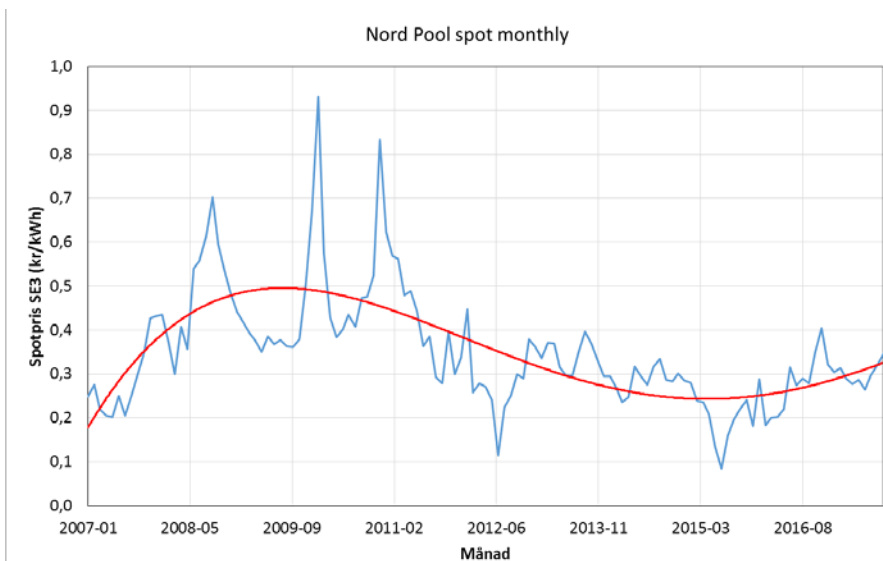


ELCERTIFICATE PRICES HISTORICAL ELCERTIFICATE PRICES TI

Product	Bid	Ask	Date	Close	Date
Spot	63	72	27 Nov 08:22	68	24 Nov 15:30
March-18	63	72	27 Nov 08:21	69.5	24 Nov 15:30
March-19	63	72	27 Nov 08:58	68	24 Nov 15:30
March-20	49	63	24 Nov 08:35	57	24 Nov 15:30
March-21		45	13 Nov 11:28	42	24 Nov 15:30
March-22		45	6 Nov 09:20	43	24 Nov 15:30

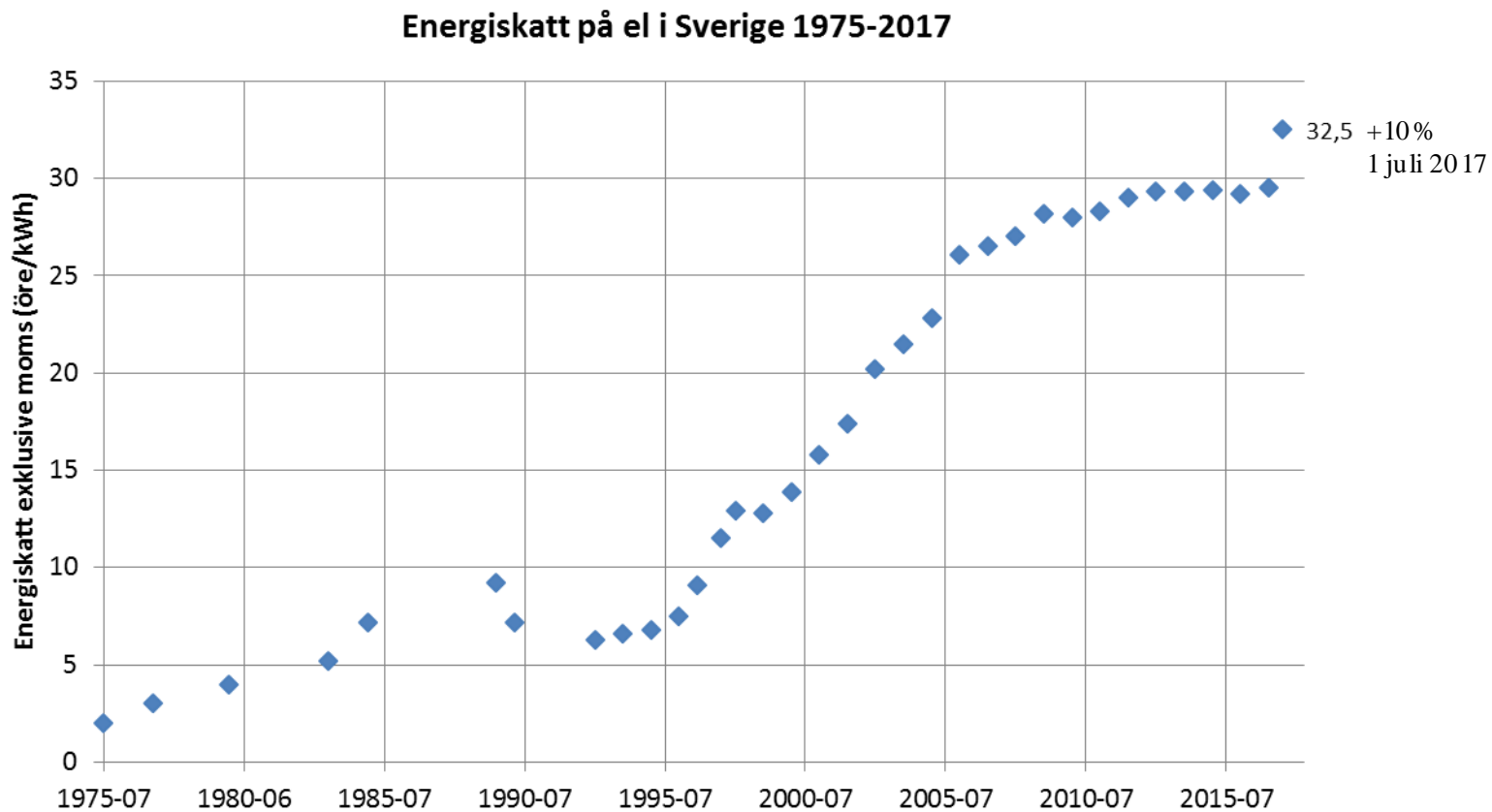
Prisutveckling

Spotpris i Sverige 2007 – september 2017. Vilken långsiktig trend?



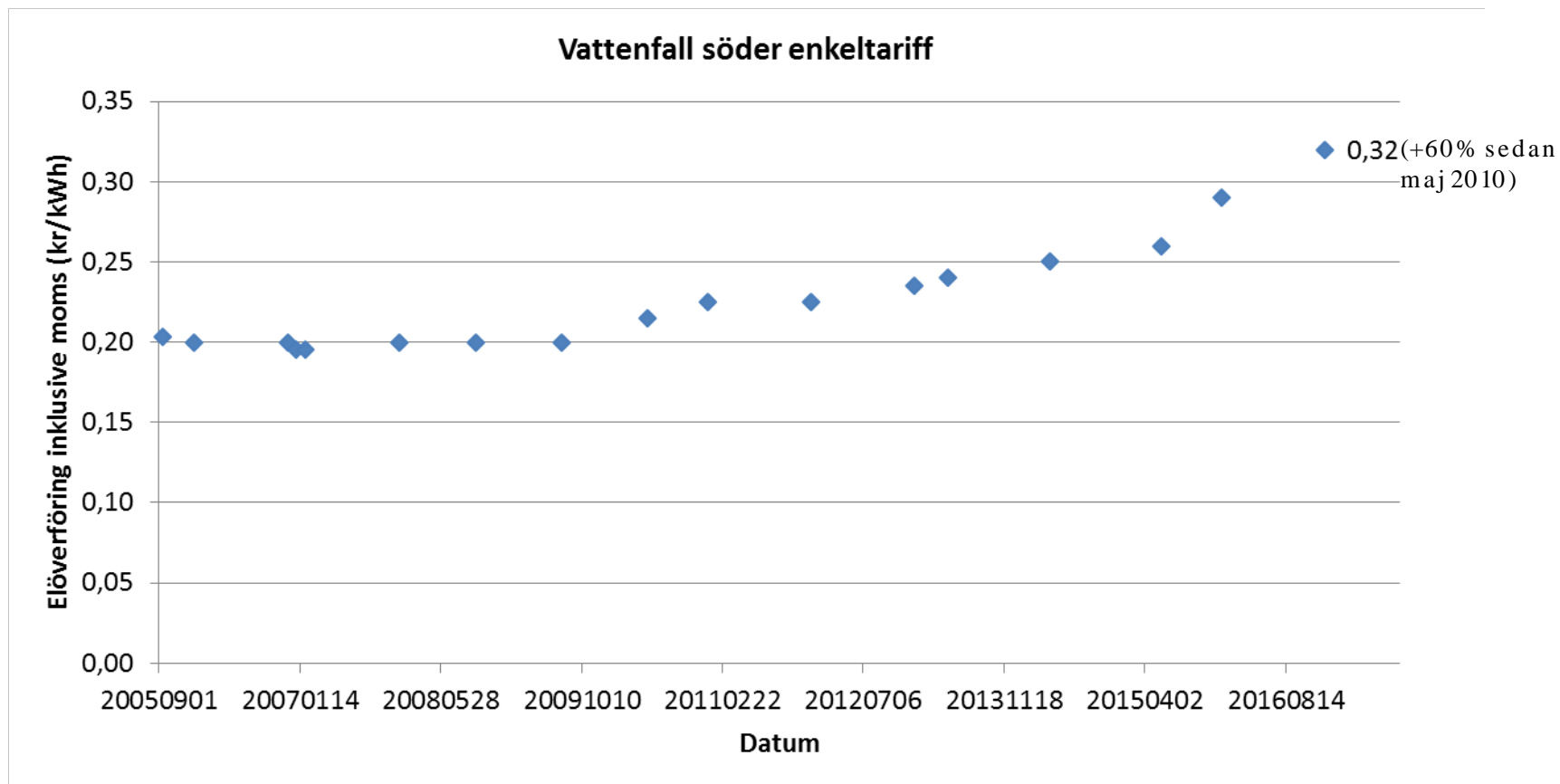
Prisutveckling

Energiskatt – beror på politiska beslut



Prisutveckling

Rörlig avgift elöverföring - *Exempel*



Prisutveckling

Elöverföring

Effekttariffer

En övergång till nättariffer baserade på effekt istället energi förväntas även för småhus

Tariffer baserade på högsta effekt under 3-5 timmar kl. 07-19 under en månad finns idag hos några nätbolag

- Sala-Heby Energi
- Malungs Elnät
- Sollentuna energi
- ...?...

Minskar värdet på egenanvänd el

Effekttariff medför att

- Dagens värde per kWh för elöverföring försvinner för småhusägare på egenanvänd el
- De högsta effekterna kommer att bli när det inte är någon solelproduktion (morgon och kväll, mulna dagar)

Prisutveckling - Slutsats

Värde egenanvänd el

Prisutveckling rörlig andel av köpt el = värde egenanvänd el

- Spotpris
- Energiskatt
- Elcertifikatavgift
- Elöverföring
- Moms (privatpersoner)

Värde såld el

Prisutveckling för såld el

- Spotpris eller annat pris
- Ersättning från nätägare för inmatad el

Slutsats

Prisutveckling för värde av egenanvänd och såld el omöjlig att förutsäga med någon högre precision över en solcellsanläggnings livslängd

Ger osäkerhet i lönsamhetsberäkningar

Solcellsmarknader i Sverige idag

Inte nätansluten solel

- Fyrar
- Nödtelefoner
- Fritidshus
- Båtar
- Husbilar
- ...



Kommersiell producent

- Produktionskostnad måste vara lägre än Nord Pool spotpris (medel hittills 2017: ≈31 öre/ kWh)
- Inte möjligt idag i Sverige utan stöd
 - Elcertifikat, investeringsstöd, ...

Solel som ersätter köpt el (prosumert)

- Småhus
- Flerfamiljshus
- Större byggnader
 - Industri-, affärs-, kontorsfastigheter, offentliga byggnader, idrottshallar, ...



>10 TWH/ÅR MÖJLIGT!

~10% av Sveriges elanvändning

Bengt Stridh
ABB Corporate Research
bengt.stridh@se.abb.com
021-32 30 67

