

Ekonomi för solel ur en solcellsägares perspektiv

CB-Fonder. Stockholm, 2019-01-24

Bengt Stridh

Universitetslektor, Mälardalens högskola, bengt.stridh@mdh.se

Sveriges största solcellsblogg, <http://bengtsvillablogg.info/>

Svensk representant IEA PVPS Task 13 och Task 15

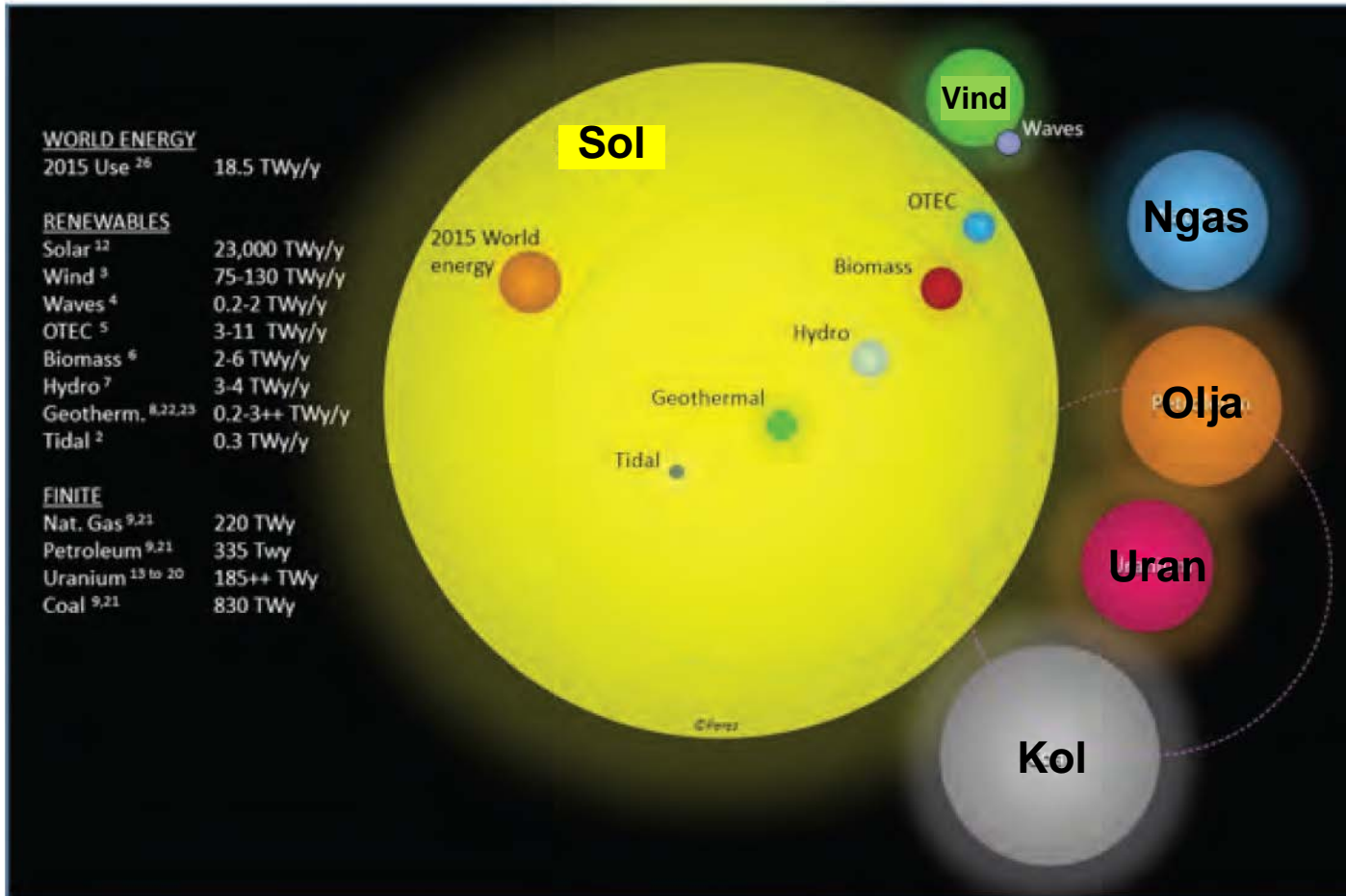
Solcellsägare sedan 2006

(fd Principal Scientist, ABB Corporate Research)



Solenergi – tillgång

Men solen och solvärme bara 0,6% av världens energianvändning 2017

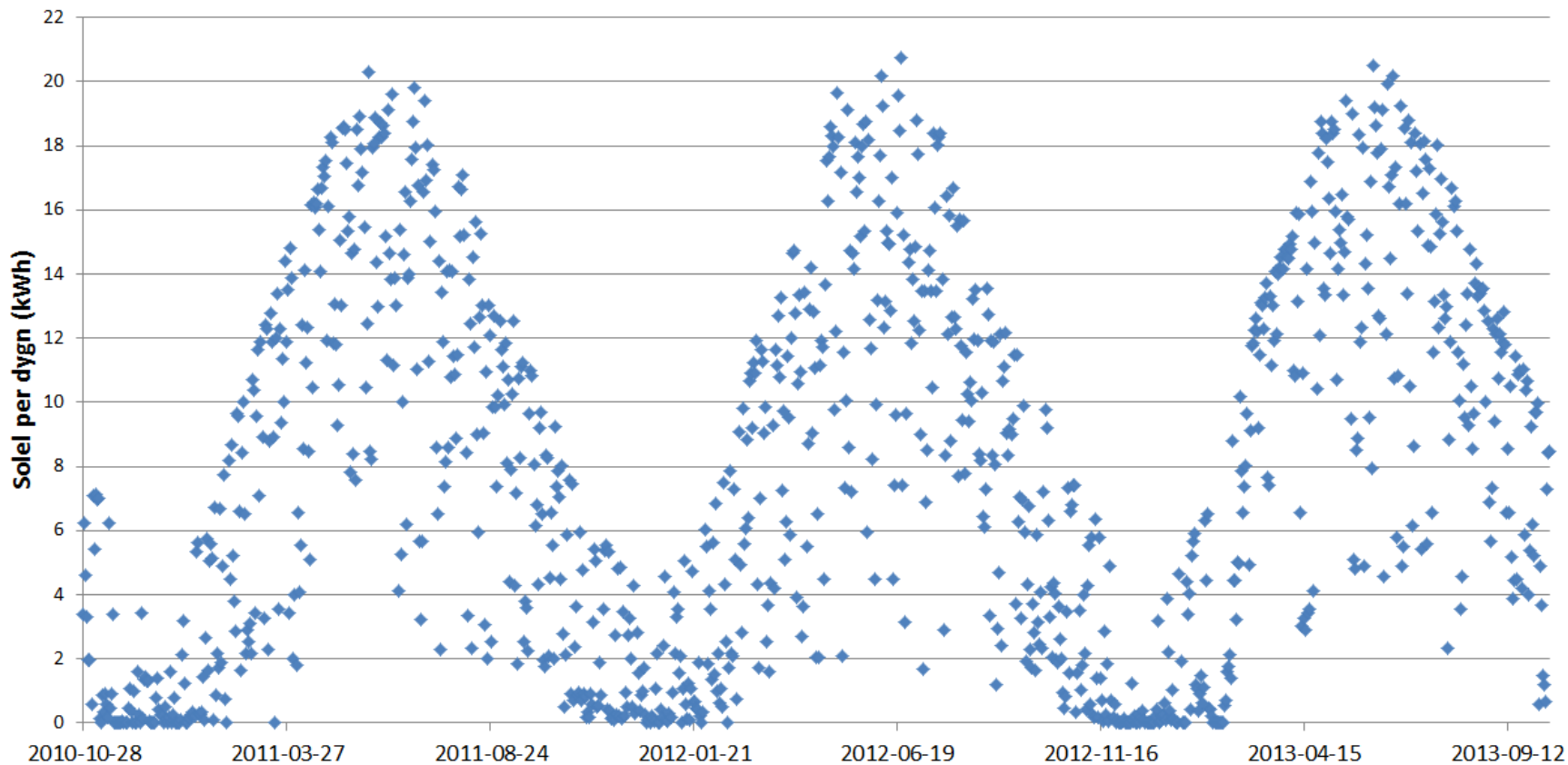




Solenergi – variabel produktion över tid

Gäddeholm 3,36 kW solcellsanläggning 2010-10-28 - 2013-10-27

Bengt Stridh 20131028

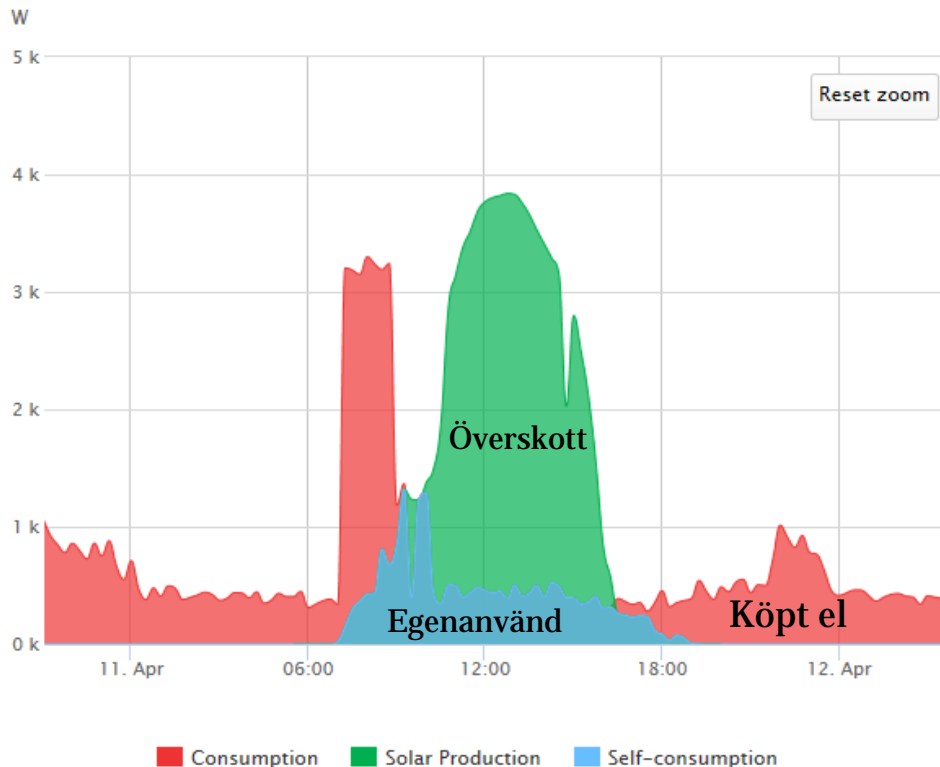




Egenanvändning

Exempel småhus i Västerås, solig dag

- 21,7 kWh solel producerad 11 april 2016
- 18,1 kWh el användes i huset under dygnet
- 5,6 kWh egenanvänd = 26% av produktionen = 31% av husets elanvändning
- 16,1 kWh överskott inmatat till nätet = 74% av produktionen



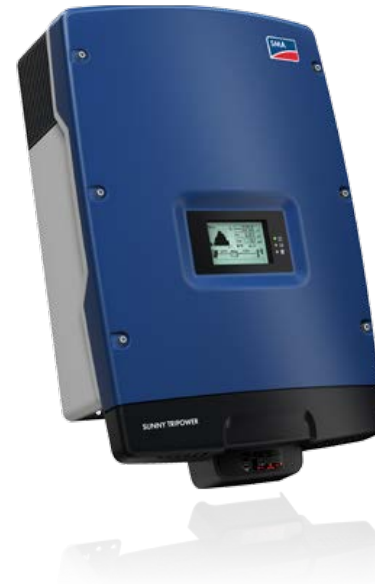


Viktigaste komponenterna i solcellsanläggning

Solcellsmoduler (paneler)



Växelriktare



Kalifornien - 170 MW – 6,5 km²





Sveriges största solcellspark- Nya Solevi

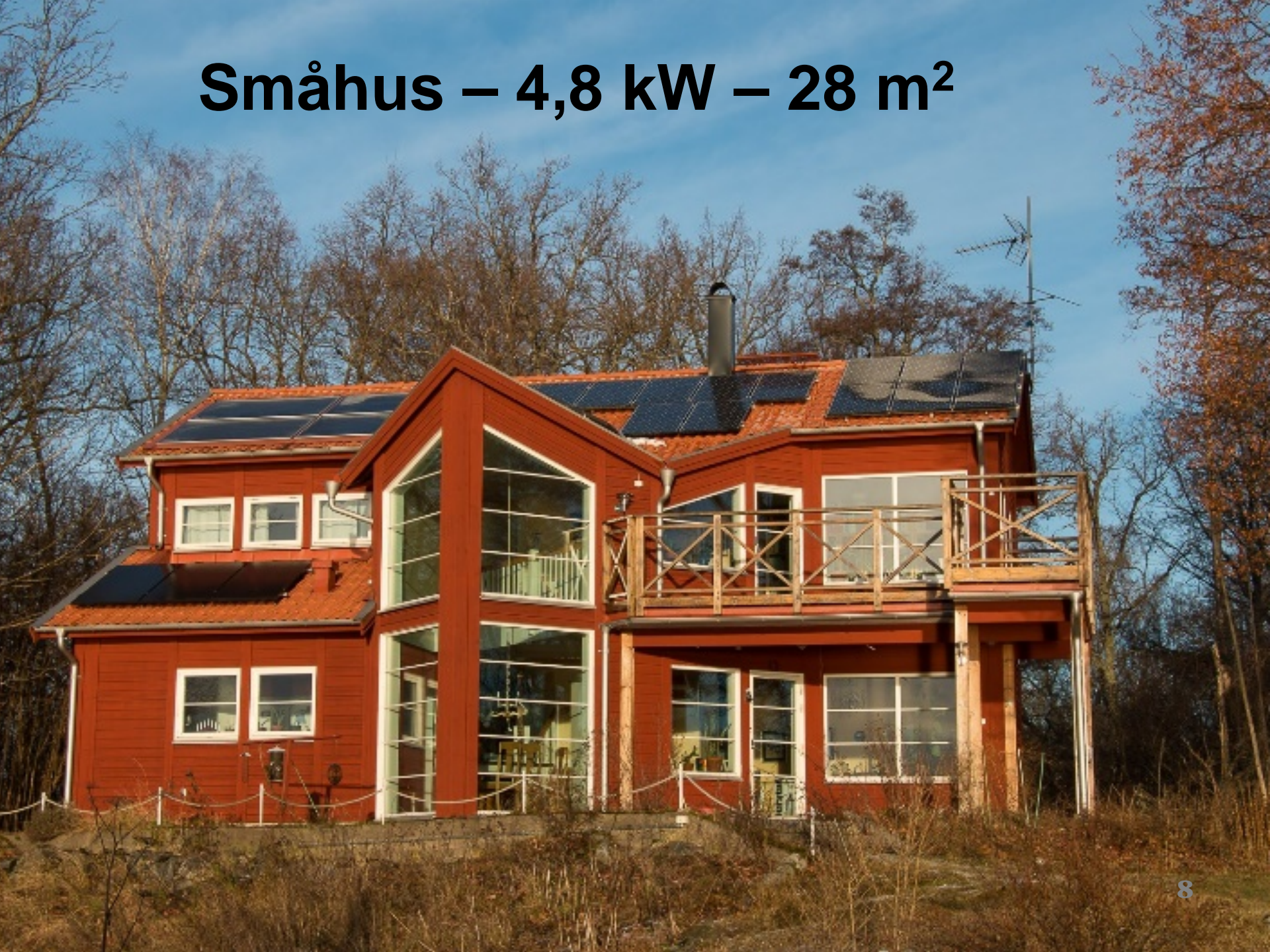
 Sveriges största solcellspark Nya Solevi invigd

5,5 MW – 0,11 km²



Göteborg Energi

Småhus – 4,8 kW – 28 m²





Ekonomi för solel under hela livslängden

- Produktionskostnad
- Värde producerad solel

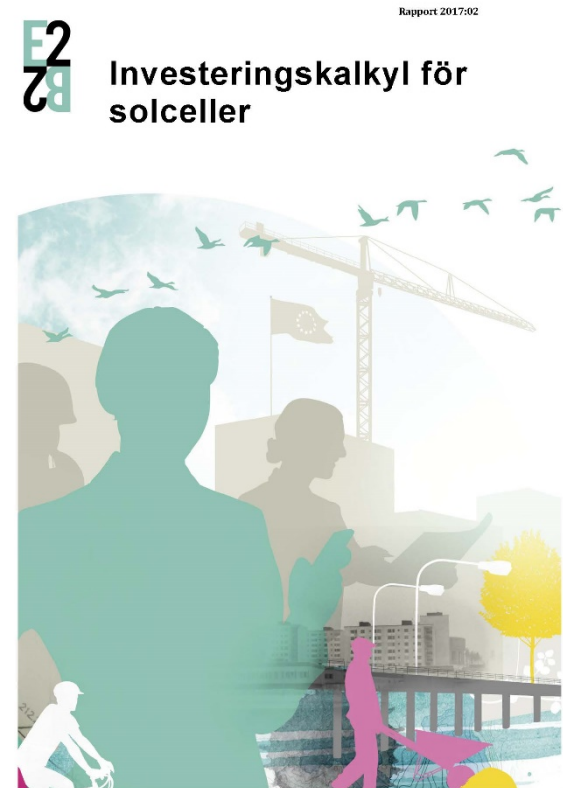


- Andra faktorer än ekonomi kan väga in i investeringsbeslutet!



Projekt investeringskalkyl 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](#)





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

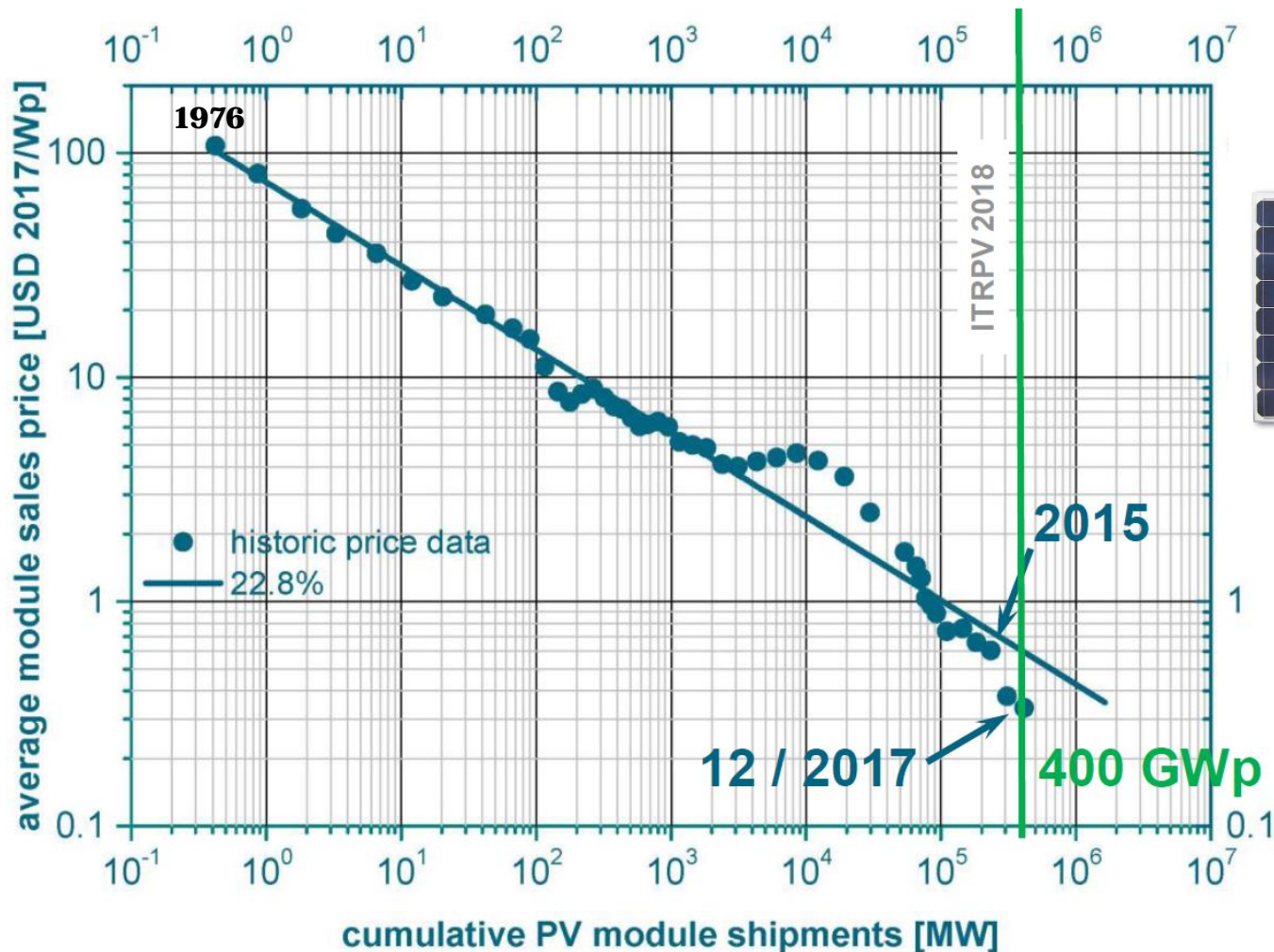


Levelized cost of electricity (LCOE)

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

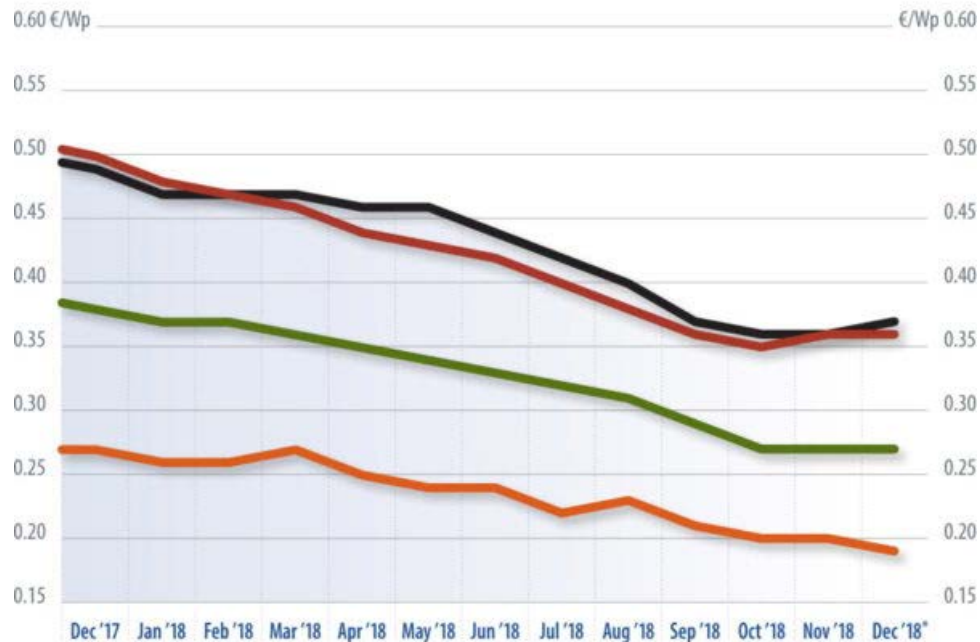
- R = kalkylränta
- i = år (1, ... , N)
- N = livslängd (år)
- Årlig kostnad = drift, underhåll etc.
- 6-7 huvudparametrar, som i sin tur bygger på olika antaganden
- Värdena anges vanligen per installerad kW – förenklar jämförelser!

1 - Prisutveckling solcellsmoduler



1 - Spotpriser solcellsmoduler EU

EU spot market module prices by technology



-30% / 13 mån

Crystalline modules
(mono-/poly-Si) average net prices (€/Wp)

- High efficiency
- All black
- Mainstream
- Low cost

* Data up to December 07, 2018

High efficiency: Crystalline modules 285 Wp and above with Cello, PERC, HIT-, n-type – or back-contact cells or combinations thereof

All black: Module types with black backsheets, black frames and rated outputs of between 200 Wp and 320 Wp

Mainstream: Modules with usually 60 cells, standard aluminum frames, white backing and 260 Wp to 280 Wp – the majority of modules on the market

Low cost: Reduced-capacity modules, factory seconds, insolvency goods, used modules (crystalline), products with limited or no guarantee

More information: www.pvXchange.com

1 - Investeringskostnad Fördelning

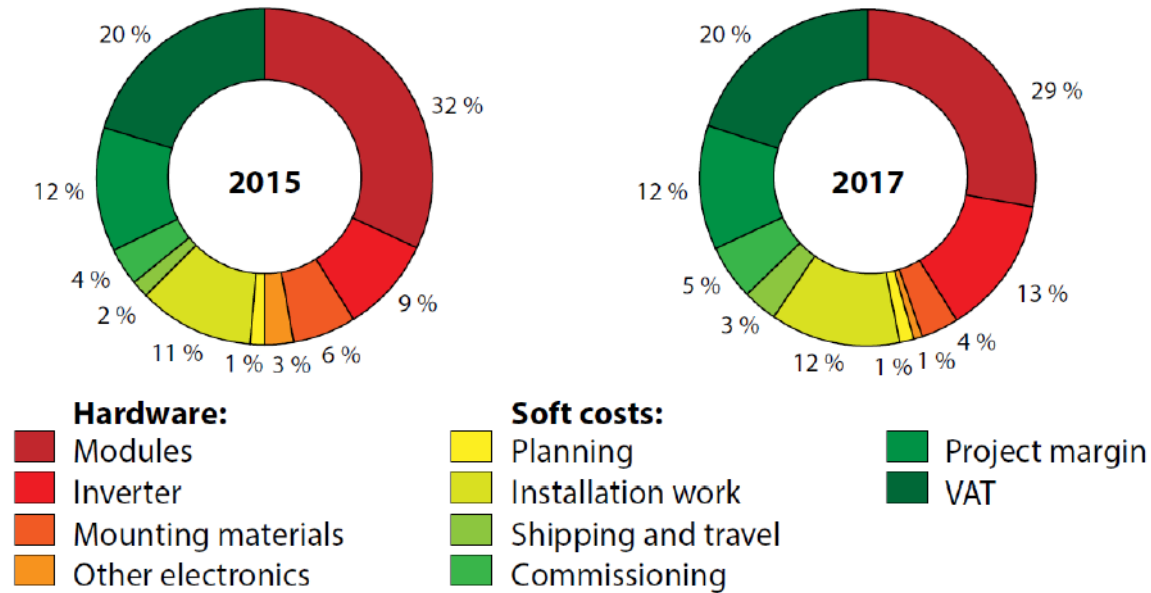


Figure 10: The cost structures for a typical turnkey grid-connected roof-mounted residential PV system (5 kW_p) to the end customer in the end of 2015 and 2017. The average price from the respondent installation companies was 19.5 SEK/W_p in 2015 and 18.3 SEK/W_p in 2017.

- Schablon Skatteverket godkänt vid ROT-arbete
 - 30% arbetskostnad av totalkostnaden => 9% skattereduktion vid ROT-arbete

1 - Investeringskostnad Prisutveckling Sverige

- Priserna har minskat dramatiskt under 2010-talet

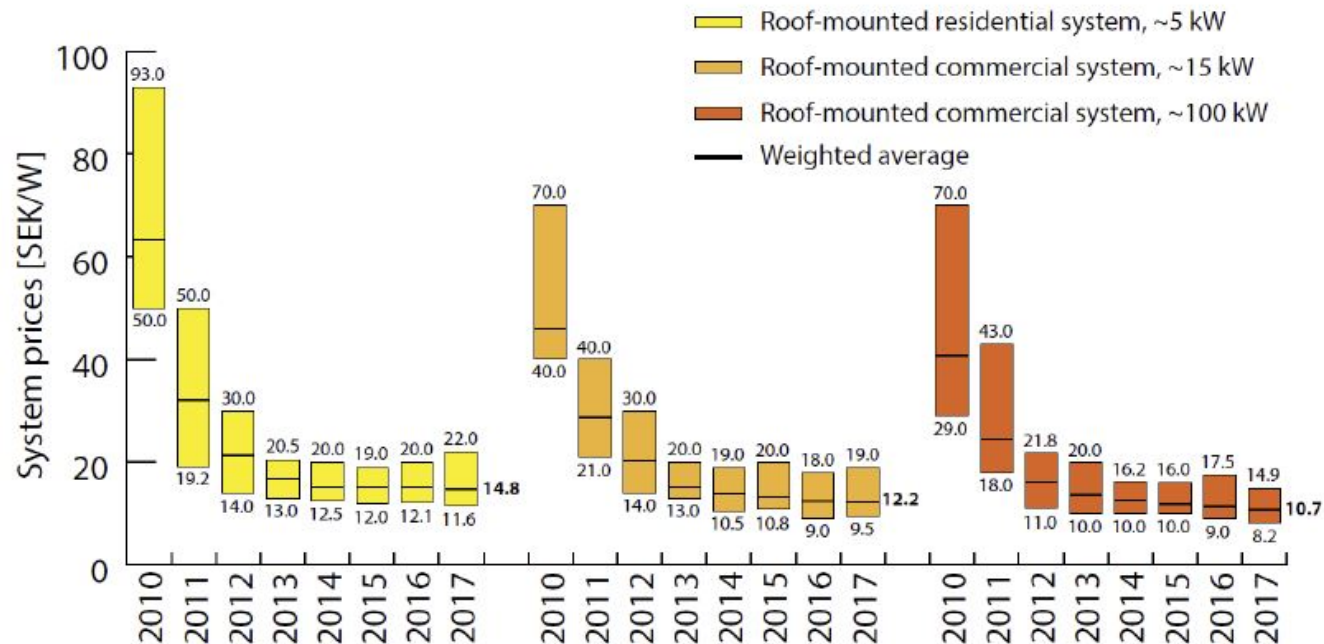


Figure 9: The price difference for typical turnkey PV systems between different Swedish installation companies (excluding VAT). Note that these are the prices that the companies regard as typical for their company, and that the graph therefore does not show the absolute highest and lowest prices in Sweden.



1 - Investeringskostnad solcellsparker Sverige



- 2,7 MW solcellspark i Varberg
- 24 miljoner, exklusive moms => 8 900 kr/kW
- Sveriges billigaste solcellspark då den togs i drift juni 2016



Vill du ta del av solens energi och vara med i omställningen till ett hållbart energisystem? Nu bygger vi Sveriges största solcellspark på 5,5 MW i Säve och fler är på gång!

En del av solcellsparken i Säve kommer att bli andelsägd så ni som inte har ett eget tak attätta en faller på man årets vill bidra till den förnybara omställningen kan bidra allra bäst

- 5,5 MW solcellspark i Säve
- 45 miljoner, exklusive moms => 8 200 kr/kW
- Sveriges nu billigaste solcellspark



Dansk solelauktion

- 1 MW-anläggningar
- 10,0-14,9 danska ören/kWh = 13,8-20,5 svenska ören/kWh* under 20 år, utöver marknadspris = Nord Pool spotpris minus avdrag för eventuella avgifter

* 1 DKK = 1,376 SEK = medel under 2018



News Research Trends Events Advertising



Solar

Denmark selects 19 MW of projects in sub-1-MW solar tender

November 14 (Renewables Now) - The Danish Energy Agency (DEA) has received 15 winning proposals totalling 19 MW in a solar photovoltaic (PV) tender for projects below 1 MW.

The tender was launched in September with the aim to support about 35 MW of projects. According to the released results, published last week, the weighted average price of the winning bids stands at DKK 0.1297 (USD 0.2/EUR 0.017) per kWh, with proposals ranging between DKK 0.1/kWh and DKK 0.149/kWh.



Solar system in Denmark. Author: Peter Leth. License: Creative Commons, Attribution 2.0 Generic.

The tender, capped at DKK 0.15 per kWh, will lead to the construction of 19 solar systems and contracts worth DKK 62.2 million. All plants have to be connected to the grid within two years from signing the 20-year contracts.



1 - Investeringsstöd

- Högst 30%
 - Bör sänkas till 15% enligt M-KD budgeten
- Stödberättigade kostnaderna får uppgå till högst 37 000 kr/kW + moms
- Högst 1,2 miljoner kronor lämnas i stöd per system
- Installationen slutförd senast 2020-12-31
- Stöd endast för ett solcellssystem per byggnad eller för ett solcellssystem per fastighet om systemet är byggt på marken
- Statsbudget
 - Sänkt från 915 till 475 miljoner för 2019 i M-KD budgeten
 - Januariavtalet: "Det ska vara enklare och mer lönsamt att investera i förnybar energi för eget bruk, till exempel i solceller och solvärme..."
 - Budgeten kan komma att förstärkas
 - Lång kö av sökande
 - 1,2 miljarder vid årsskiftet



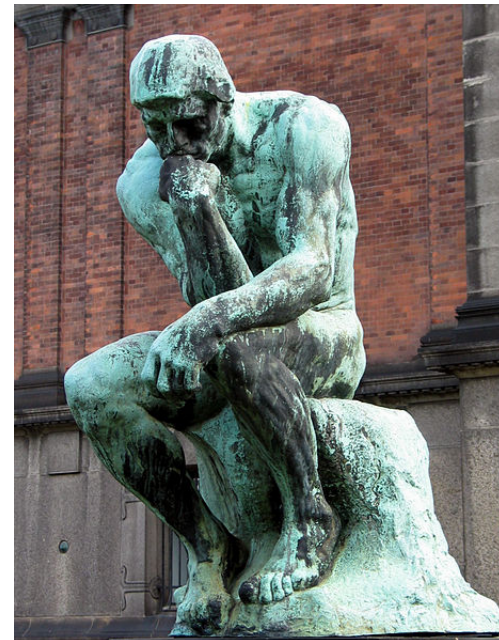
2 - Driftkostnader

Att ta hänsyn till under hela livslängden

- Komponentbyten
 - Växelriktare?
 - Moduler?
- Eventuellt
 - Personalkostnad tillsyn
 - Inmatningsabonnemang
 - Försäkring
 - Hyra av yta
 - Rengöring & snöröjning
 - Fastighetsskatt
 - I framtiden för markbaserade större solcellsanläggningar
- Endast en mindre intervjustudie finns publicerad i Sverige
- Olika metoder används
 - Kostnad i % av investeringskostnaden
 - Kostnad i kr/kW
 - Kostnad i kr/kWh

2 - Behövs något underhåll i Sverige?

- Normalt rengör sig modulerna själva av regn och snösmältning
- Snöröjning lönar sig vanligen inte
 - Endast 6% av årets solinstrålning infaller under november-februari i Mälardalen
 - Risk skada personer och moduler
- Tillsyn av drift viktig!
 - Ansvarig person behövs
 - Kontroll av driftdata
 - Vidtar åtgärder om något verkar fel

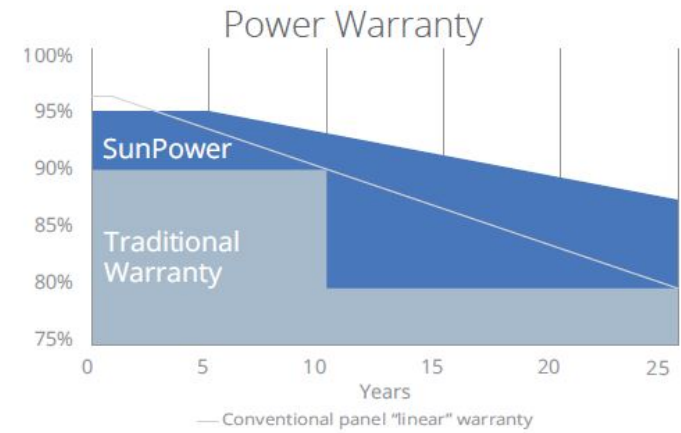


Tänkaren, Auguste Rodin, 1902



3 - Livslängd

- Modultillverkare har vanligen en effektgaranti på minst 80% av märkeffekten efter 25 år
 - Modulerna slutar inte att fungera efter 25 år
 - Finns exempel på tillverkare som börjat ge 30 års garanti
- Exempelvis 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 ekonomisk livslängd valdes i projektet investeringskalkyl för solceller



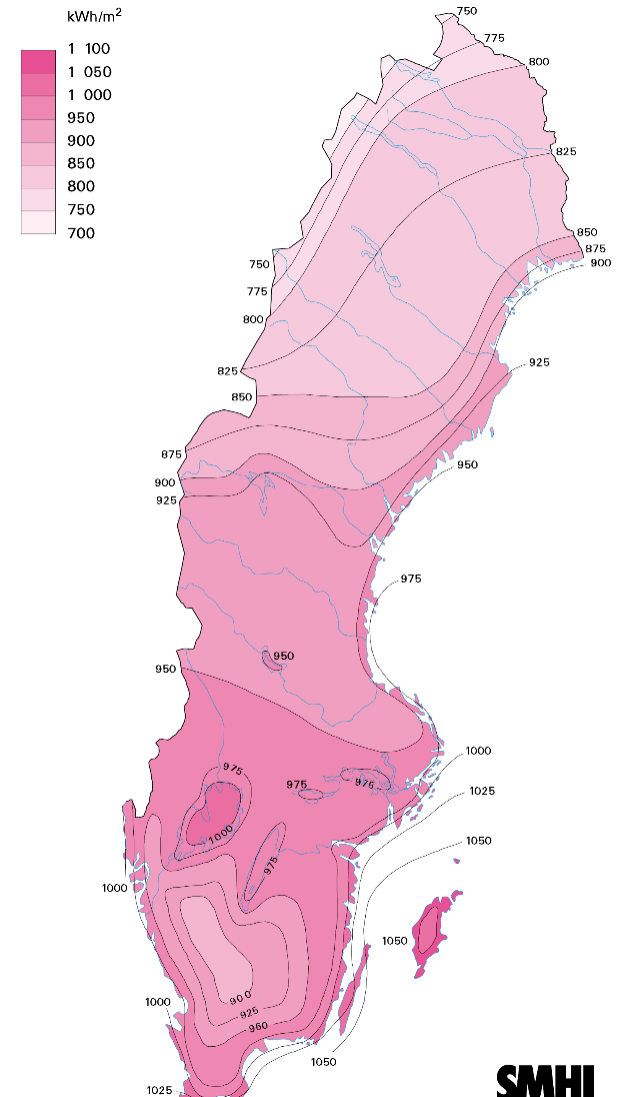
Källa: [SunPower X21 datablad](#)



5 - Hur mycket el producerar solceller – Tumregel Sverige

Årligt utbytte

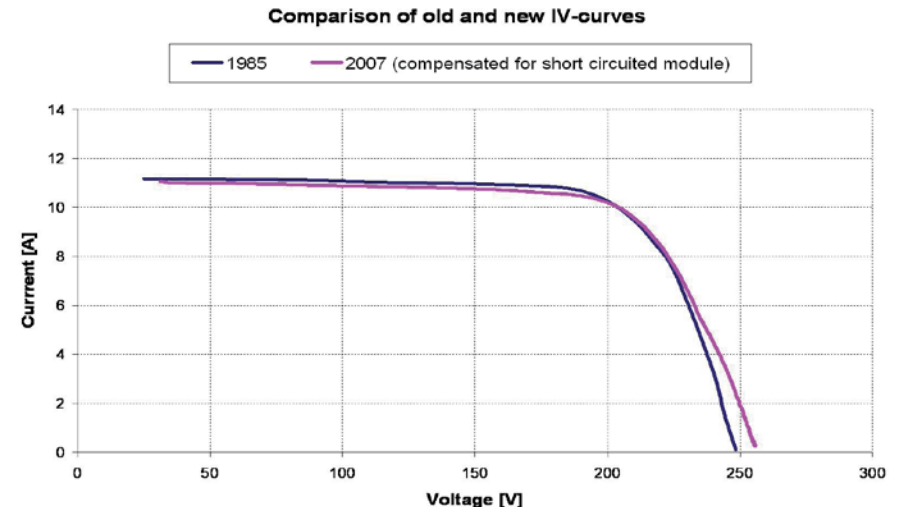
- 800 – 1 100 kWh_{AC}/kW_{DC}
≈ global strålning i kWh/m² horisontell yta
- Om det är en hygglig till bra placering
 - SV – S – SO
 - Ca 20-70° lutning
- Utan besvärande skuggning
 - Vanligaste orsaken till produktionsminskning
- Under ett år med normal solinstrålning
 - Solinstrålningen kan variera ±10% under en anläggnings livslängd enligt SMHI:s mätningar





6 - Degradering av moduler

- Mycket få publicerade studier gjorda i Sverige
 - Inga färska studier
- [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 mätnoggrannheten, 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





7 - Kalkylränta Exempel

- Privatperson
 - Realränta efter skatt för lån
 - 5% bankränta, 30% skatteavdrag och inflation 2% ger 1,5% realränta efter skatt
- Kommunala bolag etc. exempel
 - 4% WACC (vägd kapitalkostnad) om 50% lån till 3% och 50% eget kapital med avkastningskrav 5%
 - 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

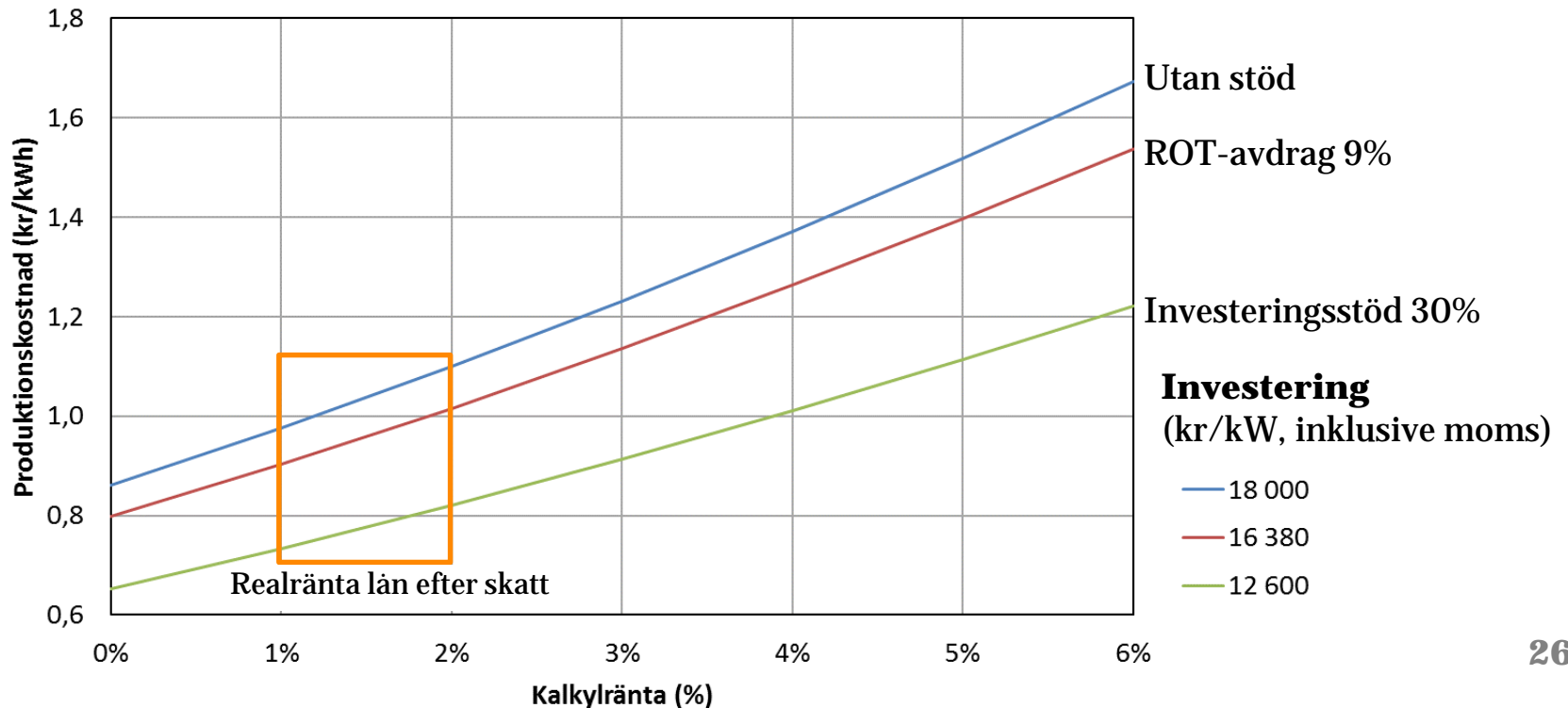


Produktionskostnad sol - Småhus

Levelized Cost of Electricity (LCOE)

- Utbyte 900 kWh/kW första året
- Årliga kostnader 0 kr
- Byte av växelriktare efter 15 år
- Livslängd 30 år
- Degradering 0,3%/år
- Restvärde 0 kr

Produktionskostnad sol - Småhus

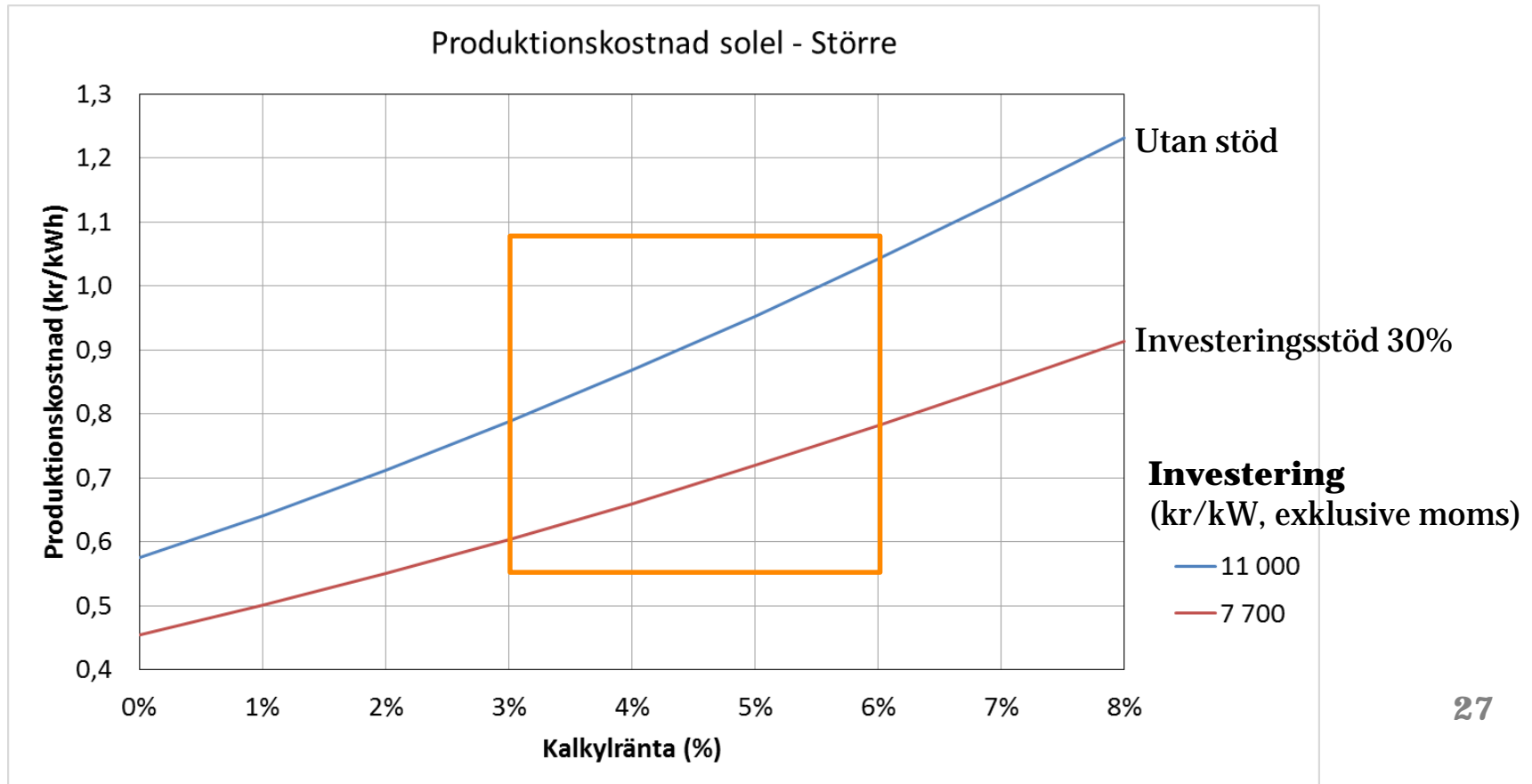




Produktionskostnad solcell – Större anläggning

Levelized Cost of Electricity (LCOE)

- Utbyte 950 kWh/kW första året
- Årliga kostnader 100 kr/kW => 10,5 öre/kWh
- Byte av växelriktare efter 15 år
- Livslängd 30 år
- Degradering 0,3%/år
- Restvärde 0 kr





Stöd vid drift

Skattereduktion

- Införd 1 januari 2015
 - För el som matas in till nätet
 - Skattereduktion 60 öre/kWh
 - Regleras i inkomstdeklarationen
 - Får inte överstiga 30 000 kWh/år
 - Vare sig per juridisk 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. Inget beslut om hur länge man kan få skattereduktion och till vilket belopp.



Stöd vid drift Elcertifikat

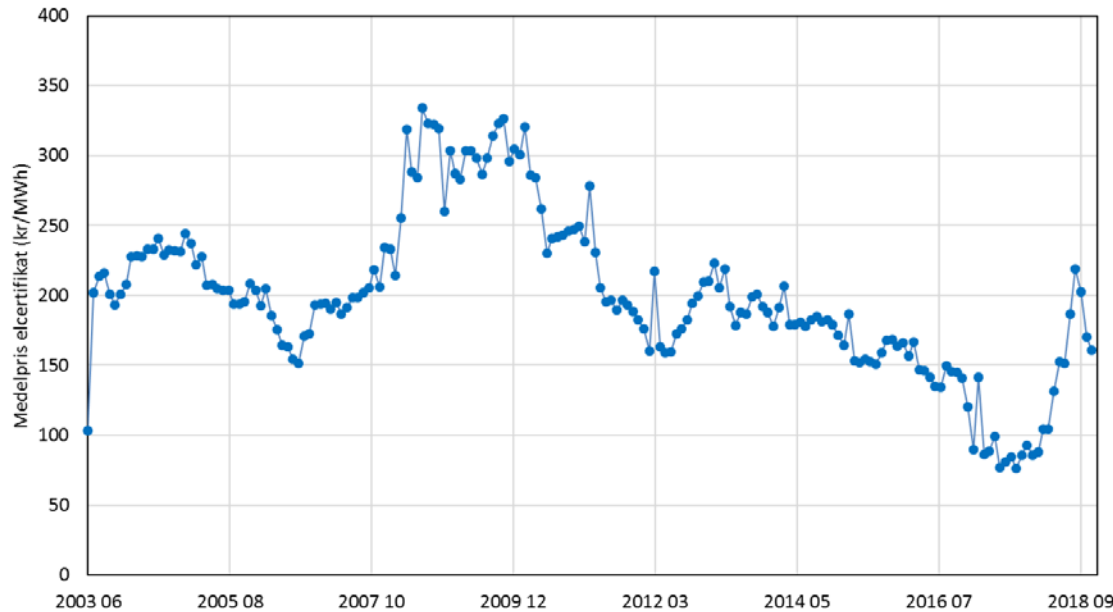
- Stödsystem för att öka förnyelsebar elproduktion i Sverige och Norge
- Producenten får ett elcertifikat per producerad MWh
 - Till vindkraft, viss vattenkraft, vissa biobränslen, solenergi, geotermisk energi, vågenergi och torv i kraftvärmeverk
- Kvotplikt
 - Elhandelsbolag måste inneha ett visst antal elcertifikat
 - Skapar marknad för handel med elcertifikat
- Bara minoritet av småhusägare tar ut elcertifikat och då vanligen bara för överskottselen = ingen extra kostnad



Stöd vid drift Elcertifikat - Priser

- Rekordläga priser under 2017, ökade priser 2018, men...

Elcertifikat medelpris per månad 2003-2018



Källa för data: [Cesar, Energimyndigheten](#) 20190121

ELCERTIFICATE PRICES HISTORICAL ELCERTIFICATE PRICES TIME:12:19:40

Product	Bid	Ask	Date	Close	Date
Spot	175	198	22 Jan 11:54	192	21 Jan 15:30
March-19		198	22 Jan 11:26	191	21 Jan 15:30
March-20	175	198	22 Jan 11:41	191.5	21 Jan 15:30
March-21	14	34	22 Jan 12:13	25	21 Jan 15:30
March-22		27	18 Dec 13:12	25	21 Jan 15:30
March-23		27	29 Nov 09:57	25	21 Jan 15:30

Källa: [Svensk Kraftmäklings](#) 20190122



Undantag energiskatt egenanvänd el

Anläggning >255 kW

- Full energiskatt

Flera anläggningar <255 kW, men tillsammans >255 kW

- 0,5 öre/kWh energiskatt

Anläggningar < 255 kW

- Ingen energiskatt

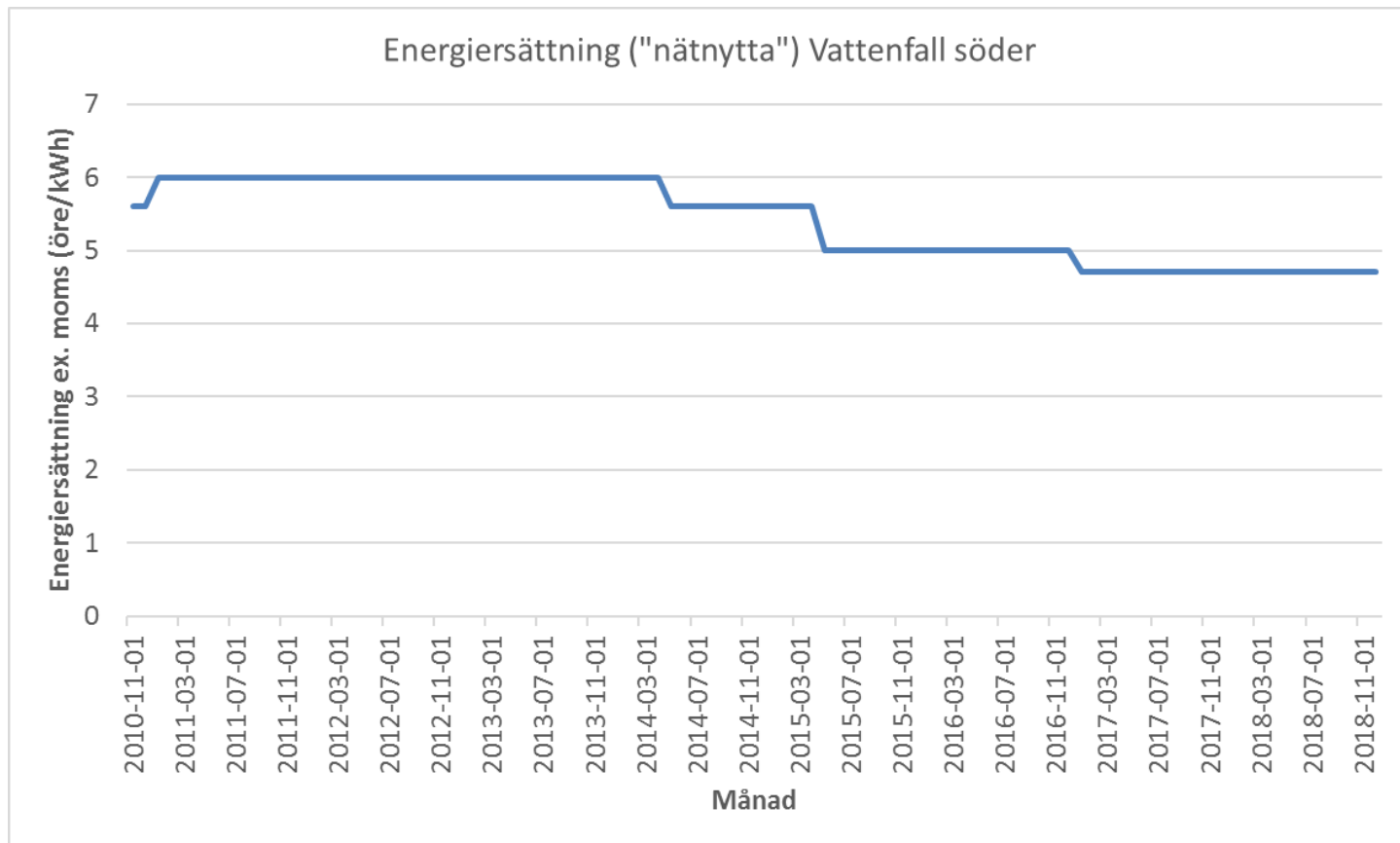
Gäller per juridisk person



Ersättning från nätägare

Exempel

- Enligt ellagen måste nätägaren ge en ersättning för el som matas in till nätet, så kallad "nätnytta"





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 elöverföringen försvinner för småhusägare på egenanvänd el
 - 27,2 öre/kWh + moms hos Vattenfall söder
 - De högsta effekterna kommer att bli när det inte är någon solelproduktion (morgon och kväll, mulna dagar)



Ökat fastighetsvärde

Räkneexempel 50 kW
solcellsanläggning
Vasakronan i artikeln

- Investering 600 000 kr
 - 12 000 kr/kW
- Driftnetto -45 000 kr
 - 1 kr/kWh antaget
- Avkastningskrav 5%
- Ökat fastighetsvärde
 $45\ 000 / 0,05 = 900\ 000\ \text{kr}$

Di Hållbart näringsliv I samarbete med 

NYHETSBREV Vill du som hållbarhetsproffs ha daglig och fördjupad läsning finns vår omvärldsbevakning. [Klicka här](#)

ENERGI

Här ligger Sveriges största soltak



Foto: Joey Abrait

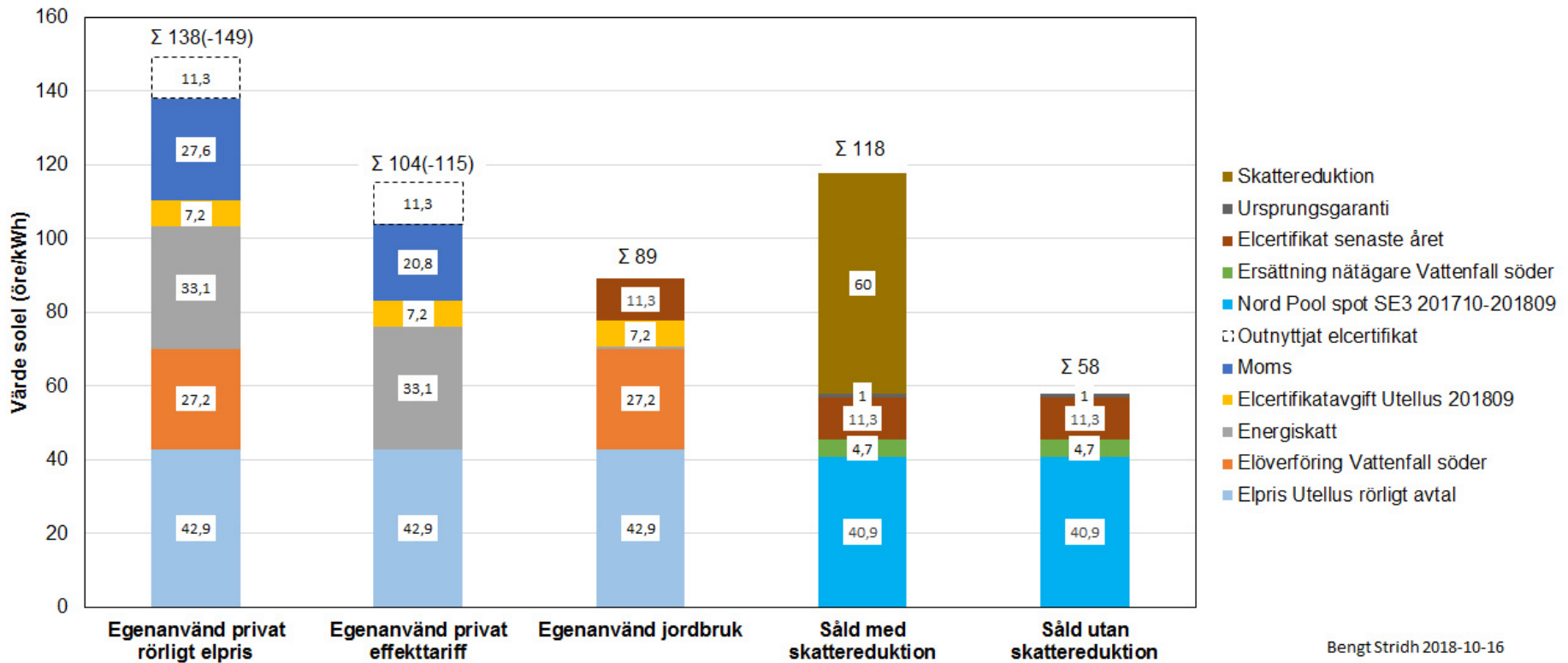
Solceller på tak har blivit en allt vanligare investering och i fjol rusade antalet företag som installerade anläggningar. ”Jag tror inte att alla har insett att det är lönsamt”, säger Pär Svärdson, vd för nätapoteket Apotea som har byggt den största takanläggningen i Sverige.

 **PATRIK HÖISETH**
Publicerad: 20 maj 2018, 21:07 | Uppdaterad: 22 maj 2018, 10:17



Värde solet **idag** - *Exempel*

Värde under livslängden?



Bengt Stridh 2018-10-16



Prisutveckling solel

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
 - Elcertifikat
 - Skattereduktion
- Prisutveckling för värde av egenanvänd och såld el omöjlig att förutsäga med någon högre precision över en solcellsanläggnings livslängd
- Ger osäkerhet i lönsamhetsberäkningar

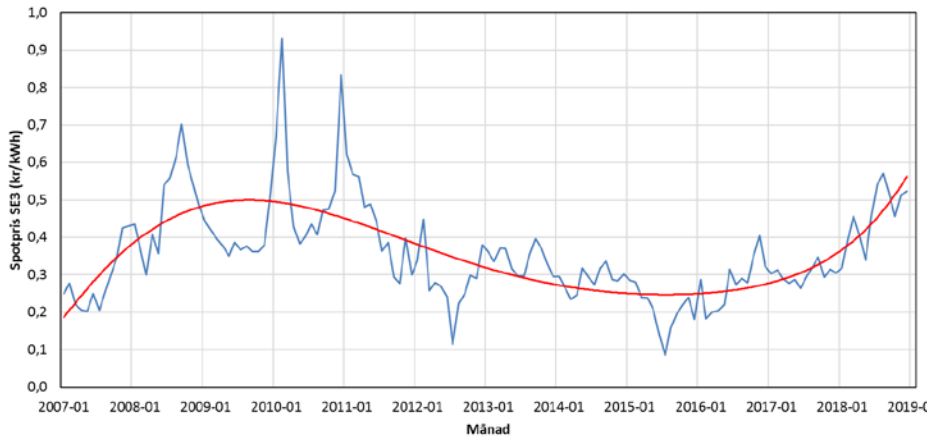


Prisutveckling

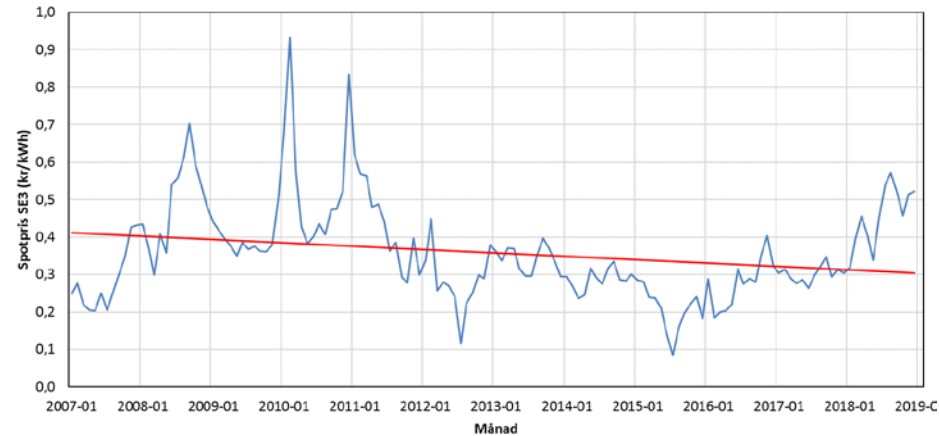
Spotpris för el i Sverige 2007- 2018

- Vilken är den långsiktiga trenden?

Nord Pool spot SE3 monthly 200701-201812



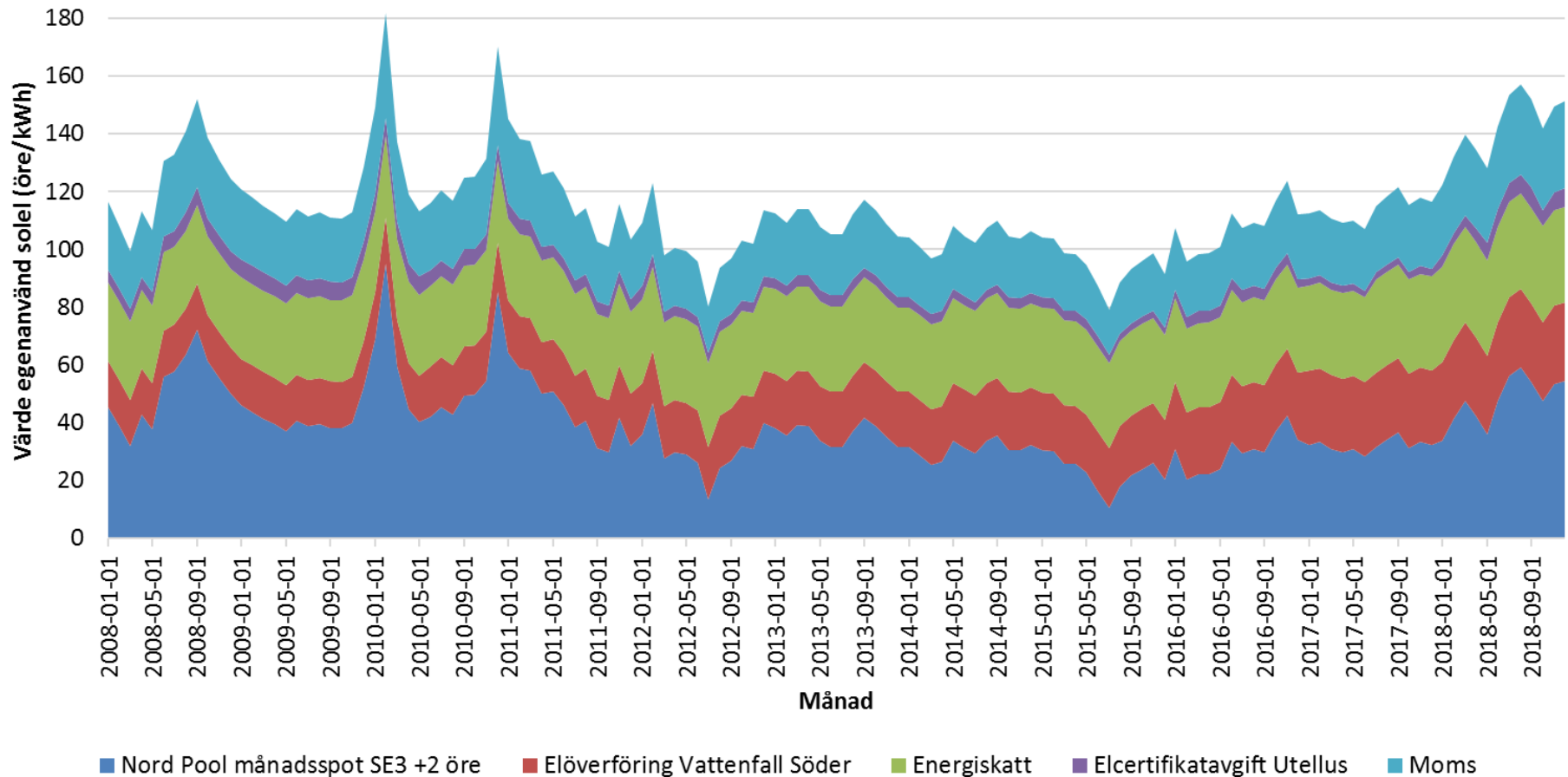
Nord Pool spot SE3 monthly 200701-201812





Värdeutveckling egenanvänd el – *Exempel* 2008-2015 ↘ 2016-2018 ↗

Värde egenanvänd solel - Genomsnitt per månad 200801-201812

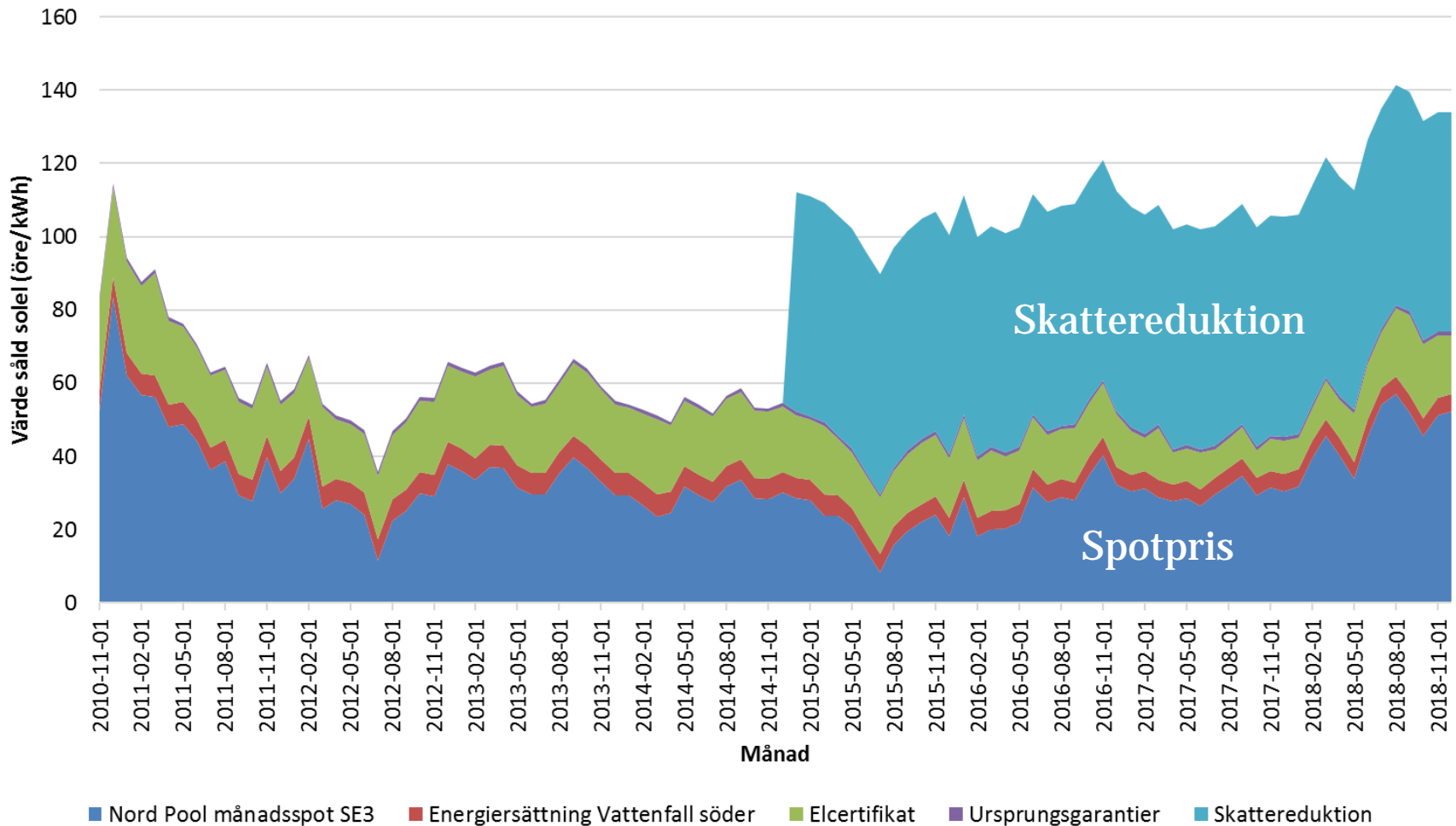




Värdeutveckling såld el

Exempel

Värde såld sol - Genomsnitt per månad 201011-201812



Ekonomi - Marknader för solceller i Sverige idag - 1

1. Solelproduktion inte kopplad till elnätet

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



Nödtelefon. Syterskalets raststuga, Jämtlandsfjällen



Stavskallens fyr, Mälaren



Ekonomi - Marknader för solceller i Sverige idag - 2

2. Kommersiella elproducenter
- Produktionskostnad måste vara lägre än Nord Pool spotpris
 - Inte möjligt i Sverige att få lönsamhet utan stöd
 - Elcertifikat, investeringsstöd, ...



Vill du ta del av solens energi och vara med i omställningen till ett hållbart energisystem? Nu bygger vi Sveriges största solcellspark på 5,5 MW i Säve och fler är på gång!

En del av solcellsparken i Säve kommer att bli andelsägd så ni som inte har ett eget tak attätta en faller ni man årets vill bidra till den förnybara omställningen kan kras alla bara

5,5 MW solcellspark i Säve

45 miljoner, exklusive moms =>
8 200 kr/kW

Sveriges billigaste solcellspark



Ekonomi - Marknader för solceller i Sverige idag - 3

3. Produktion av solel för att ersätta köpt el ("prosumenter")

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

- Egenanvändning nyckelord

≈10% solel möjlig i SE, om 25% av byggnadsytor utnyttjas

- Utan att någon ny mark exploaterats

