

# SOLENERGI!

För ett hållbart och konkurrenskraftigt Sverige

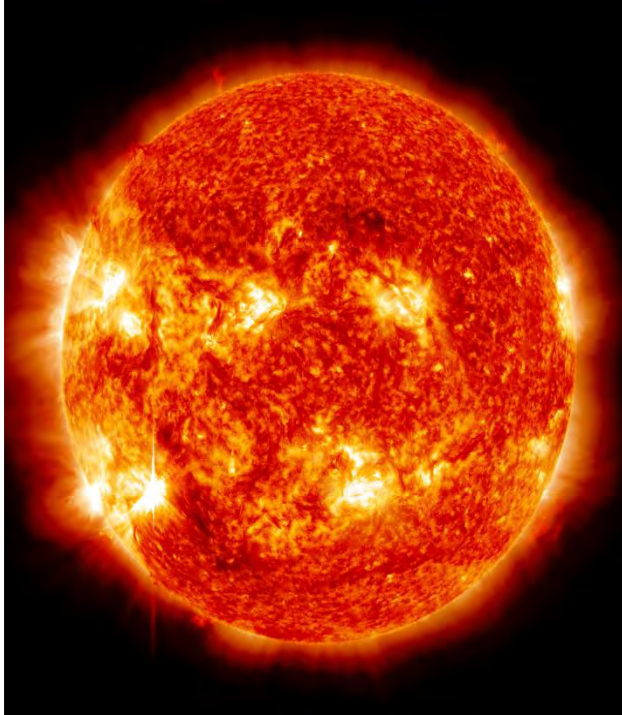
Peter Kovács

April 2018

RISE Research Institutes of Sweden

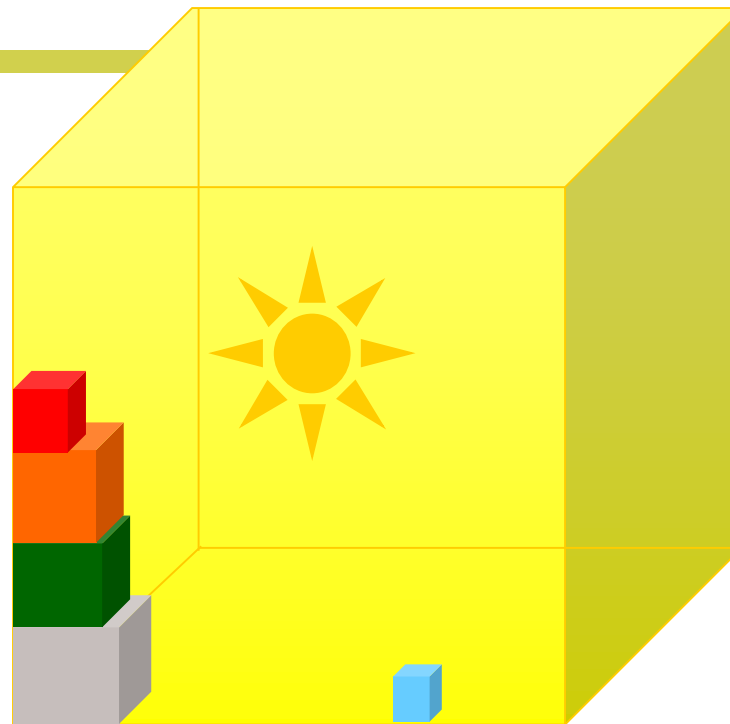
**Hållbar samhällsbyggnad**

**Energi och cirkulär ekonomi**



# Solen kommer att ge energi i några miljarder år

- Den solenergi som träffar jorden motsvarar 10 000 gånger mänsklighetens energibehov

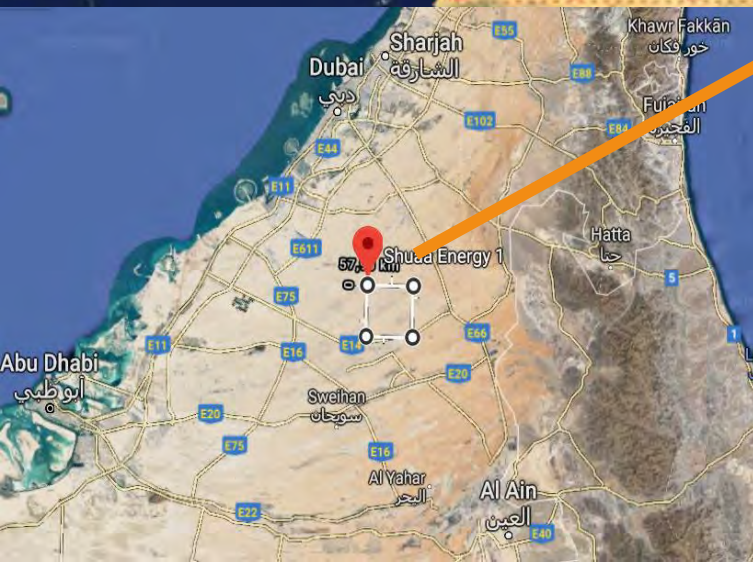


[Quelle Solarpraxis]



# Hur stor yta behöver vi?

Om hela energibehovet kunde uttryckas i form av el, räcker det att täcka **0,3% av jordens yta** med 10% effektiva solceller, eller ungefär **5% av Saharas yta** för att täcka hela världens energibehov.



DESERTEC kom av sig efter den arabiska våren, men idag byggs de största anläggningarna i världen i området. Anläggningen till vänster ska stå färdig 2030 och kommer då att ha 4000 MW effekt

# Potential solceller i Sverige

## Ingen ny mark behöver tas i anspråk

I Sverige finns det ca 400 miljoner kvadratmeter byggnadsyta som träffas av minst 70 % av maximal solinstrålning.

Om man satte upp solceller med en verkningsgrad på 10 % på denna yta skulle dessa solceller kunna producera 40 TWh/år.

Det är nästan 30 % av Sveriges totala elanvändning.

Detta utan att ha exploaterat en enda kvadratmeter ny mark.



Källa: Potentialstudie för  
byggnadsintegrerade  
solceller i Sverige  
Rapport 2

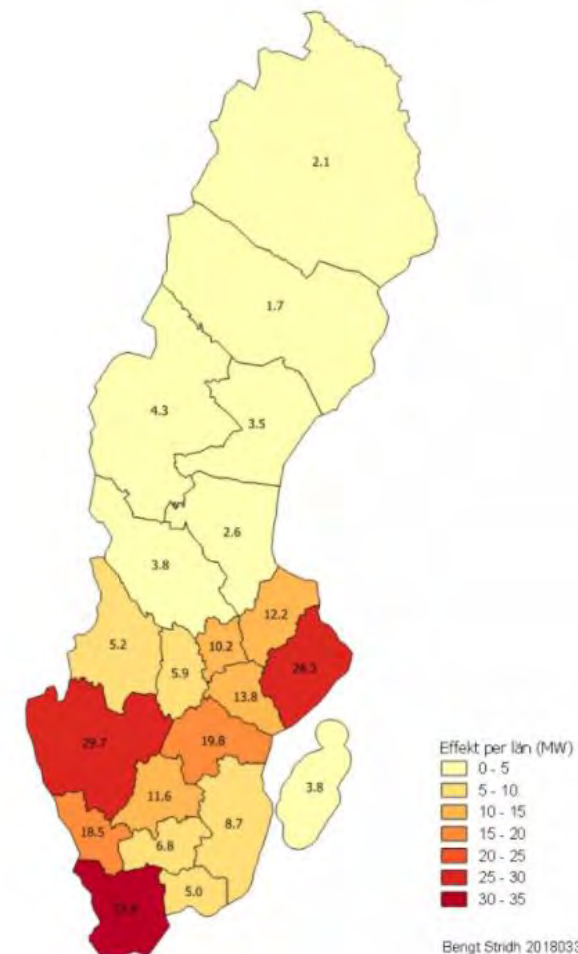
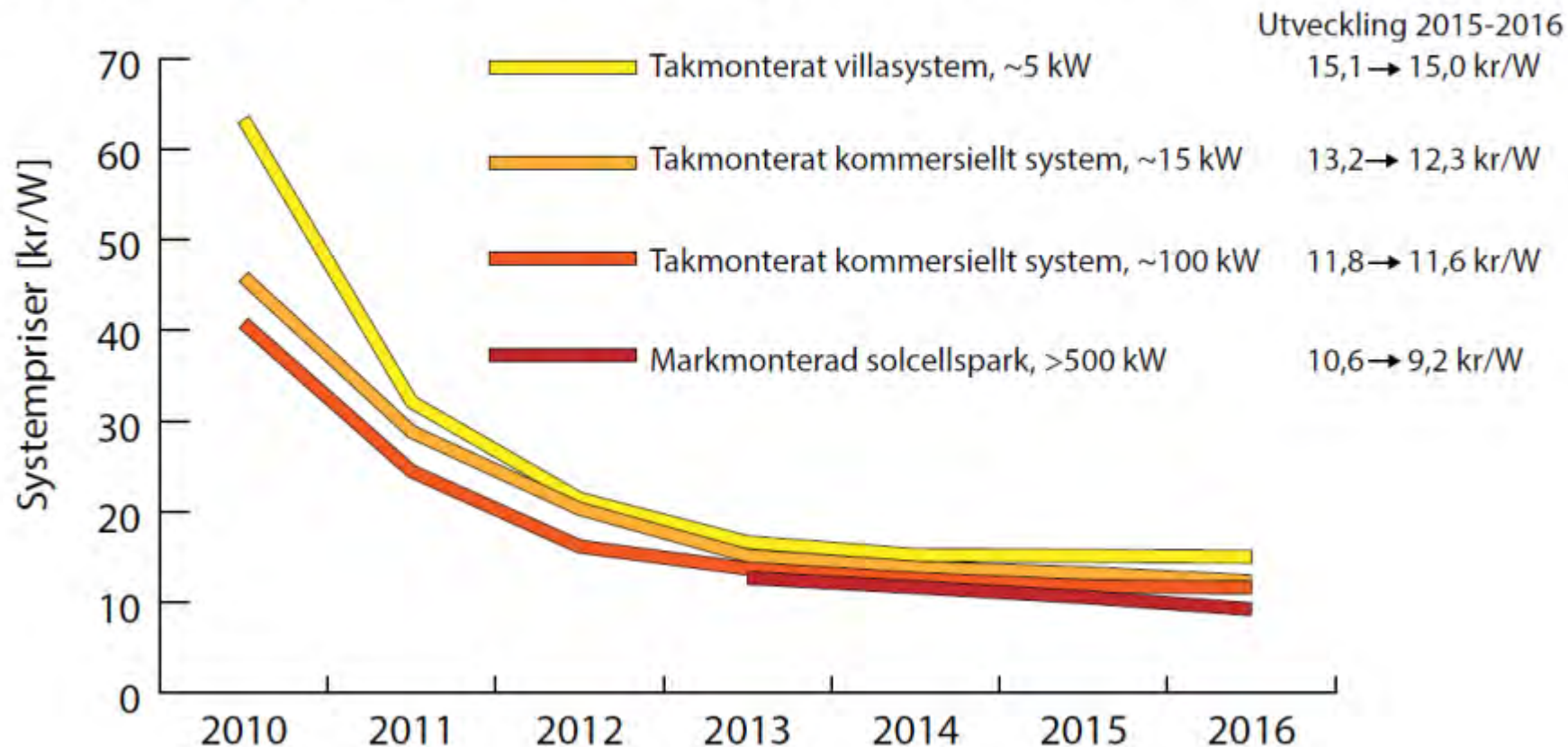
Källa Johan Lindahl,  
Uppsala universitet/ IEA PVPS



# Prisutvecklingen för solcellssystem i Sverige

Viktade medelpriser för nyckelfärdiga nätuppkopplade solcellssystem inrapporterade av svenska installationsföretag (exklusive moms).

Källa: Johan Lindahl  
IEA-PVPS task 1  
Swedish National Survey Report  
2016



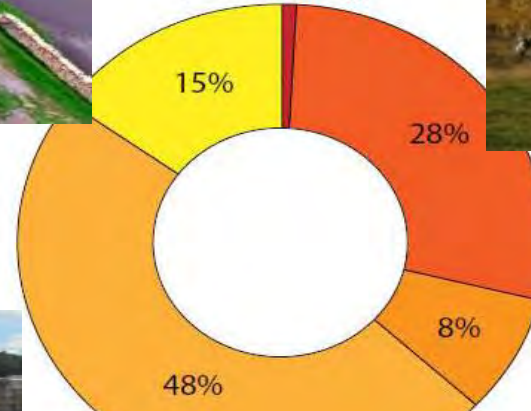
Källa Johan Lindahl,  
Uppsala universitet/ IEA PVPS.

Solelstrategi från  
Energimyndigheten:  
7 – 14 TWh till 2040!

# Om målet 14 TWh till 2040 ska nås...



2040  
(estimering)



Villasystem à 5 kW

System hos lantbruk och företag à 15 kW

System hos stora fastighetsägare à 100 kW

Solcellsparker à 5 MW

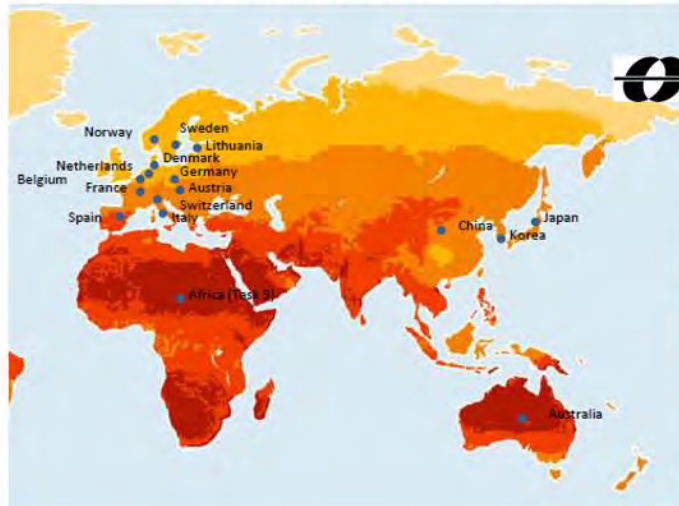
2016	→	2040
~10 000	→	~800 000
~1 500	→	~77 000
~1 000	→	~70 000
~3	→	~450



# ELSA-Elgenererande solavskärmningar



**IEA PVPS Task 15**  
**”Enabling framework for BIPV acceleration”**



 MÄLARDALENS HÖGSKOLA  
ESKILSTUNA VÄSTERÅS

 SOLKOMPANIET

 RISE

 white





# Projektet "Miljontak"





# Solel

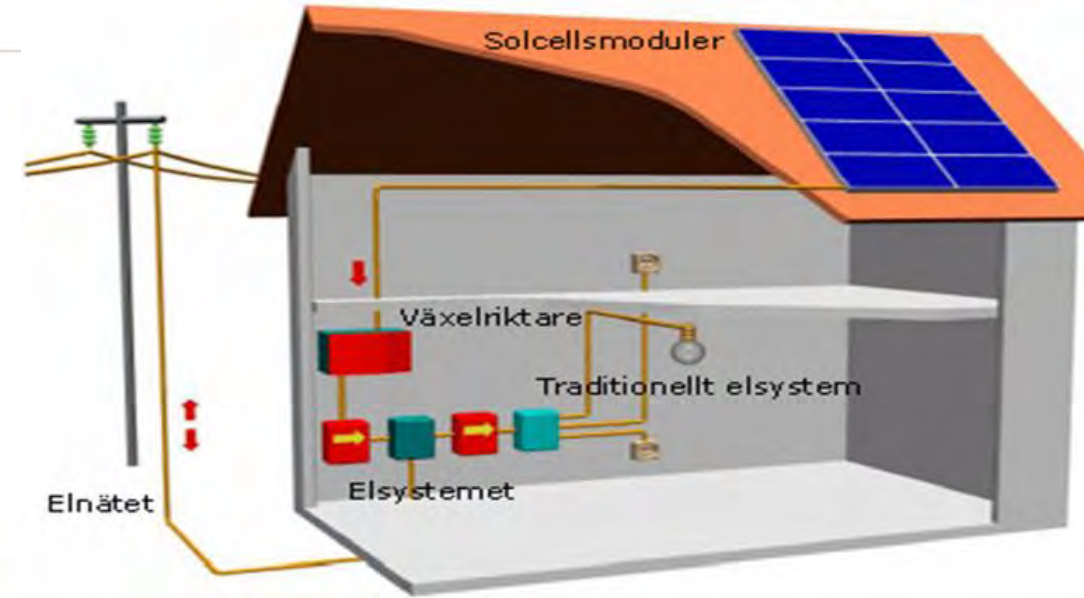


Både solceller och solfångare utnyttjar den energi som finns i solens strålar, men på olika sätt. **Solceller** omvandlar solinstrålningen till elektricitet.

# Solvärme



**Solfångare** omvandlar energin från solen till värme för uppvärmning av byggnader och varmvatten.



- Solcells (PV) moduler
- Växelriktare
- Kablage
- Brytare
- Säkringar o skydd

# Solceller och solfångare

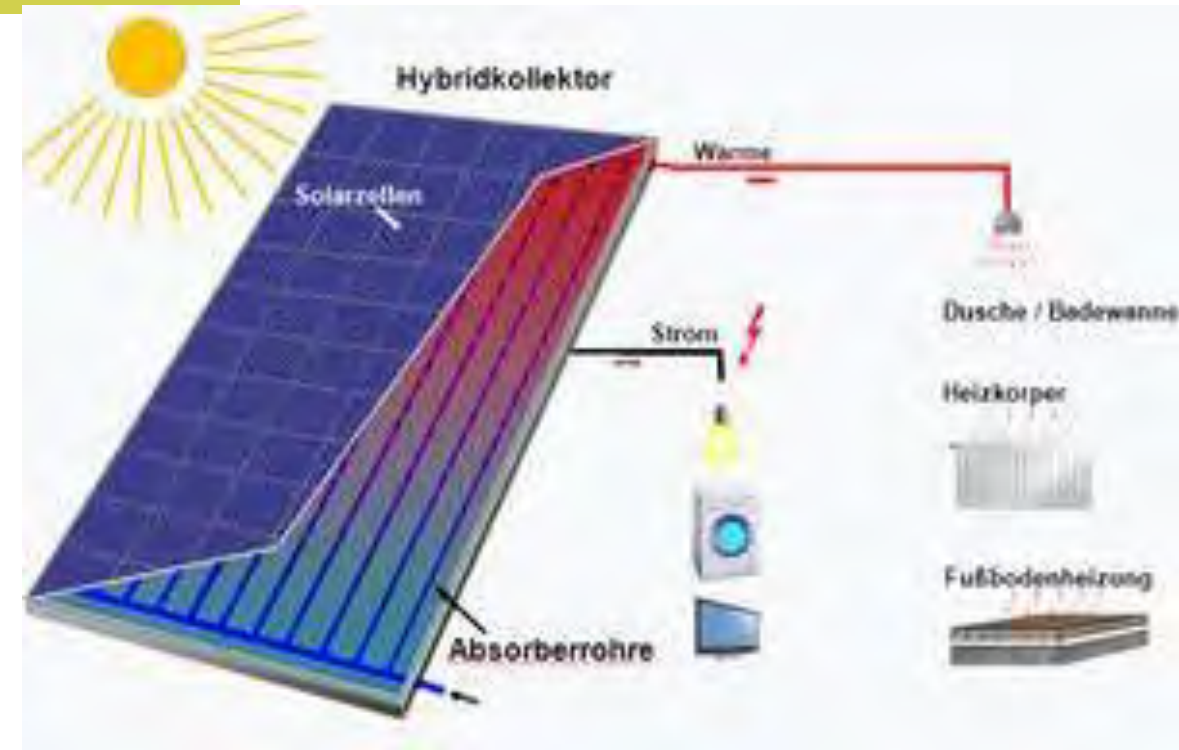
- Solcellerna genererar elektricitet
- Solfångarna genererar värme





# PVT: värme + el

- PVT-hybrider genererar både ström (PV - *photovoltaics*) och värme (T - *thermal*).
- Grundidén PVT: Solvärmedelen kyler solcellerna och sänkt drifttemperatur höjer dess elektriska verkningsgrad
- Alltså mest lämpade för att köras vid relativt låga arbetstemperaturer.



- 1:a generationen - kristallint kisel
  - **Solcell**
    - enkristallint Si  
18%; rekord: 25,0%
    - multikristallint Si  
rekord: 20,4%

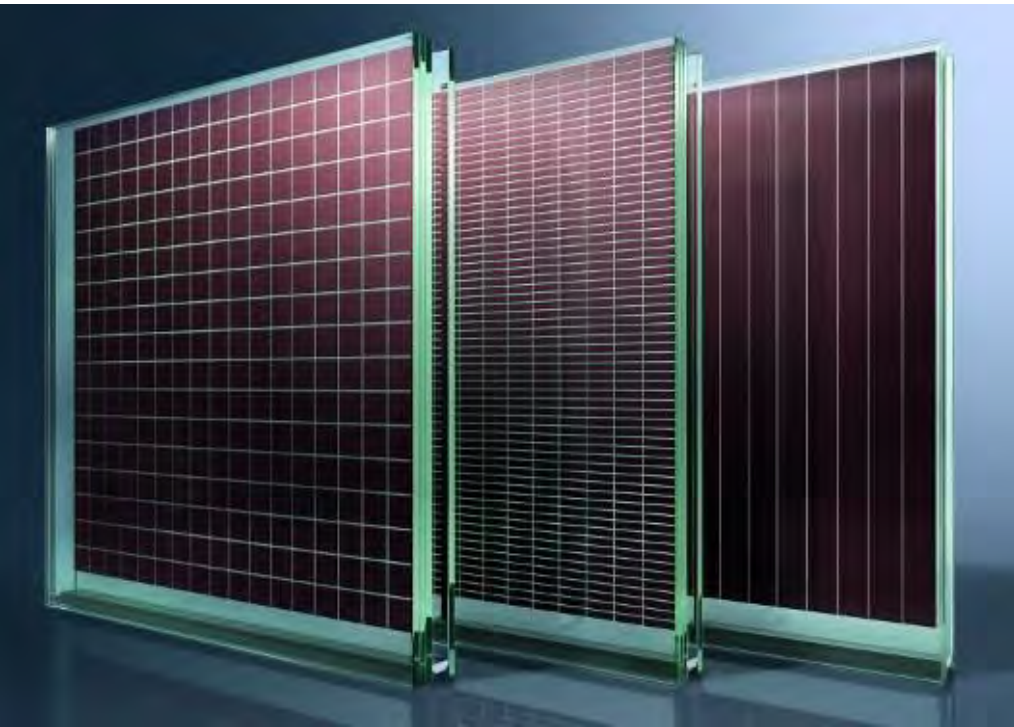
\* Teoretisk limit för en enkel solcell: ~30%





## ○ 2:a generationen - Tunnfilmceller

- Amorft kisel: 9,5%
- Nanokristallint kisel: 10%
- Nya material:
  - CIGS ( $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$ ): 19,9%
  - CdTe: 16%



## ○ 3:e generationen

- VHESC (very high efficiency solar cell)
  - Dyra material, multi-junction, linser

**42 %**

- Billiga solceller - masstillverkning

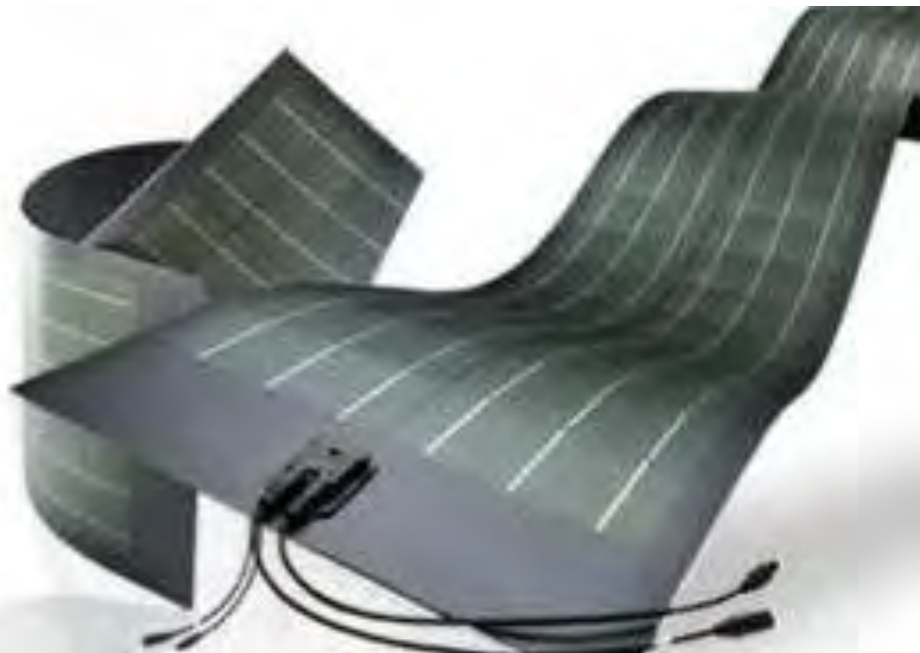
- "Grätzelceller"  $\text{TiO}_2$  + färgämne

**11 %**

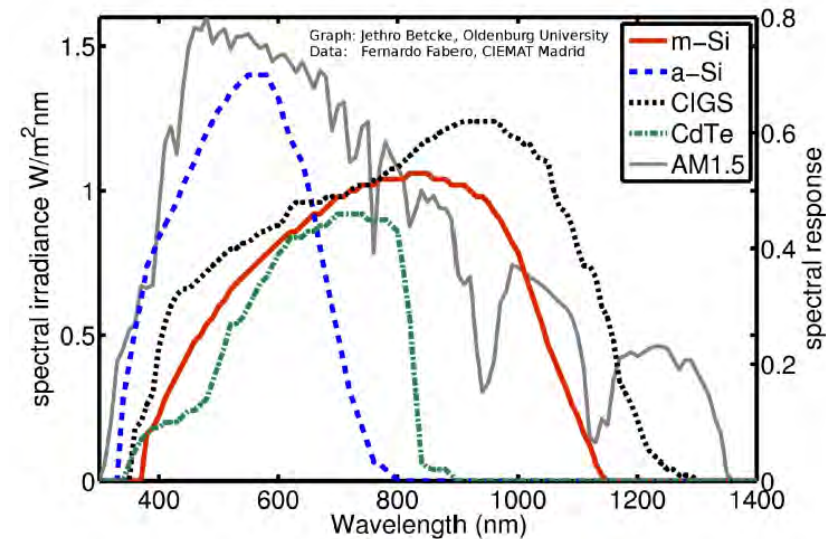
- Organiska solceller:

- Molekylära skikt (vakuum)
- Polymersolceller (lösning)

**7,4 %**



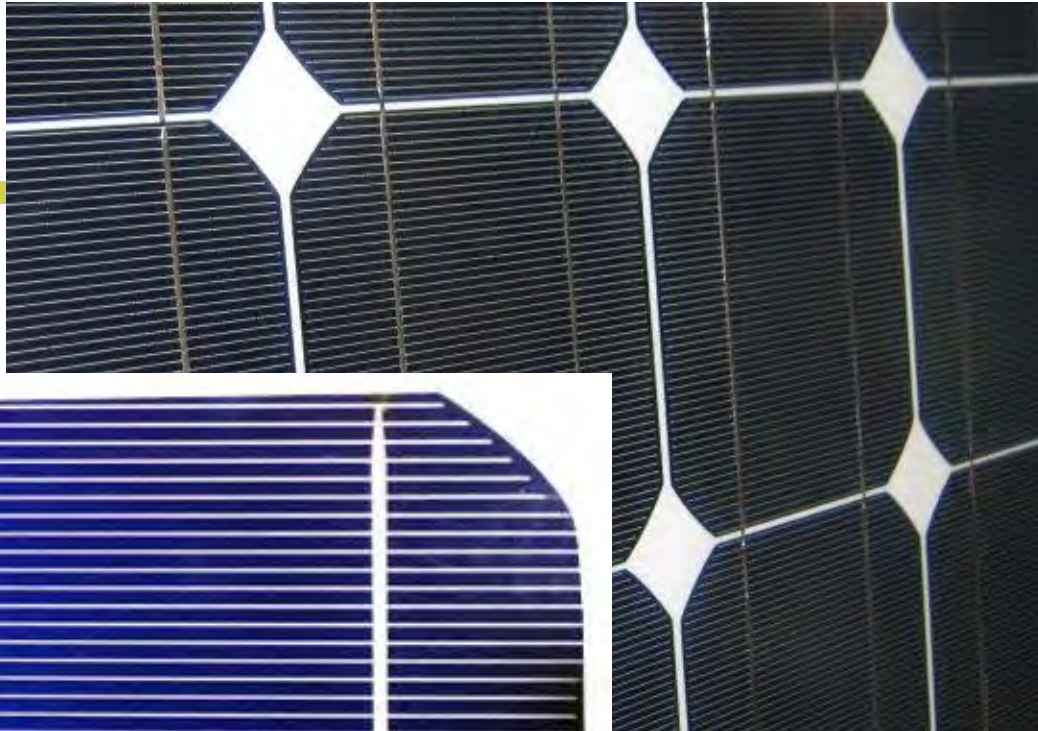
Olika tekniker har olika spektral känslighet



AM1,5= Solspektrum  
Synligt ljus= 400-800 nm  
Röd kurva= Kristallint Kisel  
Grön/ Svart/ Blå= Tunnfilm



# Kiselsolceller: Monokristallina – Polykristallina





Priser sjunker, effektiviteten ökar liksom de arkitektoniska möjligheterna!



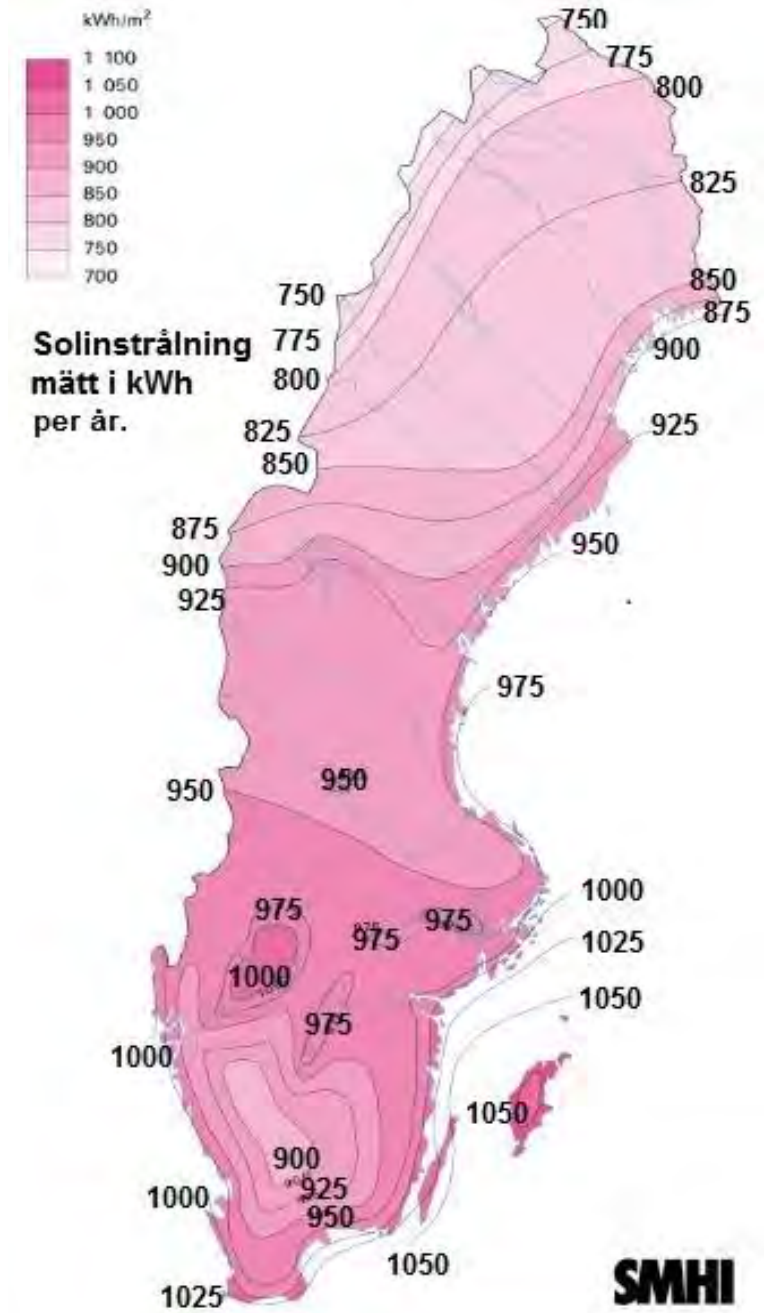
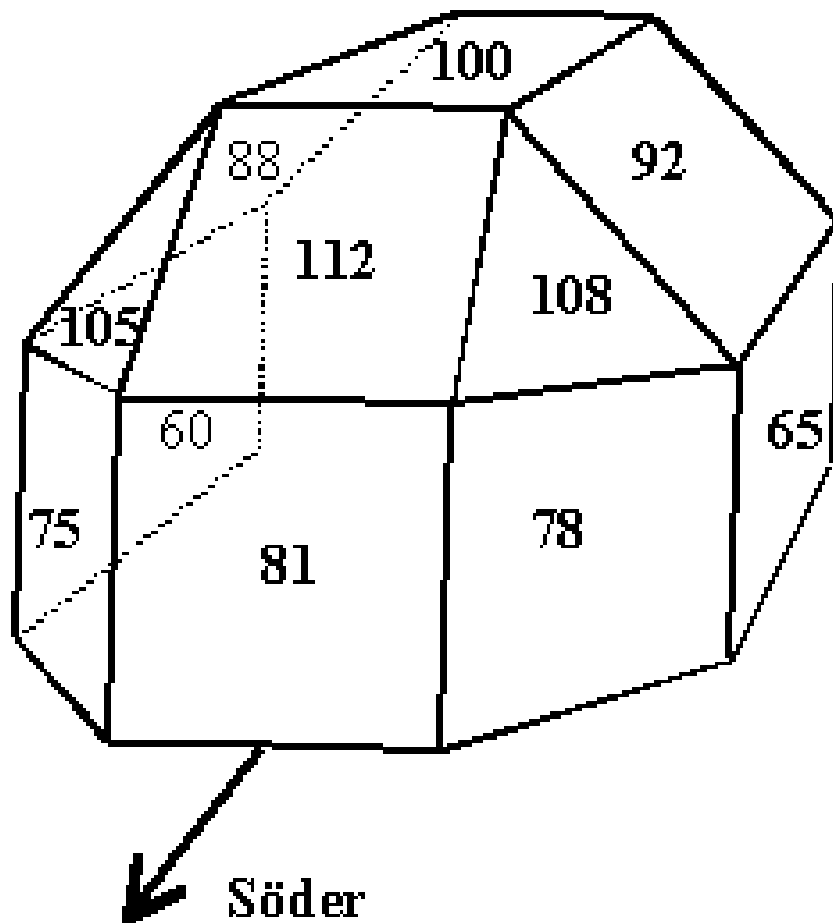


# Jämförelse olika solcellstekniker

- | Amorf/CIGS tunnfilm      | Polykristallin      | Monokristallin      |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| ■ 6-13%                  | 14-16%              | 16-18%              |
| ■ 60-120W/m <sup>2</sup> | 160W/m <sup>2</sup> | 180W/m <sup>2</sup> |
- Energi/år: polykristallina celler ger ca 150 kWh/m<sup>2</sup>, år
  - Utrymme: 1 kW polykristallina celler tar 6-7 m<sup>2</sup> i anspråk



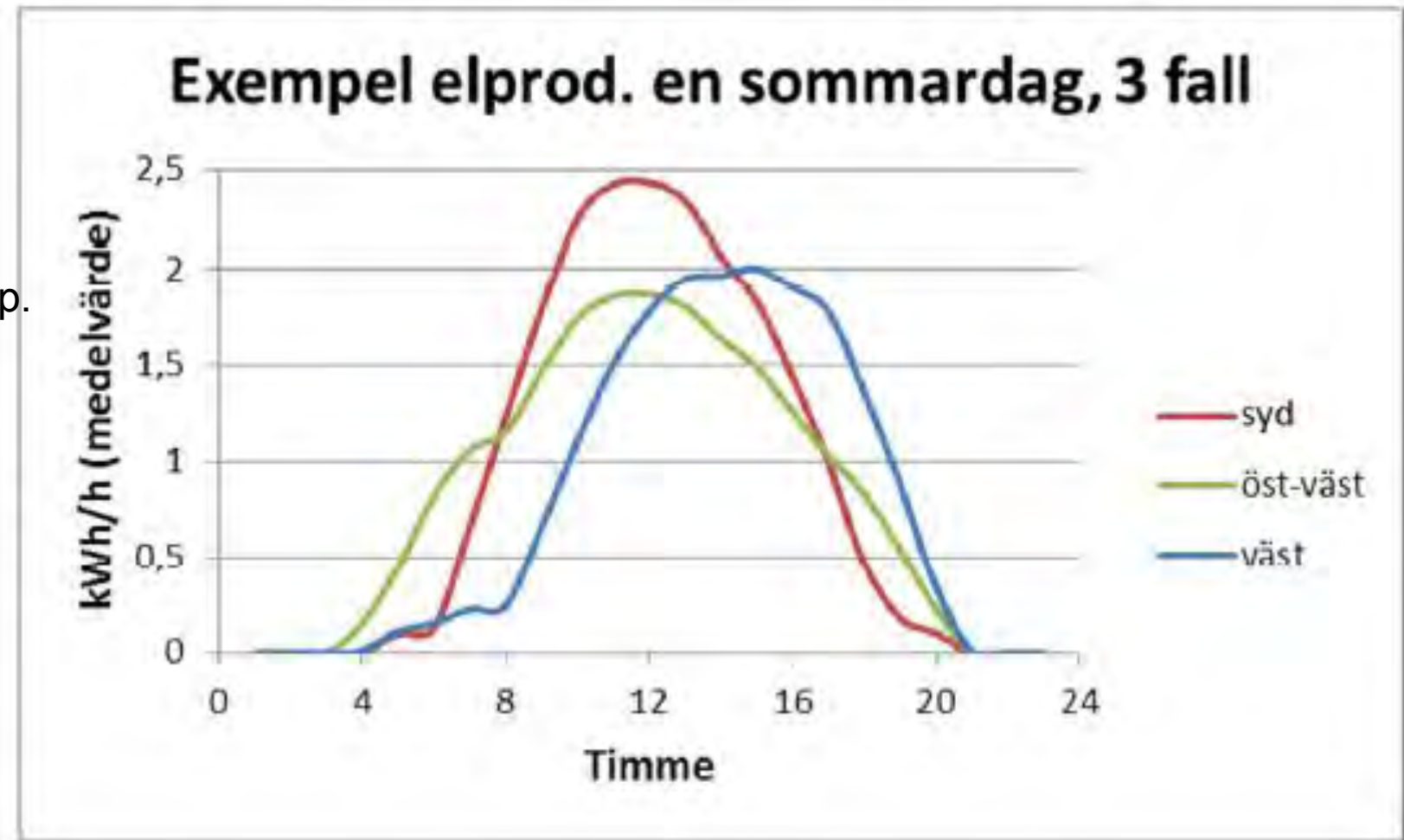
# Beräkningsunderlag olika väderstreck och lutningar i Sverige





# Sommar: 12 x 250 W 30° optimal lutning för olika väderstreck

Syd 45°  
Väst, väst/ost 30°  
Jämförelse av de för resp.  
väderstreck optimala  
lutningarna

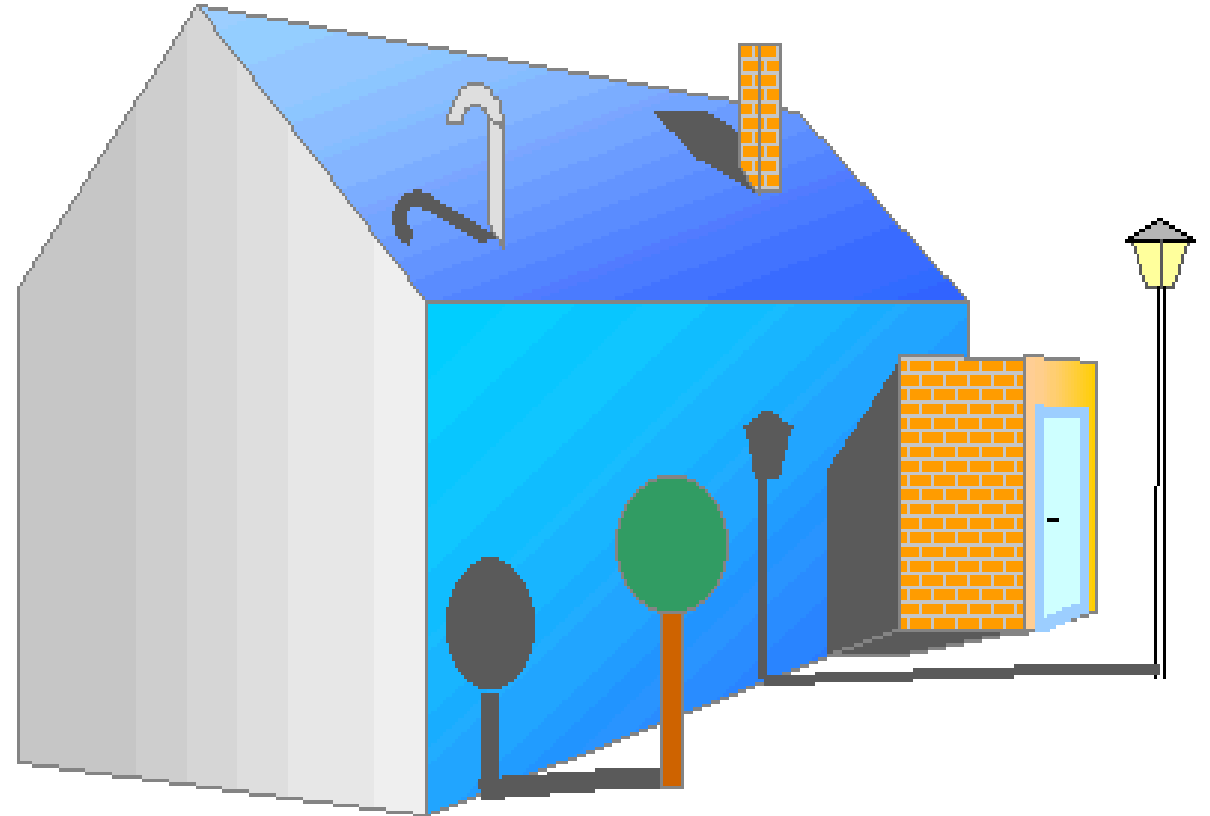


# Skuggning

Installera inte störande detaljer på södertaket.

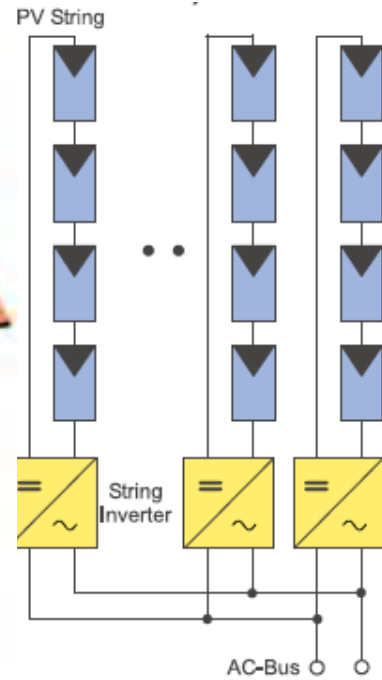
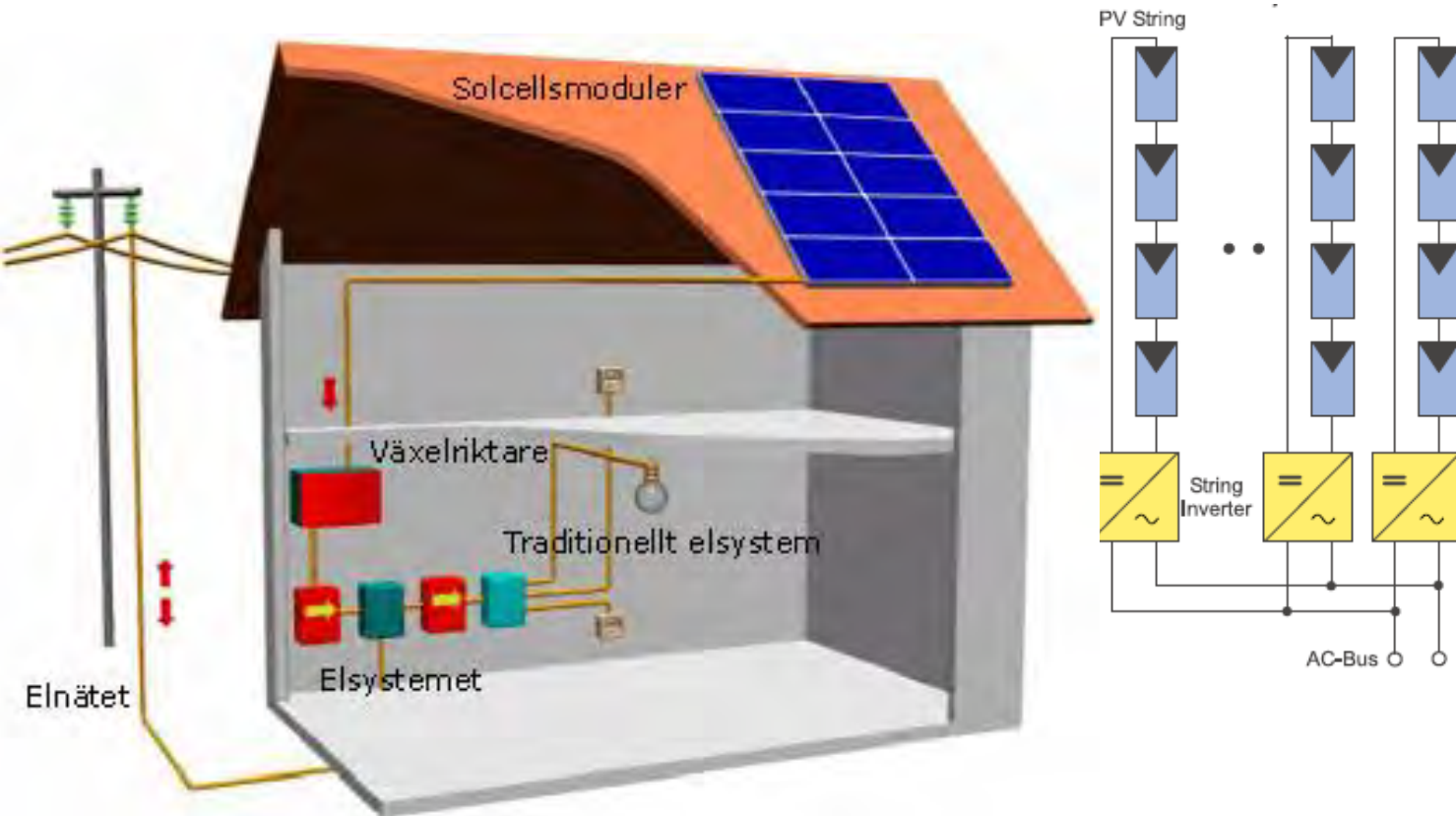
Tag hänsyn till framtida installationer och planteringar.

En antenn vid nock kan få stora effekter.....





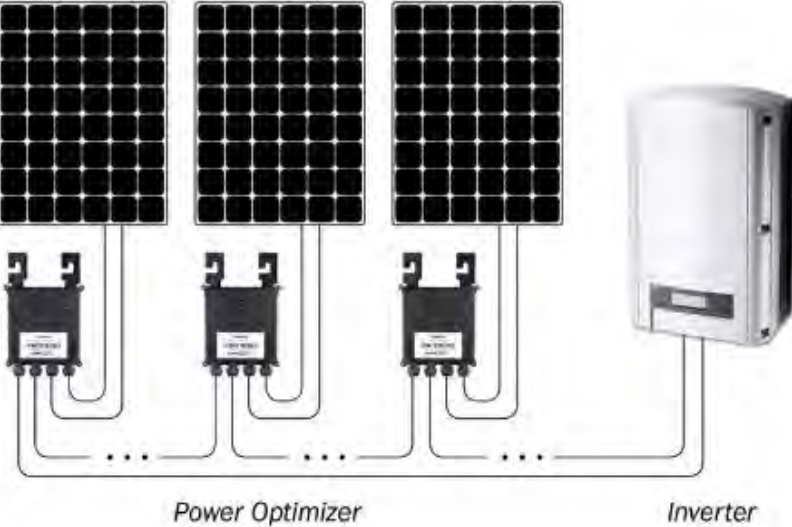
# Strängväxlariktare, trefas från 3 kW



Mikroväxelriktare, AC från varje modul. Minskar skuggförluster och möjliggör uppföljning och avstängning av varje modul



SolarEdge System



Optimerare med central växelriktare. I princip samma funktion som ovan

# Lagring på stark frammarsch i Europa

Daimler har separata dotterbolag för såväl produktion som marknadsföring av batterilager för villor och större förbrukare.

Kapacitet 2,5 – 20 kWh.



## E.ON Aura Speicher (Modell 500)



-  Hohe Wirtschaftlichkeit
-  Geprüfte Sicherheit
-  Modulare Erweiterung
-  Einfache Installation
-  Problemlose Nachrüstbarkeit
-  Übertrender Gesamtwirkungsgrad

EON säljer energilager med de flesta soleanläggningarna som de levererar (april 2016)

Installation

Användbar lagringskapacitet: 4,4 kWh,  
utbyggbar till 11 kWh



# Lagring: Intressanta svenska initiativ Box of Energy och Ferroamp



**ferroamp** Start | Fastighets-EKG | EnergyHub | Nyheter | Om oss | Kon

**Nyhet!**  
EnergyHub producerar solell!  
EnergyHub installeras i Vattenfalls Smarta Hus i Älvkarleby.

## Solelsanläggningen som jobbar året runt

**SNABBARE ÅTERBETALNINGSTID**

**SMARTARE ELANVÄNDNING**

- Stöder ett hållbart elnät
- ACE
- Adaptiv strömutfjäring
- EnergyHub skalbar och flexibel
- Smart och integrerat energilagring
- Effektiv elbilsaddning utan problem
- Solcellsträngsoptimerare

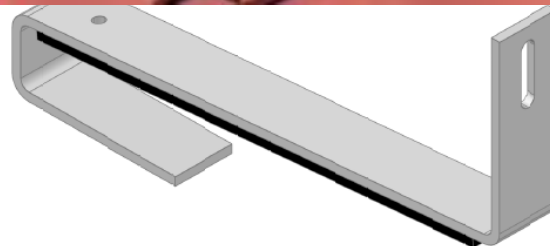
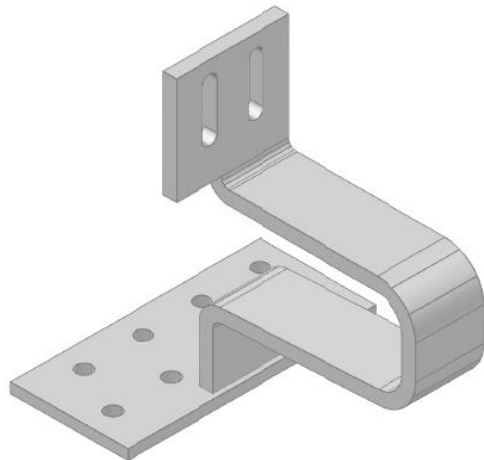
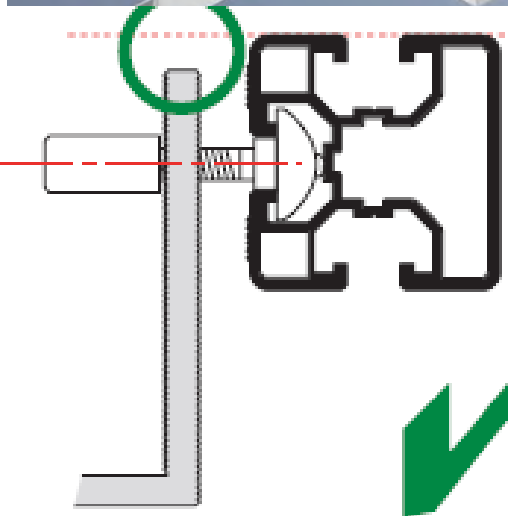
# Ny förordning beslutad 29 sept 2016: (träder i kraft 1 nov 2016)

## Bidrag till lagring av egenproducerad elenergi

---

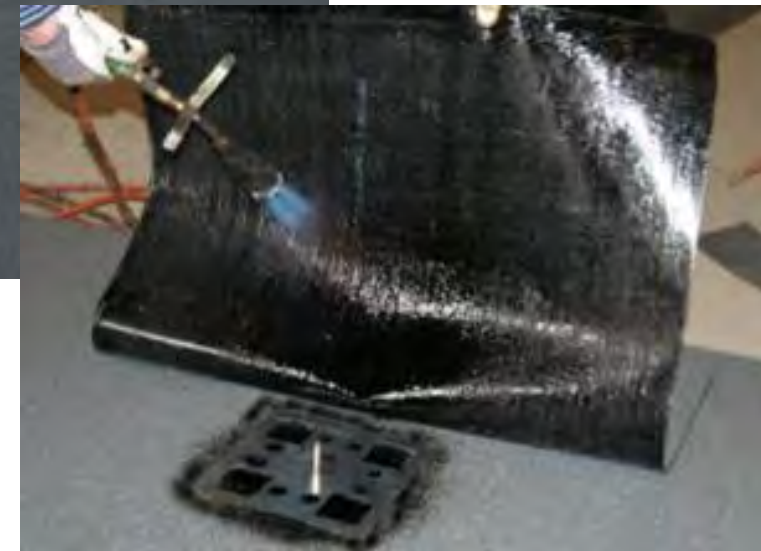
- Privatpersoner
- Bidraget är tidsbegränsat och får endast ges till åtgärder som påbörjats tidigast den 1 januari 2016 och slutförts senast den 31 december 2019.
- Skall vara kopplat till nätanslutet system för egenproduktion av förnybar el.
- Det ska bidra till att öka den årliga andelen egenproducerad elenergi som används inom fastigheten för att tillgodose det egna elbehovet.
- Bidrag får ges med högst 60 procent av kostnaderna för lagringssystemet, dock högst 50 000 kronor. 25 MSEK 2016, 50 MSEK/år 2017- 2019.
- Länsstyrelserna ska pröva frågor om bidrag.

Tegeltak kräver takankare och lite mer installationstid, vilket ger en kostnadsökning på någon krona eller två.





Papptak ger ett par kronor mer per W i kostnad, genomföringar och infästningar samt mer installationstid är skälen till detta.



Stativ på tak med små lutningar kan ge + c:a 5:-per W jämfört med ett montage i takplanet.



Platt tak





# Ballast eller infästning i tak



# Solelpaket + värmepump i småhus

Småhusfabrikanter erbjuder kunder 3 kW solelanläggningar för en återbetalningstid på mindre än 10 år!





# Marknaden: Ett nyckelfärdigt villapaket av idag: 12 000-20 000 kr/ kW exkl moms

- 22 st 280 Wp Monokristallina moduler med 60 celler, aluminiumram, Modulspänningen ligger kanske på 31 V. 22 x 31 ger 682 V. Man kan alltså seriekoppla alla 22 moduler till en sträng som ansluts till växelriktaren.
- Växelriktare till detta, ett par exempel: SolarEdge SE2200-6000, SMA STP 6000TL-20, StecaGrid 5503, bägge trefas 400V
- Montagesystem för montage ovanpå tegeltak, med takankare, profiler, alla fästdon
- En kabelsats 6mm<sup>2</sup>, kontakter och strömbrytare



# Tendens: Större anläggningar



# Egenförbrukning eller mata in i nätet

---

Regelverk och värdet av en kWh solel påverkas av om den används till

Egenförbrukning

eller

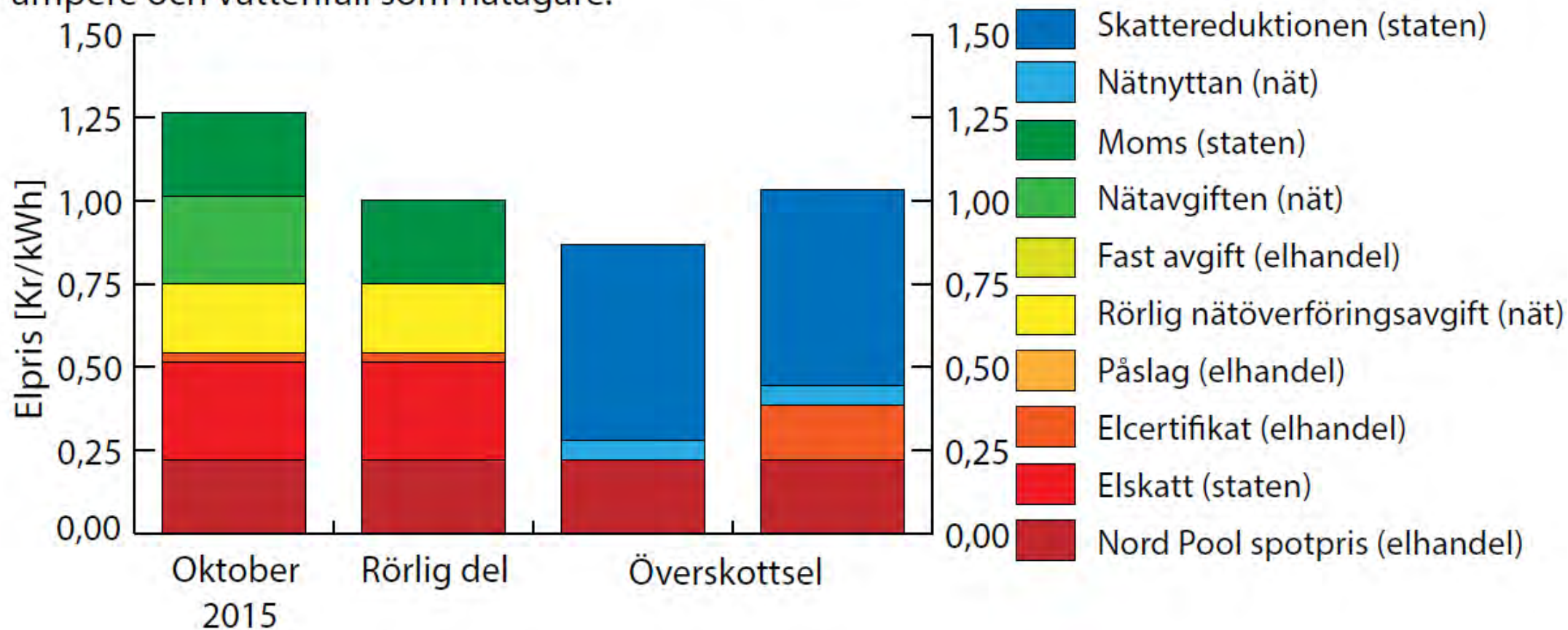
Inmatning

Naturligtvis används ofta solel från samma anläggning till både egenförbrukning och inmatning!



# Värde på sparad respektive såld solel

Tabellen visar ett av de lägsta rörliga elpriserbjudandena för en villa med fjärrvärme i Stockholm med en årlig elförbrukning på ungefär 10 000 kWh/år, en huvudsäkring på 16 ampere och Vattenfall som nätägare.



## Avkastning (nuvärdesber.): Solelanläggningar egenförbrukning

Avskrivningstid (år)	Elpris (Sek)	Bidrag	Avkastning (%)
25	1	Nej	5,5
25	1	Ja	8,6
30	1	Nej	7,0
30	1	Ja	10,0
30	1,30	Nej	9,7
30	1,30	Ja	13,5

# Payback för investering i solelanläggning, egenförbrukning

<b>Elpris (Sek)</b>	<b>Bidrag</b>	<b>Payback (år)</b>
1	Nej	15,8
1	Ja	11
1,3	Nej	12,1
1,3	Ja	8,5

En enkel payback-beräkning med siffror hämtade från de antaganden vi gjorde tidigare.



# Märkning av central 1

El centralen där solcellsanläggningen har sin inmatning, skall märkas med att det kan förekomma bakspänning.  
I ELSÄK-FS 2008:2 anges hur varselmärkningen ska se ut.  
Elsäkerhetsverket föreslår en översyn av märkningsbehovet.



# Märkning av central 2

MSB's förslag till tilläggsmärkning.

Enligt Elsäkerhetsverkets tillsyn av solcellsanläggningar 2014 var en av de absolut vanligaste anmärkningarna brister i varselmärkning.



Allmän varning

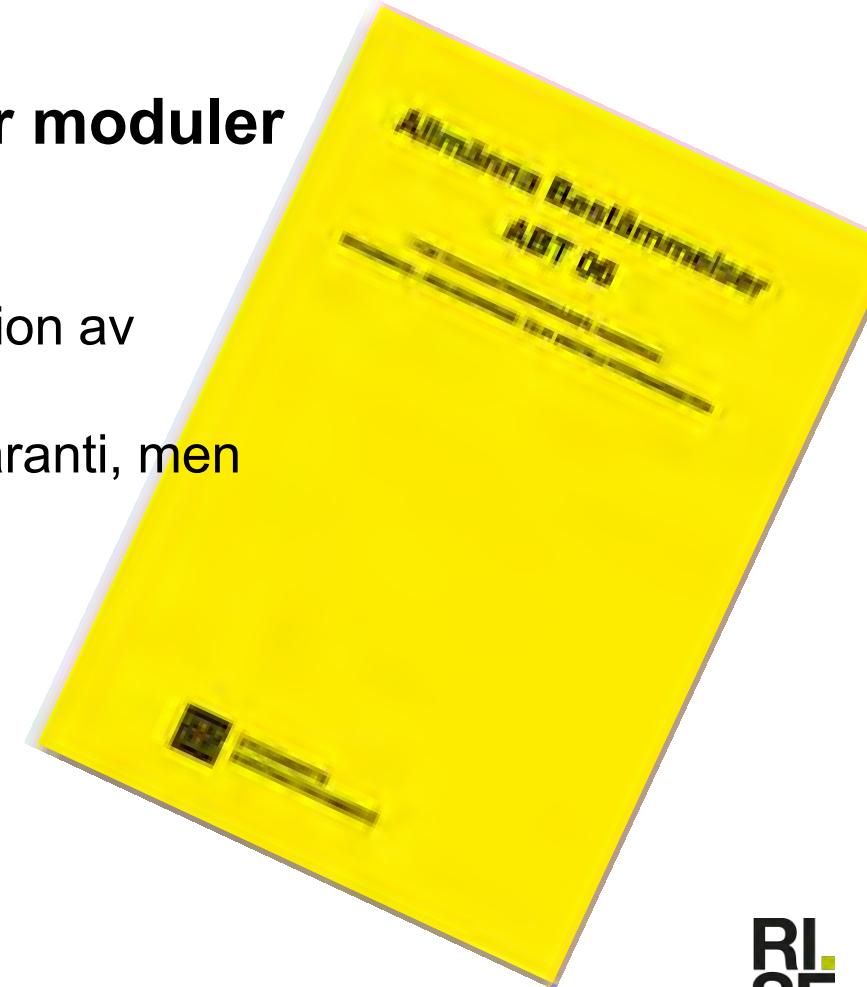


För räddningstjänst

# Garantier

## I stort sett samma garantier ges av alla tillverkare för moduler och växelriktare

- Moduler: Minst 25 års förväntad livslängd. Max. 20 % reduktion av toppeffekten efter 25 år (kristallint kisel)
- VX-riktare: Cirka 15 års beräknad livslängd, normalt 5 års garanti, men 10 år förekommer
- System: Normalt 5 års garanti
- Efterfråga vidare driftavbrotts/ inställelsegaranti





# Att tänka på vid upphandling

- Modulerna ska vara testade! EN 61215, eller IEC 61215 samt EN 61730 eller IEC 61730
- Dokumentation på svenska ska levereras med anläggningen: Komponentförteckning, enkel driftkontroll, kontaktuppgifter till installatör/ serviceföretag
- För större anläggning: Referensmätare solinstrålning,
- Märkning/ skyltning, genomgång av anläggningens funktion vid överlämnande
- Kablage DC-sidan måste klamras ordentligt! UV-beständiga kablar o klammer utomhus.
- Slutbesiktning/garantibesiktning med funktionskontroll och bestämning av prestanda. Kapacitetstest, varje sträng mäts och protokollförs. Säkerhetskravens efterlevnad kontrolleras



# TACK!

Peter Kovács

Peter.kovacs@ri.se

010 516 56 62

RISE Research Institutes of Sweden

Hållbar samhällsbyggnad

Energi och cirkulär ekonomi

TACK FÖR ATT NI LYSSNADE!  
Läs mer om solenergi:

[www.solcellskollen.se](http://www.solcellskollen.se)

[www.bengtsvillablogg.info](http://www.bengtsvillablogg.info)

[www.solcellspodden.se](http://www.solcellspodden.se)

[www.svensksolenergi.se](http://www.svensksolenergi.se)

[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

[peter.kovacs@ri.se](mailto:peter.kovacs@ri.se)