



TEKNOLOGISK
INSTITUT

SOLCELLER i lavenergibygninger

Ivan Katic, Seniorkonsulent
Energi & Klima Division

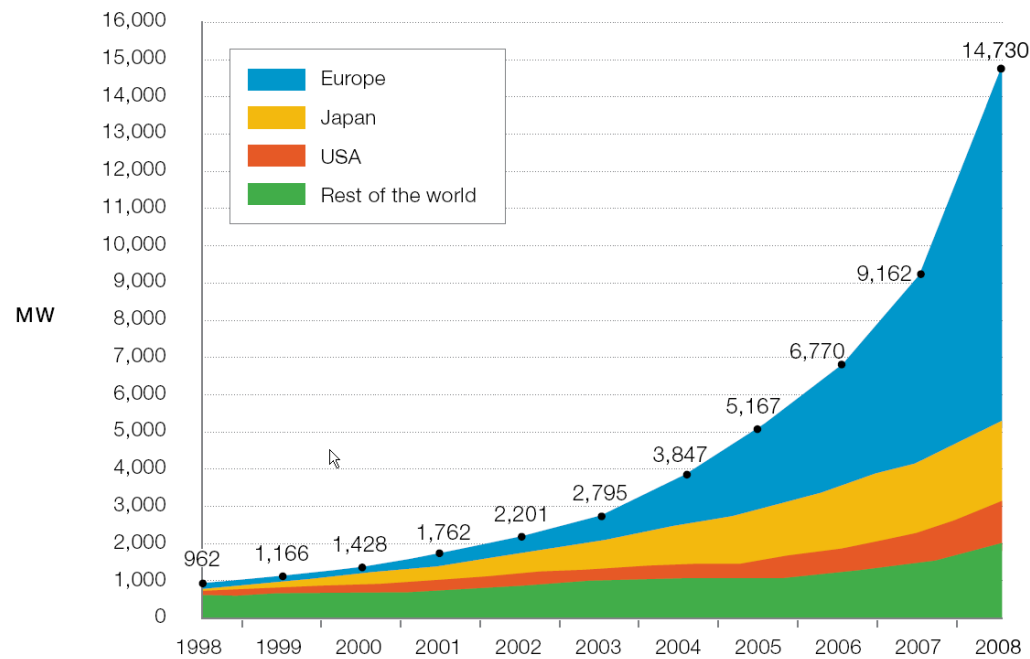




Hvorfor?

- **Solceller kan levere el uden røg, støj og møg**
- **Solceller er enkle at integrere i klimaskærmen**
- **Solceller holder længe**
- **Solceller giver frihed i bygningsudformningen**
- **Vi får brug for al den vedvarende energi vi kan hente**

Figure 1: Historical development of Global cumulative PV power installed per Region





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Ikke for enhver pris!





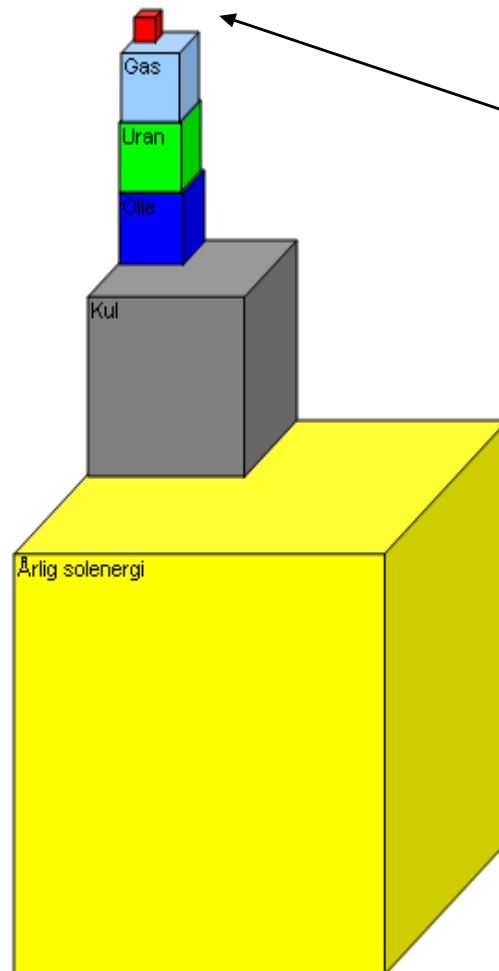
Myter om solceller

- Solceller er vildt dyre
- De betaler aldrig den energi hjem der er gået til fremstillingen
- Solceller yder for lidt i det danske klima
- Vi har ikke plads til solcelleanlæg i Danmark





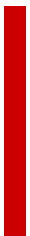
Solen som energikilde



>8000 gange verdens
årlige energiforbrug

Danmark:

1000 kWh/m²



Elproduktion og –forbrug i Danmark



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Elproduktion fra solcelleflade med optimal placering: 50-150 kWh/m² alt efter type

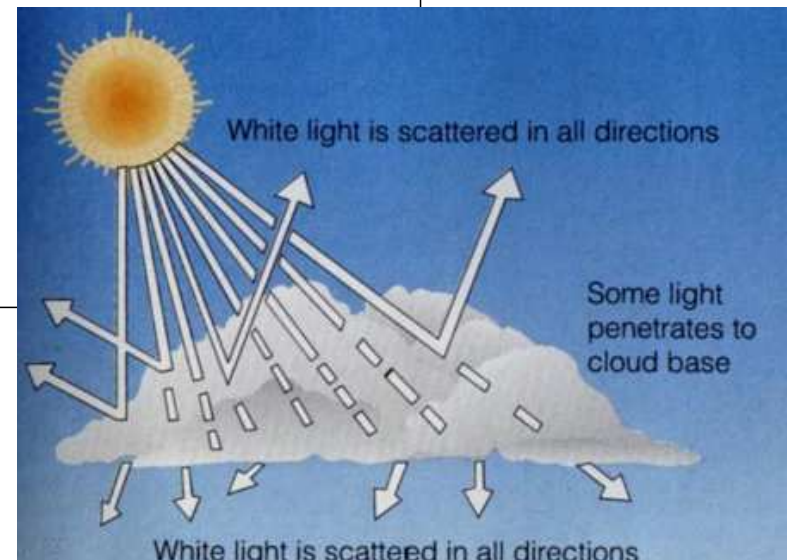
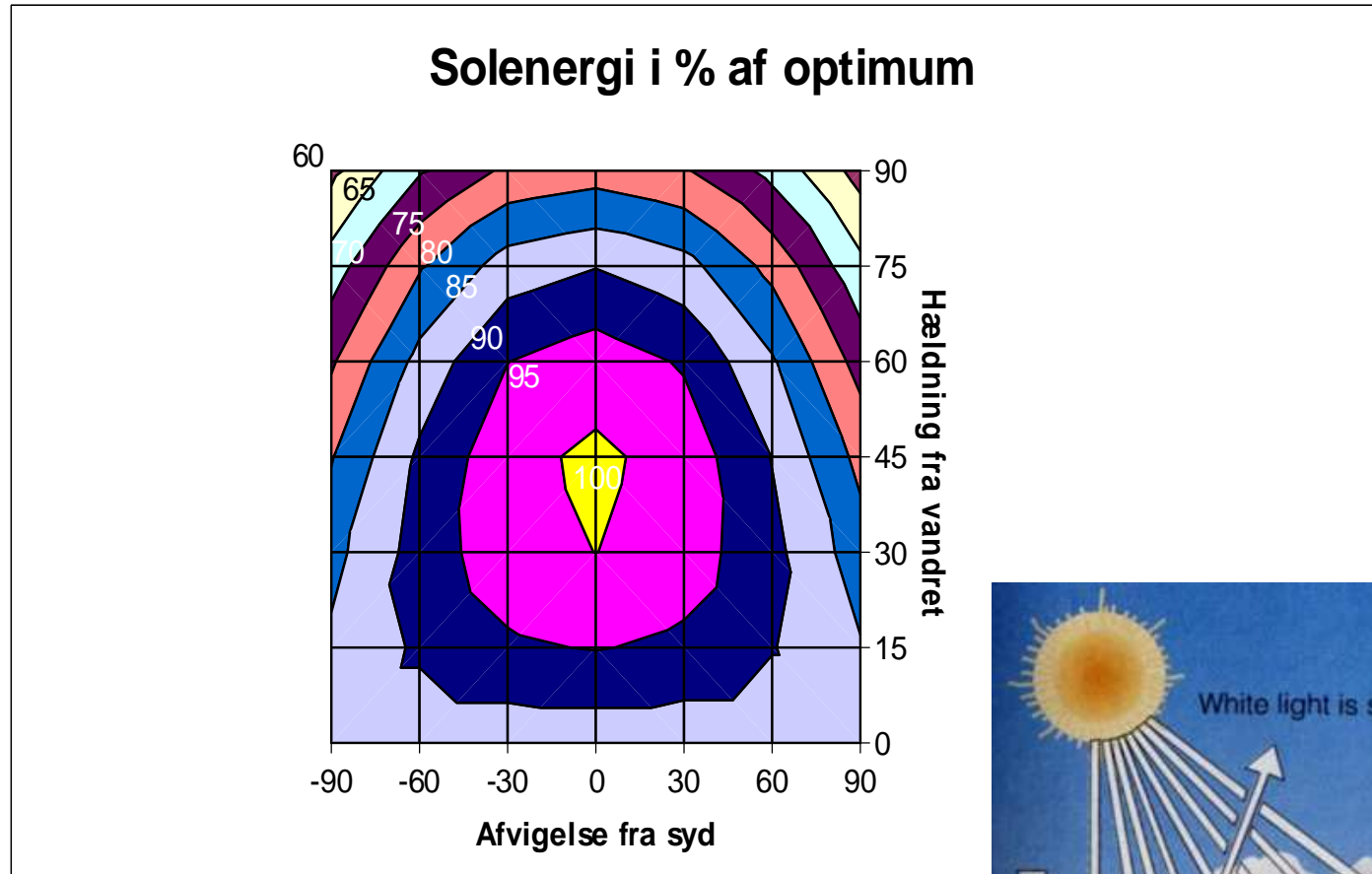
Typisk elforbrug i husstand 4000 til 5000 kWh



Et solcelleareal på størrelse med Langeland ville være tilstrækkeligt til årligt at producere en mængde el, svarende til Dk's årlige elforbrug.



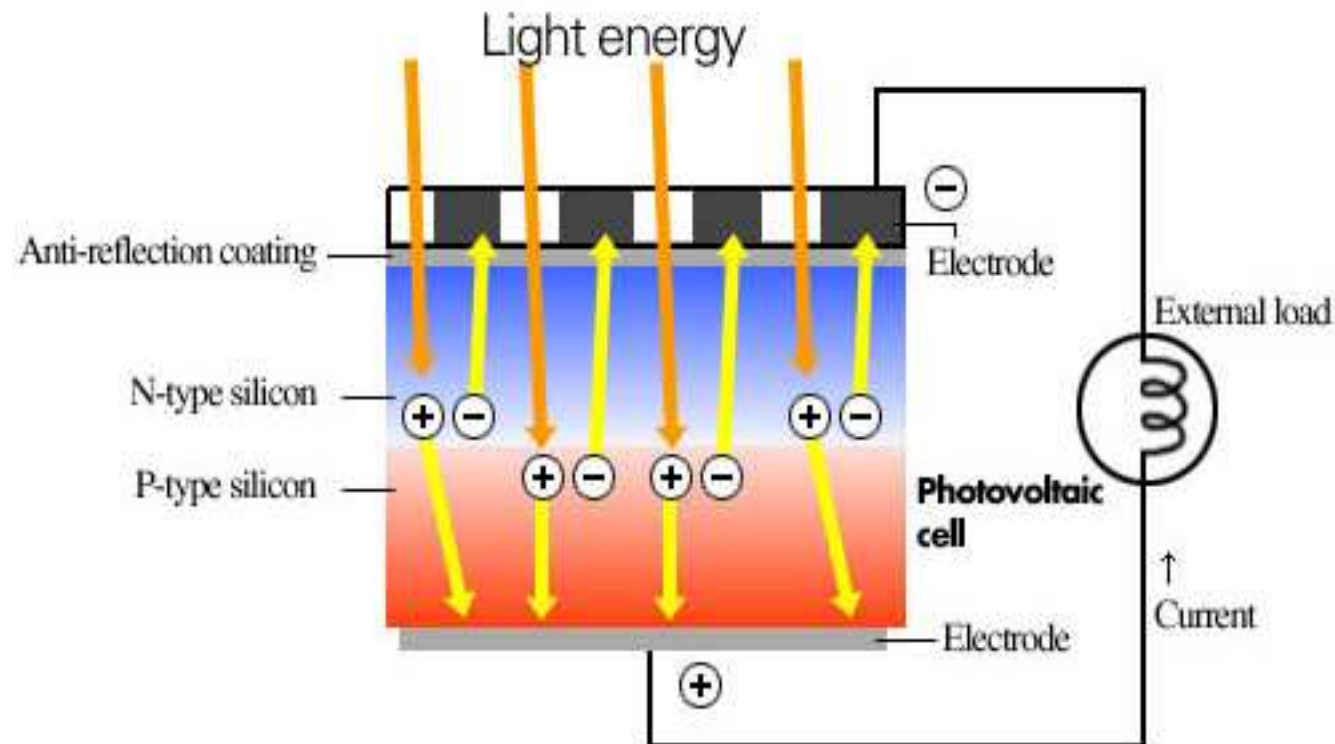
Orientering og hældning er ikke så kritisk





PV basics: Solcellen er en "omvendt" lysdiode

A photovoltaic cell generates electricity when irradiated by sunlight.



Sollysets fotoner får elektronerne til at vandre mod cellens overflade

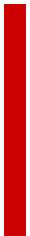
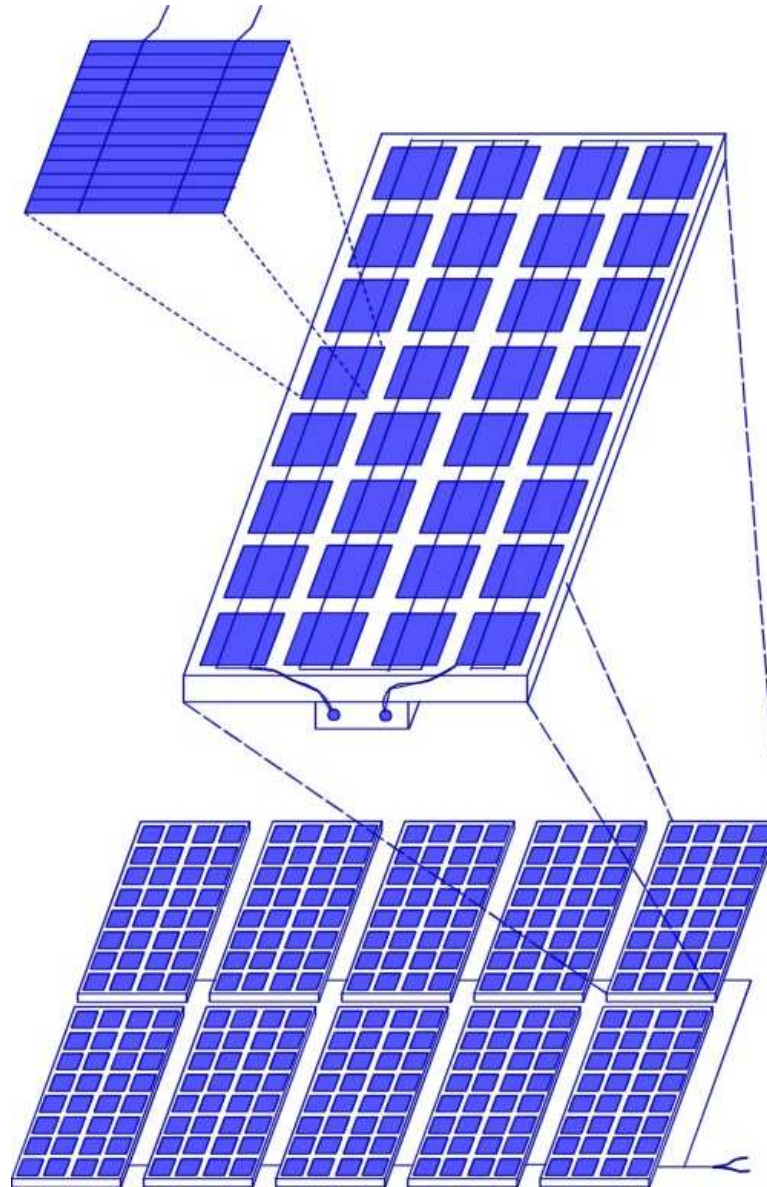


Solcelleanlæg -modularitet



TEKNOLOGISK
INSTITUT

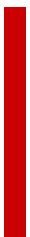
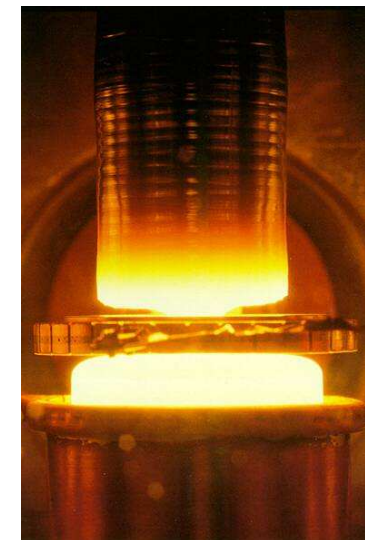
Solcelleanlæg
består af moduler
sammensat af
enkeltceller





Solcelletyper

- 1. Generation: Hovedsageligt baseret på silicium
- 2. Generation: Nye tyndfilm materialer (CIGS, CdTe)
- 3. Generation: Polymer og organiske solceller
- ? Solcellemaling? Solcelletekstiler?

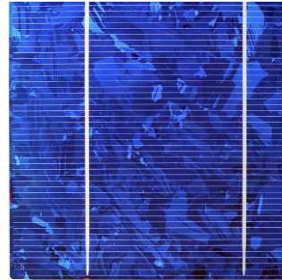


Solcelle-typer

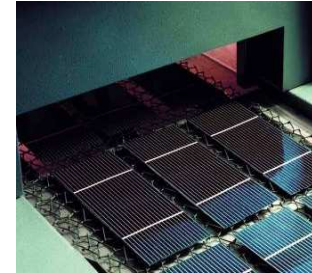
Wafers
(skiver)
Typisk 0,2 mm
tykke



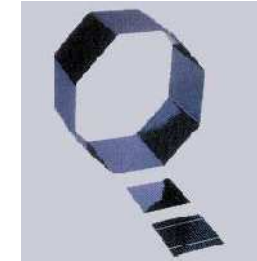
Mono-Si



Poly-Si

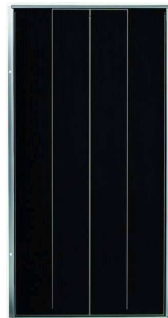


Poly-Si
(string-ribbon)



Poly-Si
(EfG)

Tyndfilm
Aktivt lag typisk
0,003 – 0,008
mm tykke



Amorft silicium



CI(G)S



CdTe

+ andre typer (GaAs, μ Si, PEC/DSC, plastik, ...)

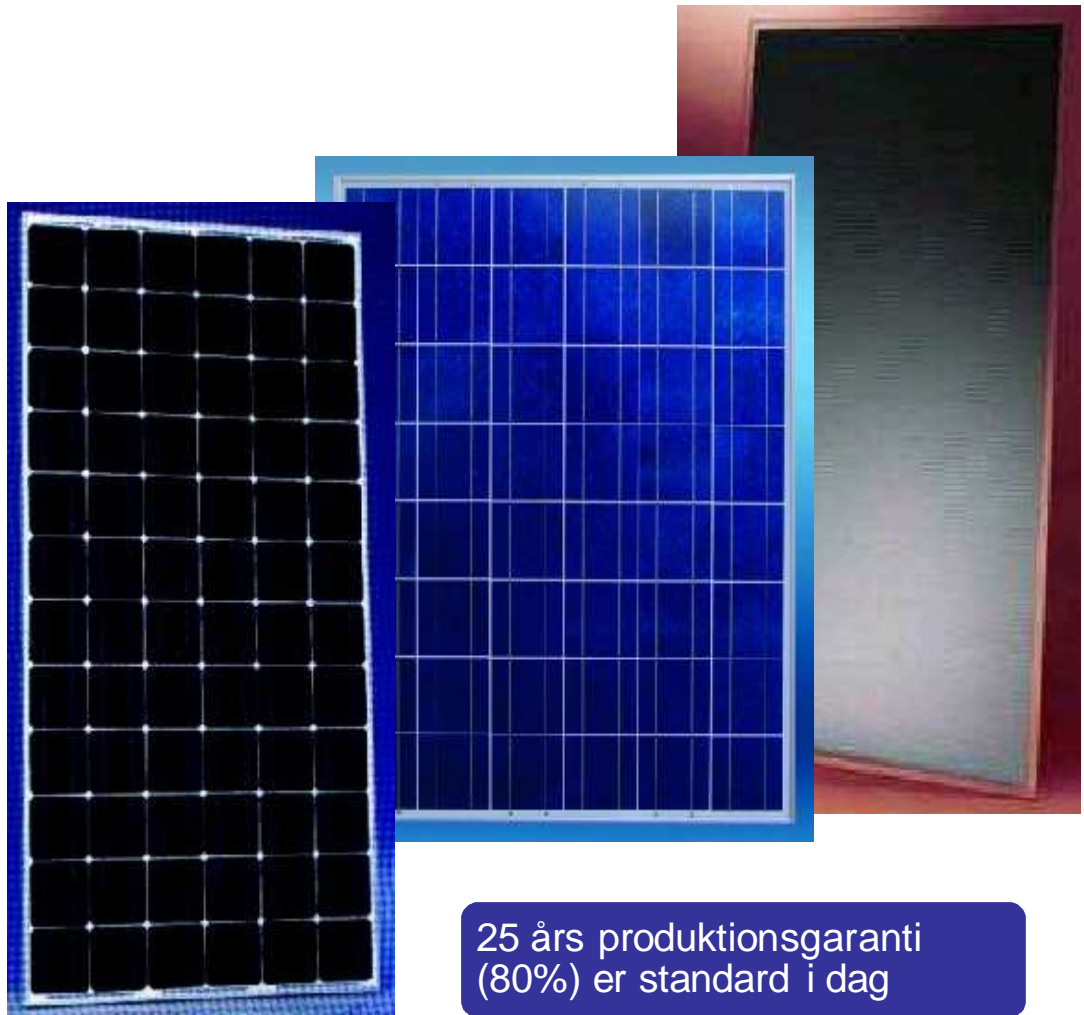


Sammenligning af de almindeligste typer

Solcelletype	Monokrystallinske	Polykrystallinske	Amorfe/tyndfilm
Effektivitet for typiske moduler	15-18 %	10-15 %	4-10 %
Typisk form	Runde eller kvadratiske	Kvadratiske	Smalle striber
Typisk farve	Sort/mørkegrå/blålig	Blålig og changerende	Sort/mørkebrun
Typisk årligt udbytte i Danmark	120 kWh/m ²	100 kWh/m ²	50 kWh/m ²
Fald i modulydelse ved 1°C temp.stigning	~0,4 %	~0,4 %	~0,2 %
Pris pr. m ²	Høj	Mellem/høj	Lav
Fleksible	Nej	Nej	Ja i specielle udgaver

Typiske data for markedsførte solcellemoduler

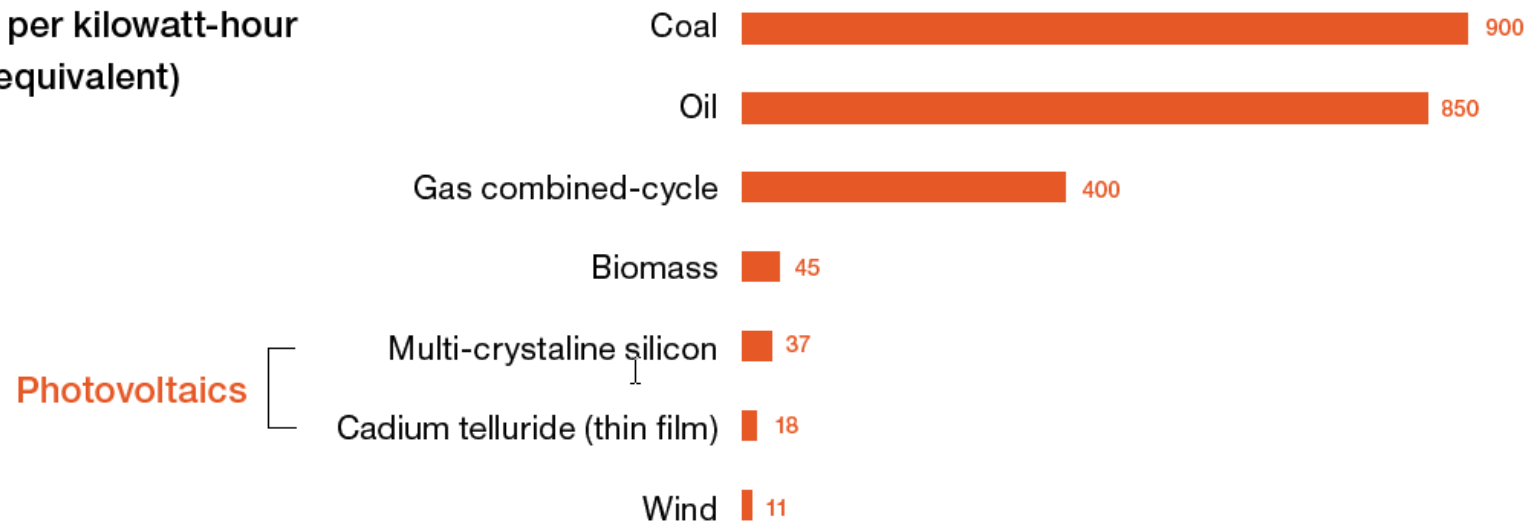
Eksempler på markedsførte moduler





Miljøbelastning og genbrug

Greenhouse gases
(grams per kilowatt-hour
of CO₂ equivalent)

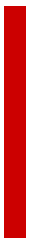
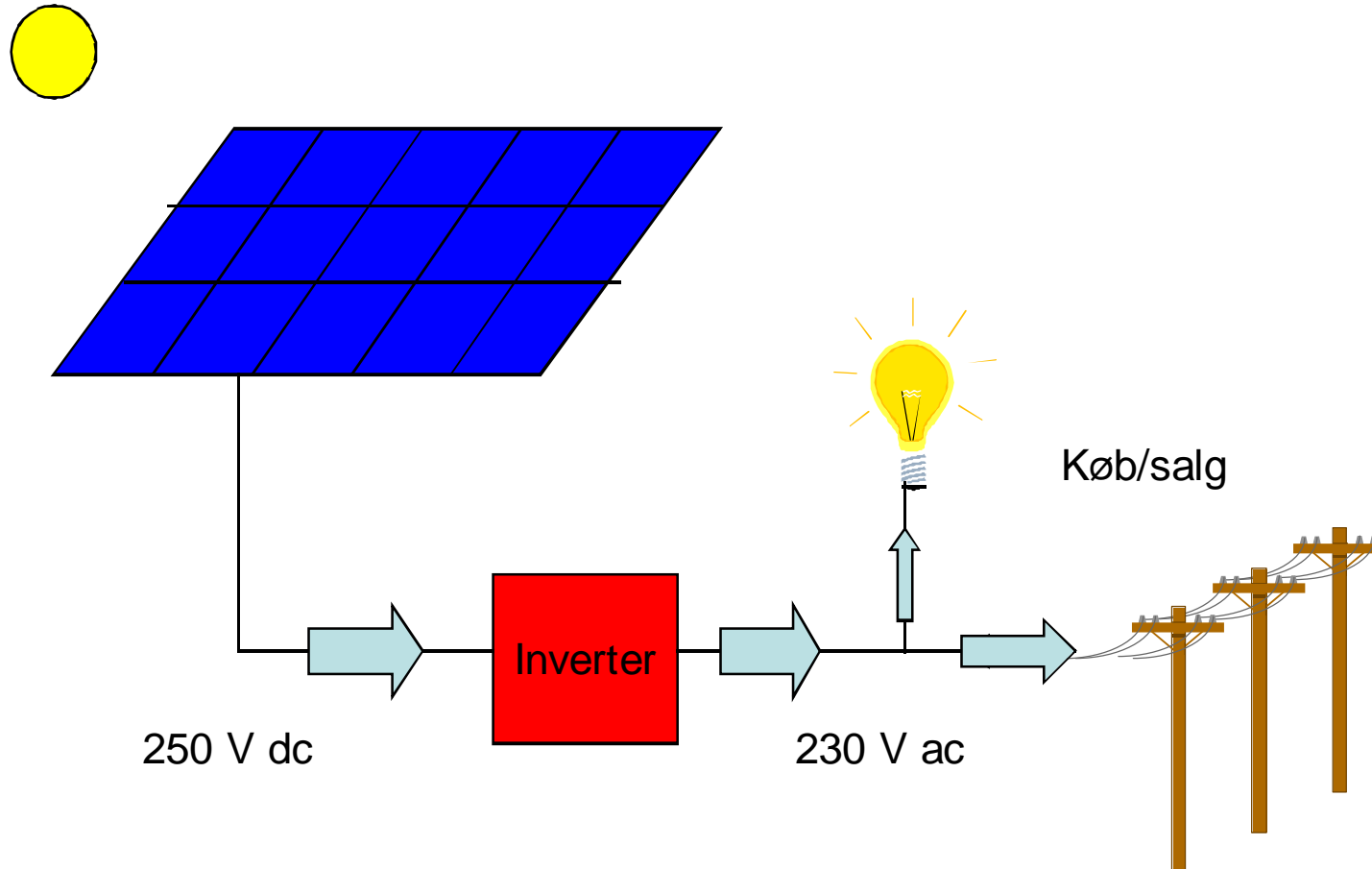


Kilde: www.epia.org

Solcelleanlæg betaler energien hjem på 2-3 år



Nettilsluttede anlæg





Nettilsluttede anlæg

- 200 W – 6 kW for enfamiliehuse
- Et 1 kW anlæg yder typisk 800-900 kWh/år




Inverter: - Omformer til
vekselstrøm

- Overvåger input
- Hindrer ø-drift





Placering

	Tag	Facade	Vinduer
Typisk ydelsesindex	100% (900 kWh/kWp)	70%	40%
Eksempler			
Kommentar	Mange standard produkter	En del standard produkter	Dyre special-produkter

Solcelleanlæg kan ikke lide høj temperatur og skygge!

Bygningsintegration - Added Values



K



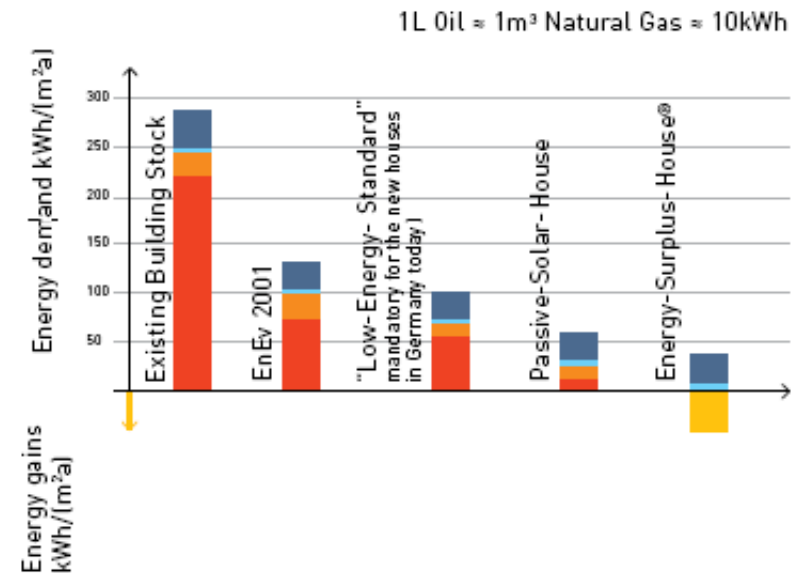
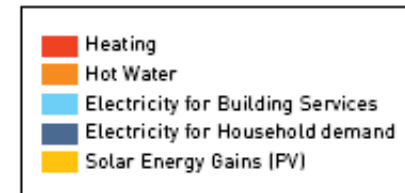


Lavenergibygninger

- Lavenergi klasse 1 eller 2?
- Passivhus?
- Nulenergihus?
- Plusenergihus?

Meget lille behov for opvarmning, men

- Tætte boliger => el til ventilation og VGV
- Varmepumper => større elforbrug
- Overophedning => el til køling
- Stadig behov for husholdnings-el



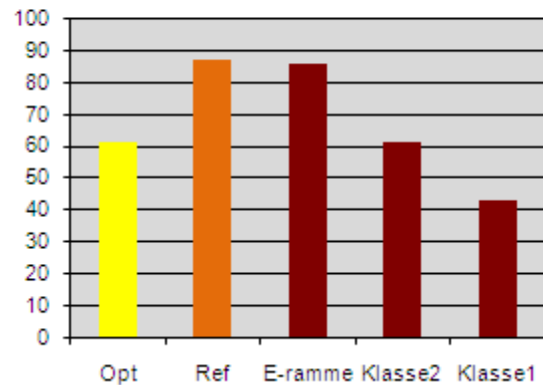


Så mange solceller skal der til for et BR 08 hus på 140 m² (12% virkningsgrad)

Beregnet med BYG-SOL v.1.00

ÅRLIG ENERGIFORBRUG: kWh/m²

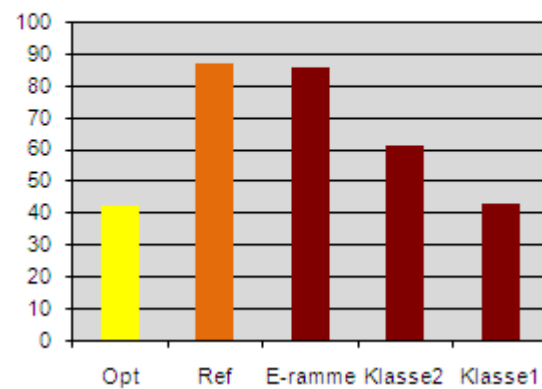
Her sammenholdes energioptimeringen
med udgangspunktet (referencebygningen)



14 m²

ÅRLIG ENERGIFORBRUG: kWh/m²

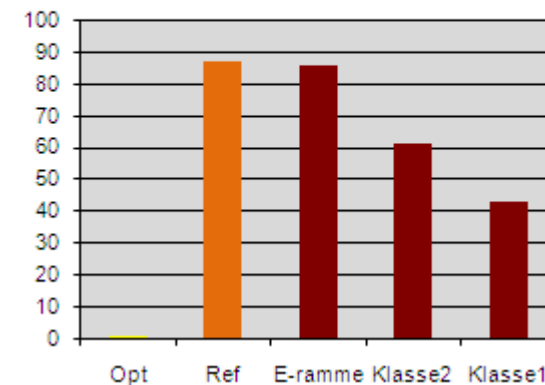
Her sammenholdes energioptimeringen
med udgangspunktet (referencebygningen)



24 m²

ÅRLIG ENERGIFORBRUG: kWh/m²

Her sammenholdes energioptimeringen
med udgangspunktet (referencebygningen)



46 m²



Energirammeberegning



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Eeksempel :

Lavenergihus, varmebehov 8000 kWh/år

Elforbrug til pumper og ventilation m.v. 1500 kWh

6 kW solcelleanlæg, produktion 5000 kWh

Energibehov = $8000 + 2,5 \cdot (1500 - 5000) = -750$ kWh

Hvis det totale elforbrug er under de producerede 5000 kWh kan der ikke nettoafregnes med nuværende regler(*). Elforbruget kan evt bringes op med varmepumpe.

(*) Måler må køre begge veje





Effekt på energirammen ved forskellige tiltag - Solceller er konkurrencedygtige

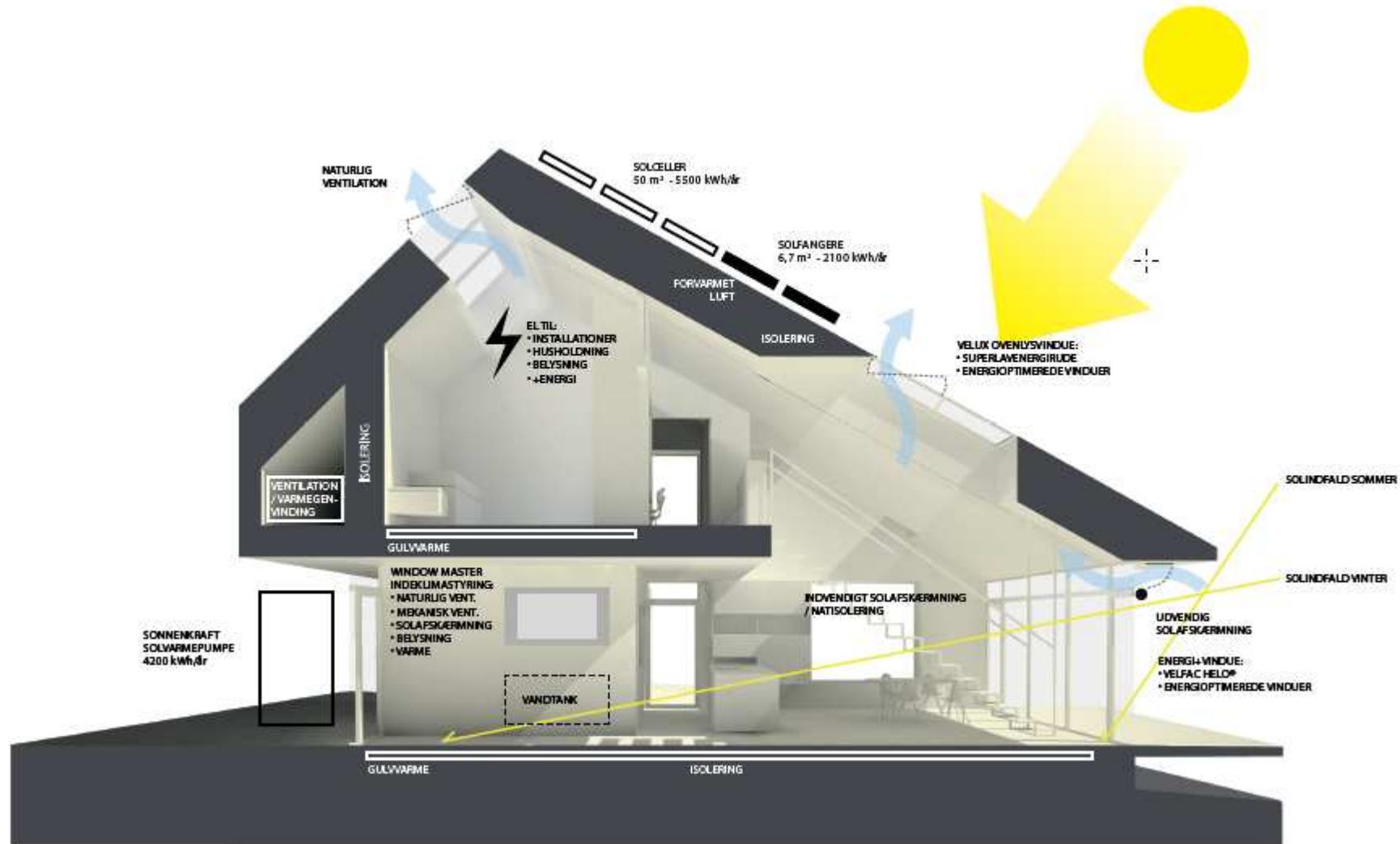
	Typisk pris/m ² kr	Produktion/besp. kWh/m ² pr. år	Effekt på energi- ramme kWh/m ² pr. år	Effekt pr. krone
PV krystallinsk	4000	80-100	200-250	0,06
PV tyndfilm	2500	30-50	75-125	0,04
Udv. efterisolering	1000	50	50	0,05
Brugsvandssolfanger	6500	500	500	0,08
Glasfacade	3000	Evt. negativ hvis sol medf. kølebehov		- ?
Stenfacade	6000	-	-	0





ENERGIKONCEPT

(Velux Active House)





TEKNOLOGISK
INSTITUT

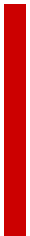
Flamingohuset i Taulov (selvbyg)



EnergyFlexHouse (11 kW solcelleanlæg)

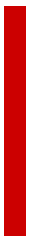
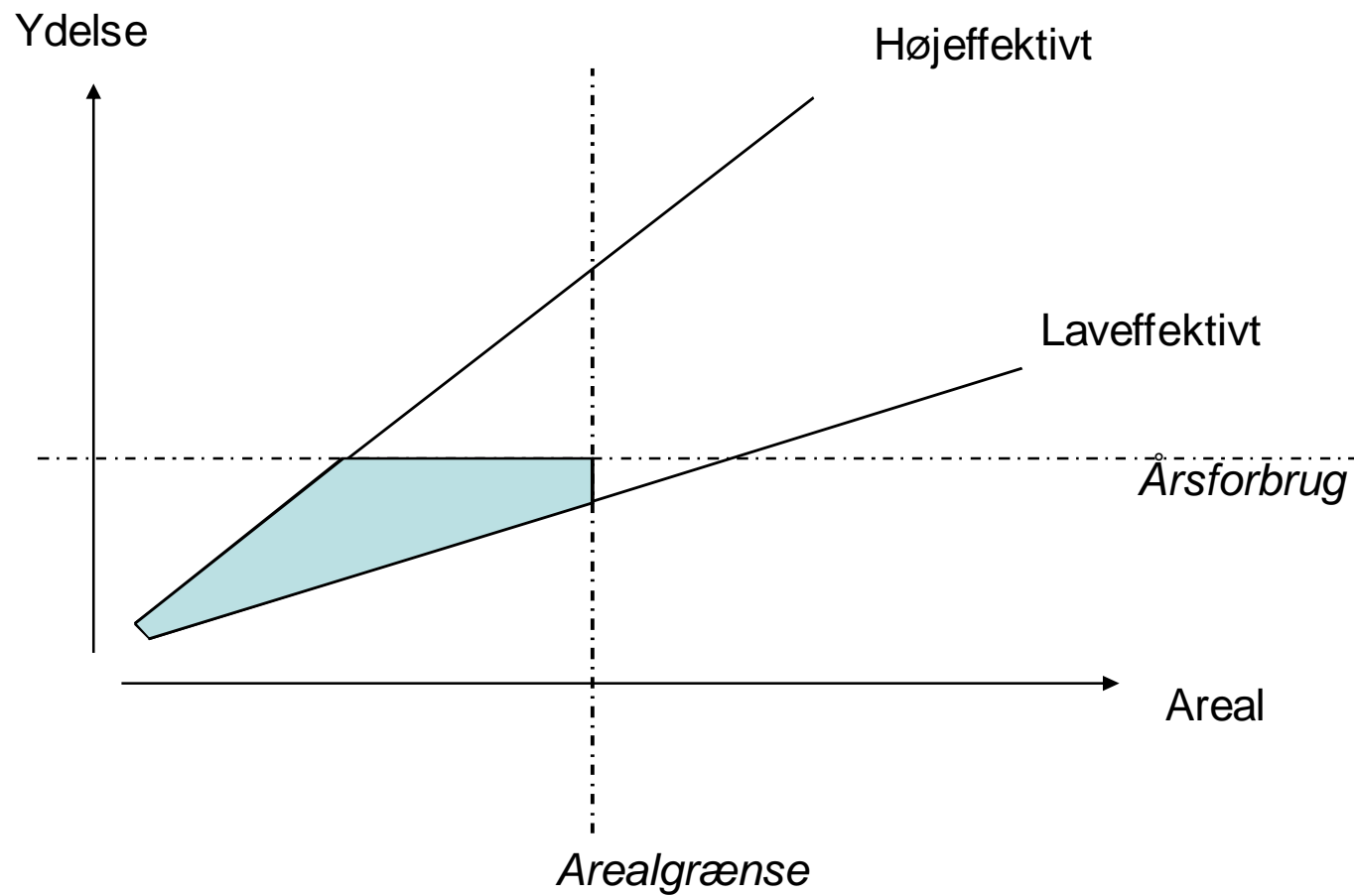


TEKNOLOGISK
INSTITUT



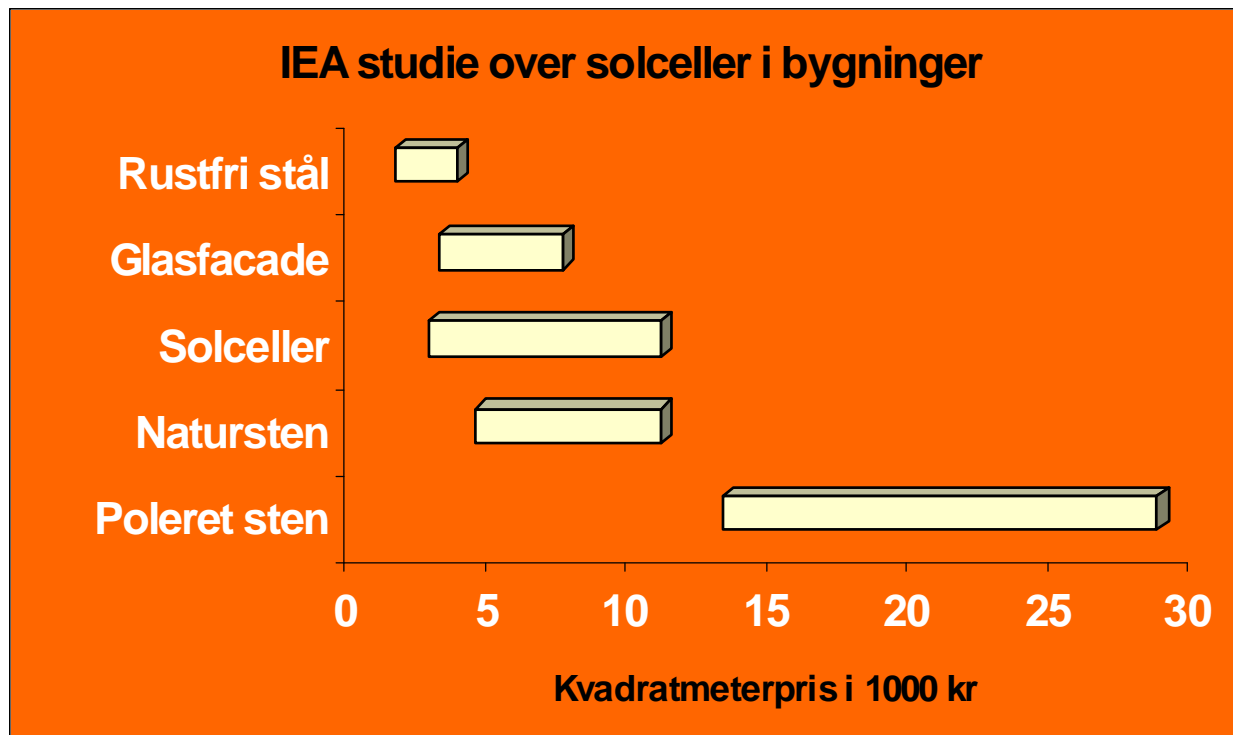


Dimensionering - altid et kompromis





Facadematerialer – hvad er dyrt?

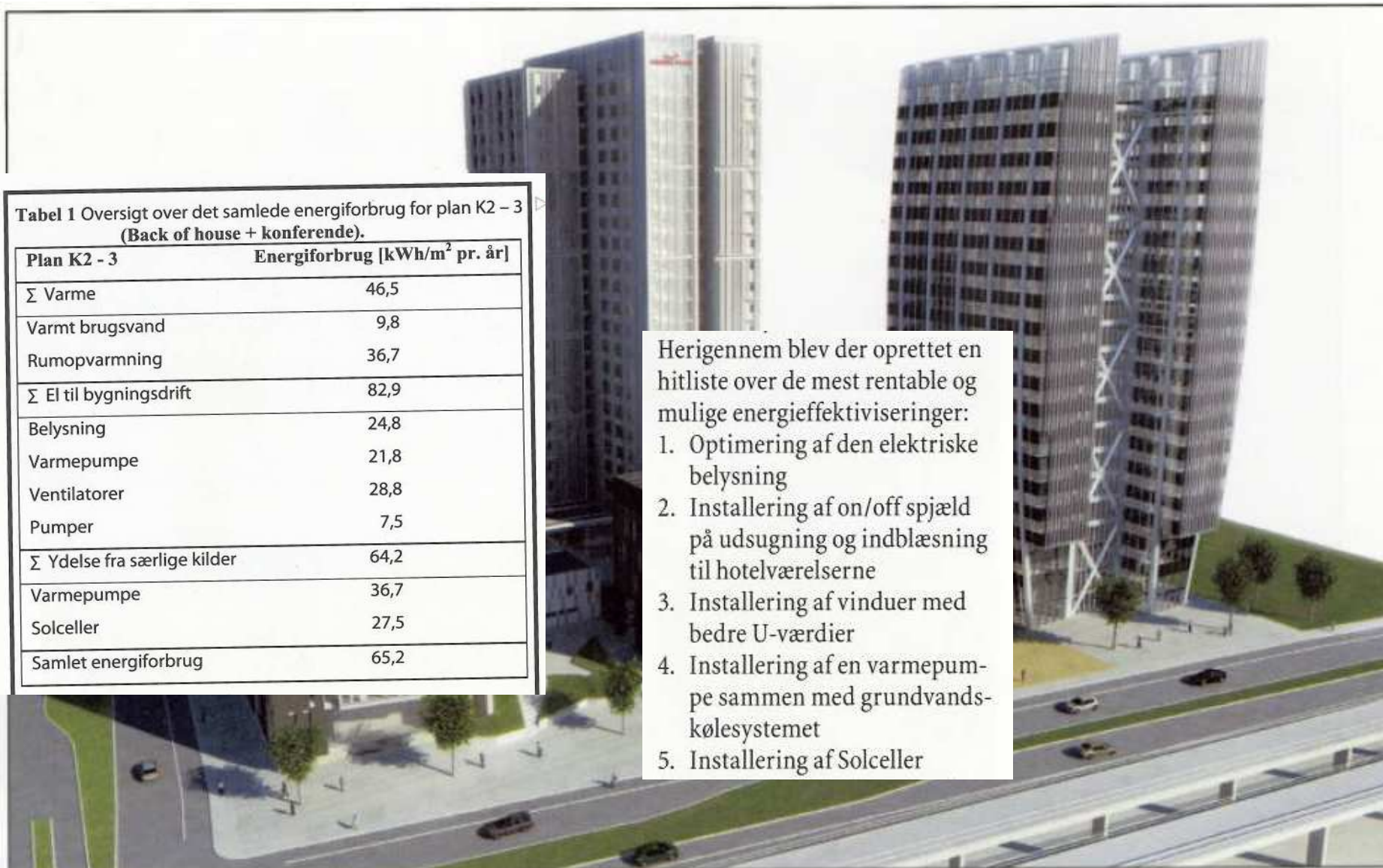


Copenhagen Towers

Ændring til LE klasse 2:



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Tabel 1 Oversigt over det samlede energiforbrug for plan K2 - 3
(Back of house + konferende).

Plan K2 - 3	Energiforbrug [kWh/m ² pr. år]
Σ Varme	46,5
Varmt brugsvand	9,8
Rumopvarmning	36,7
Σ El til bygningsdrift	82,9
Belysning	24,8
Varmepumpe	21,8
Ventilatorer	28,8
Pumper	7,5
Σ Ydelse fra særlige kilder	64,2
Varmepumpe	36,7
Solceller	27,5
Samlet energiforbrug	65,2

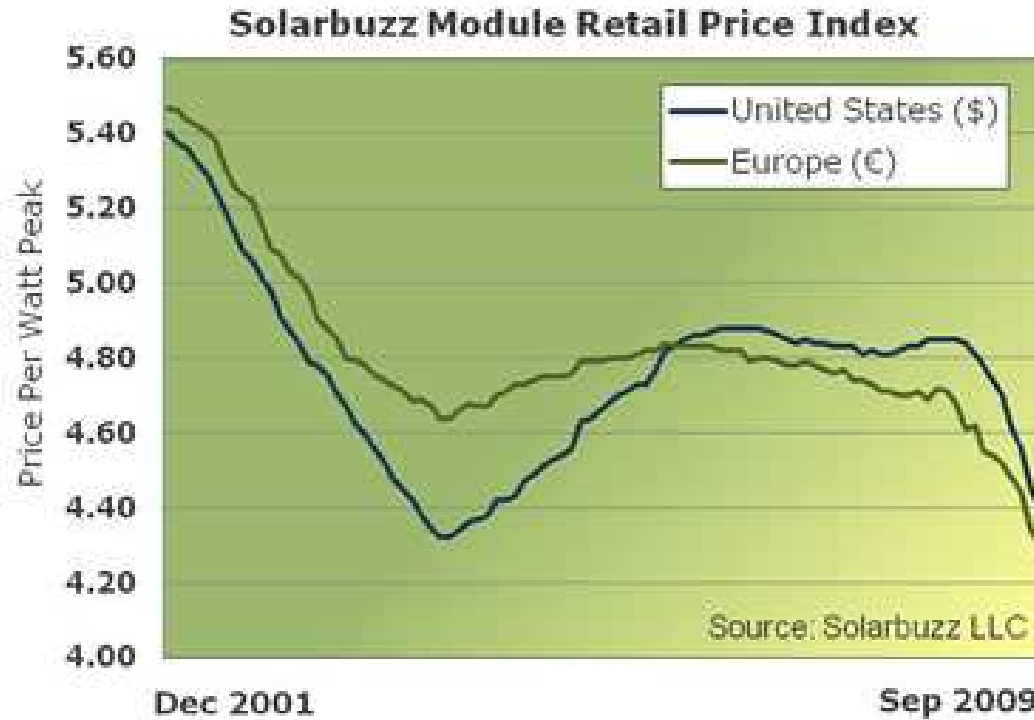
- Herigennem blev der oprettet en hitliste over de mest rentable og mulige energieffektiviseringer:
1. Optimering af den elektriske belysning
 2. Installering af on/off spjæld på udsugning og indblæsning til hotelværelserne
 3. Installering af vinduer med bedre U-værdier
 4. Installering af en varmpumpe sammen med grundvandskølesystemet
 5. Installering af Solceller

Illustration af det færdige Copenhagen Towers projekt.

Global prisudvikling



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Der er næsten ingen driftsudgifter til solcelleanlæg

Mindre anlæg, DK:

Solel koster 3-5 kr/kWh

Systempris fra 2500 kr /m²
eller 40 kr/Wp



Sten: >4000 kr/m²

Afregning m.v.

-Danmark har nogle af de ringeste vilkår i EU



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Installation	Private	Institutioner	Erhverv
<6 kWp	Én måler Nettoafregning pr målersted	Én måler Nettoafregning pr. 100 m ²	To målere Evt. elsalg kan afregnes til ca 60 øre
>6 kWp	To målere Evt. elsalg kan afregnes til ca 60 øre	To målere Evt. elsalg kan afregnes til ca 60 øre	Mulighed for skattemæssig afskrivning af investeringen over 5 eller 20 år





Resumé

- PV er gennemprøvet teknologi med lav risiko, vokser eksplosivt
- PV er endnu ikke generelt økonomisk attraktiv for alle typer elkunder hvis man ser det som et selvstændigt investeringsprojekt
- PV er særdeles interessant som en praktisk og økonomisk måde at opfylde energirammen på i nybyggeri og ved renovering
- PV kan integreres arkitektonisk i nyt og eksisterende byggeri, og er ikke dyrere end andre eksklusive byggematerialer
- Omhu ved projektering og udførelse er vigtig når et solcelleanlæg skal fungere uproblematisk i 25-30 år





Nyttige links

Danske:

- www.solenergi.dk
- www.solcelle.dk
- www.solarcity.dk

SolEnergiCentrets egen hjemmeside bl.a. med nyttige gratis beregningsværktøjer
Oplysning, debat, råd, erfaringsudveksling
Eksempler og værktøj til energirammen

Udenlandske:

- www.solarintegration.de
- www.solarbuzz.com
- www.iea-pvps.org
- www.BIPV.ch

Tysk. Supergod info om solceller i byggeri.
International side om marked og økonomi
Det Internationale Energiagenturs
hjemmeside om solcelleanlæg
Eksempler på BIPV produkter

Tak for opmærksomheden!

