

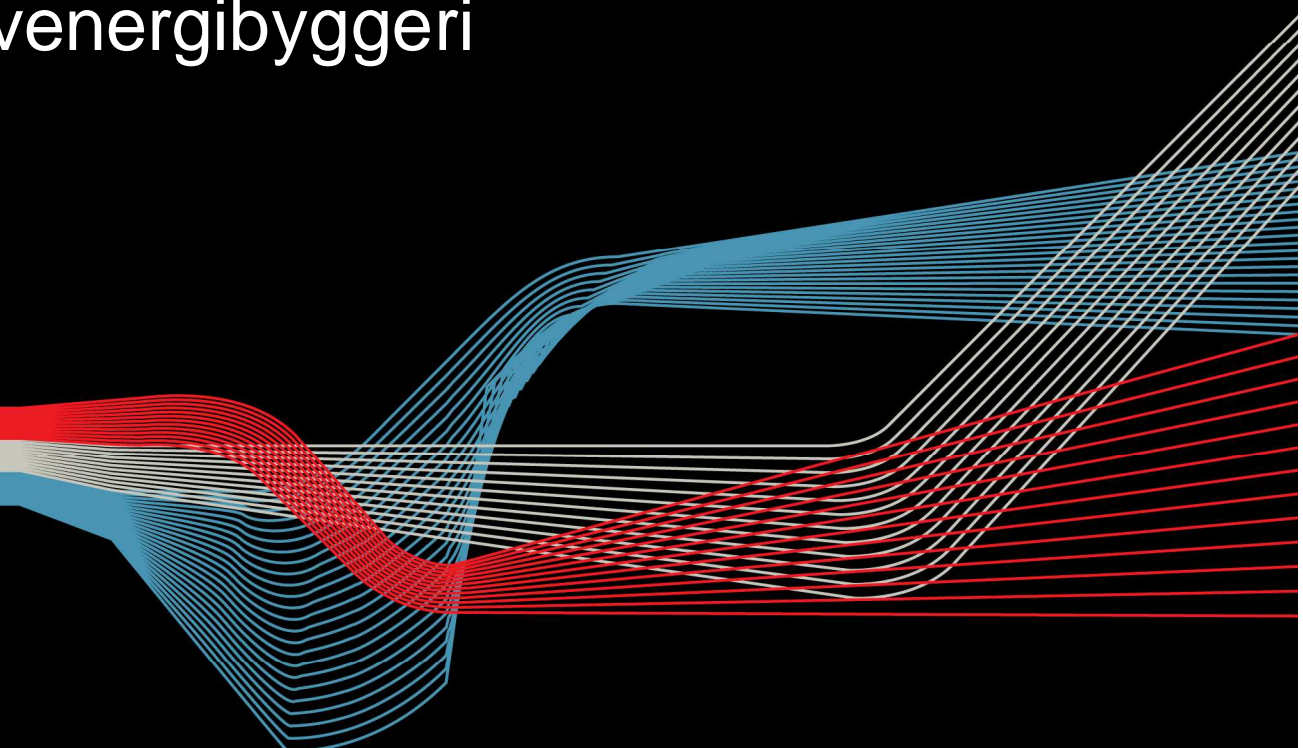
Solvarme i lavenergibyggeri



VIDENUDVIKLING

VIDENANVENDELSE

VIDENOVERFØRSEL

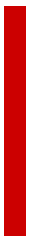




TEKNOLOGISK
INSTITUT

Solvarme i lavenergibyggeri

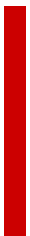
Leon Buhl
Teknologisk Institut
Energi & Klima
Center for Installation & Kalibrering

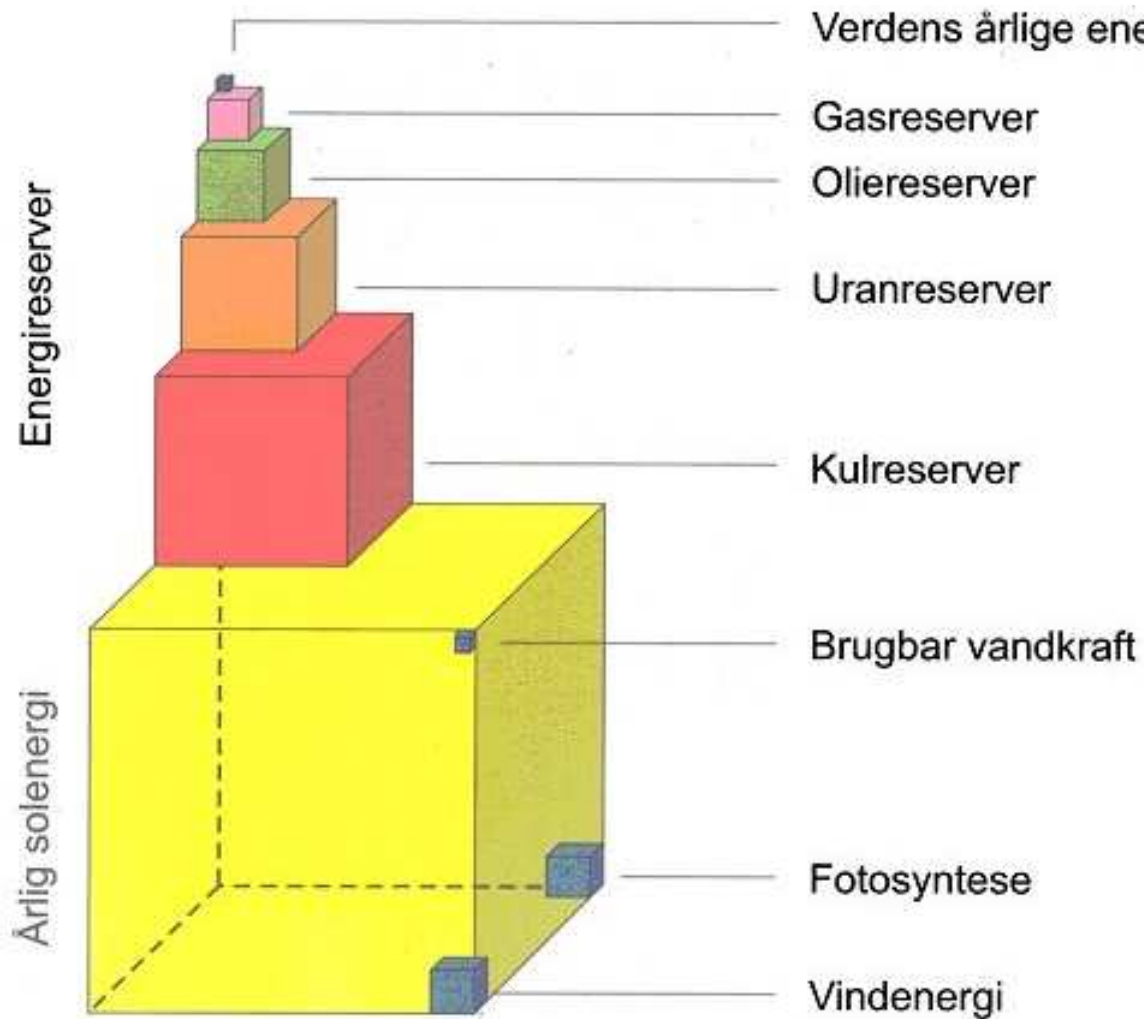




Hovedoversigt

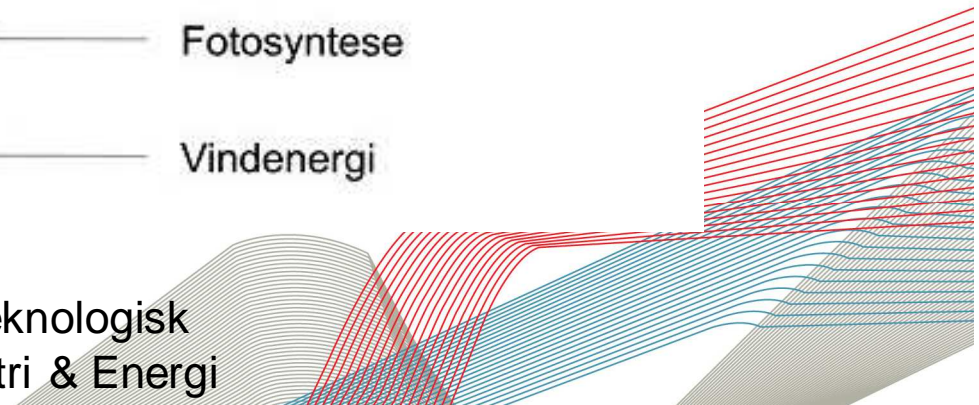
- Solvarme i Danmark.
- Hvorfor anvende solvarme i lavenergibyggeri?
- Hvad kan solvarmeanlæg yde?
- Solvarmeanlæg og design
- Installation af solvarmeanlæg





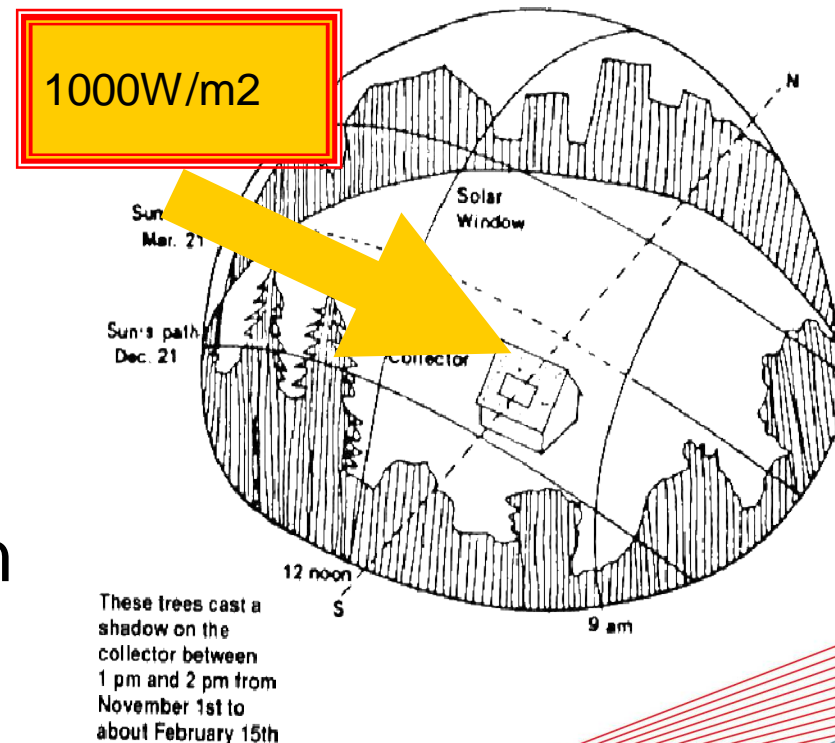
02-10-2009

Leon Buhl, Teknologisk
Institut, Industri & Energi



Generelt om solvarme

- Uden for jordens atmosfære er den mængde energi der rammer 1353 W/m²
- På jorden vil man på klare dage midt på dagen kunne have en intensitet svarende til ca. 1000 W/m²



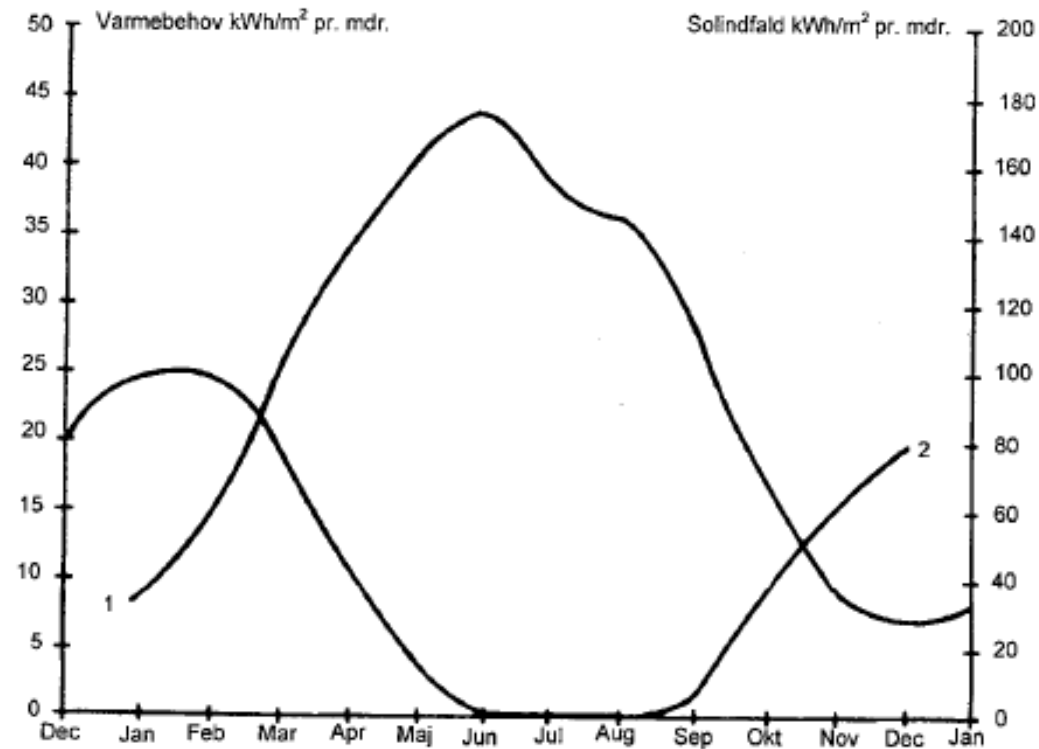
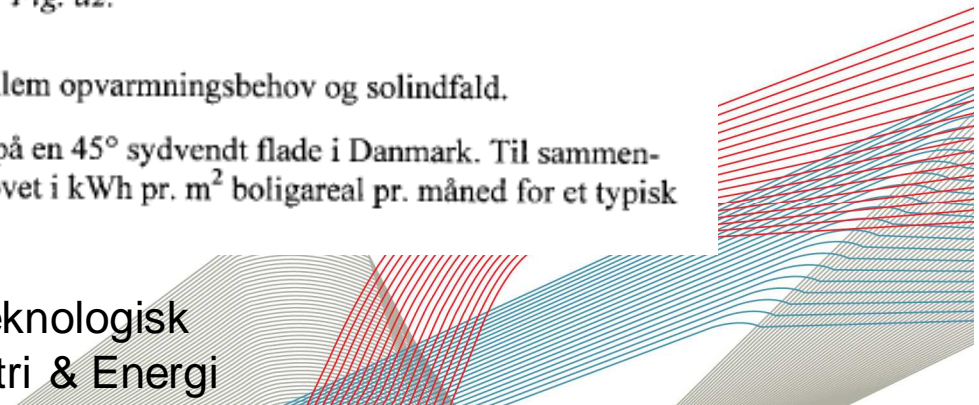


Fig. a2.

Figuren herover viser sammenhængen mellem opvarmningsbehov og solindfald.

Kurve nr. 1 viser den samlede indstråling på en 45° sydvendt flade i Danmark. Til sammenligning viser kurve nr. 2 opvarmningsbehovet i kWh pr. m² boligareal pr. måned for et typisk dansk parcelhus fra midten af 1970'erne.



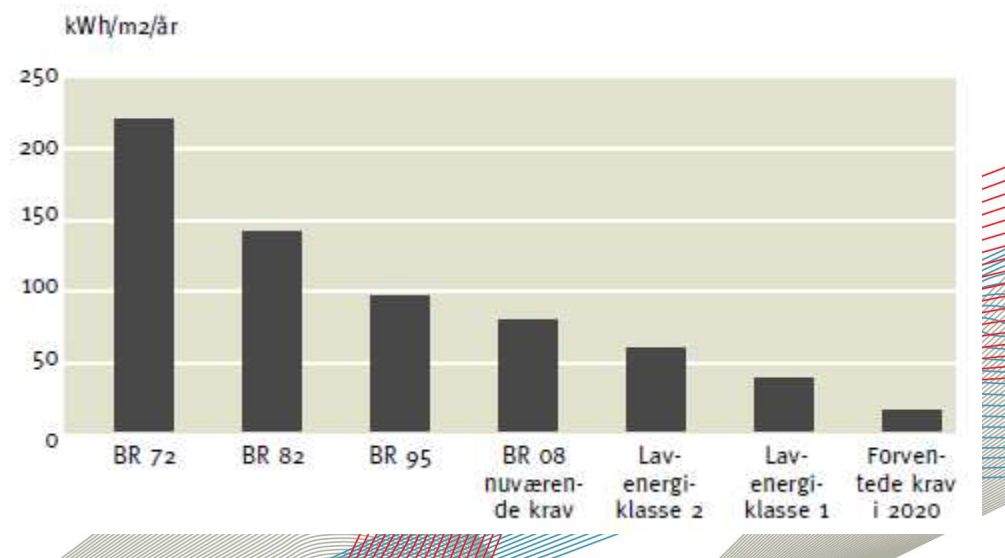


Energibehov for bygninger

Årligt energiforbrug kWh/m²
for boligbyggeri før, nu og i fremtiden

Bygningsreglement	Enfamiliehus	Dobbelthushus i to etager	Rækkehus 20 boligenheder i to etager
	kWh/m ² /år	kWh/m ² /år	kWh/m ² /år
BR 72	223	166	141
BR 82	143	115	104
BR 95	99	80	73
BR 08 – nuværende krav	85	77	71
Lavenergiklasse 2 – 2010	61	55	
Lavenergiklasse 1 – 2015	42	39	
Førvendte krav i 2020	21	17	

Eksempel med bolig på 150 kvadratmeter
* Beregnet efter energirammemetoden

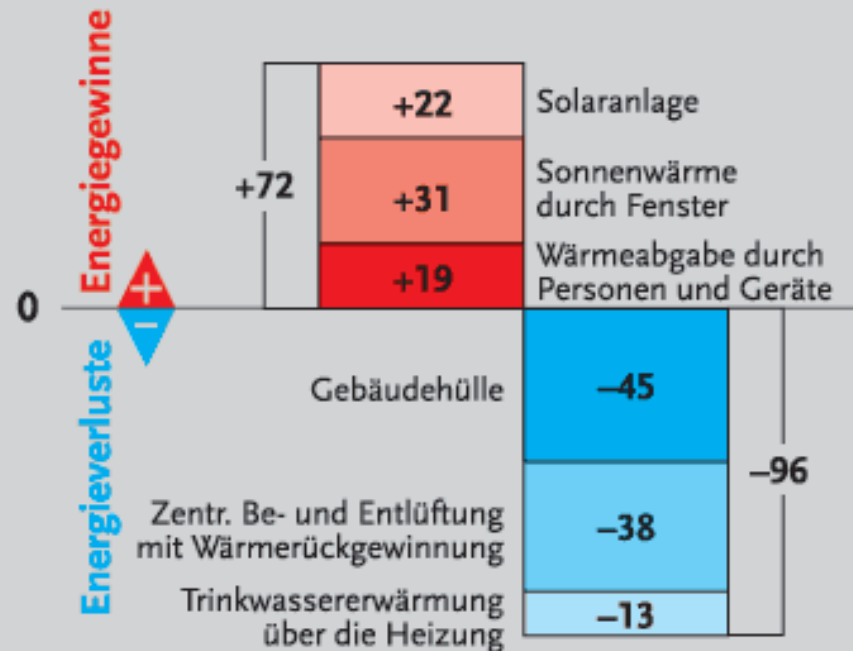




Ermittlung der Primärenergiebilanz KfW-Energiesparhaus 40

kWh pro m² und Jahr

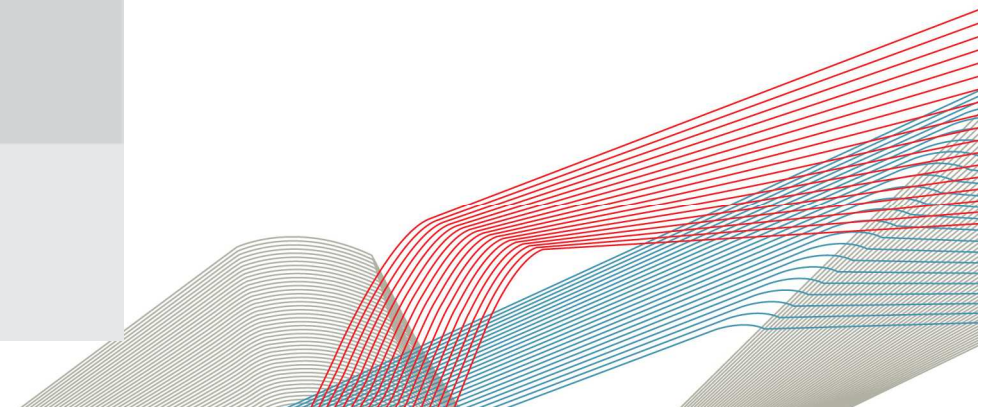
(überschlägige Ermittlung)



Primärenergiebilanz = +72 - 96 = -24

Das Gebäude benötigt 24 Kilowattstunden pro qm und Jahr Primärenergie, um warm zu bleiben und Warmwasser bereit zu stellen.

Mulig energibalance



Eksempler på løsninger for at opnå lavenergihusstatus



TEKNOLOGISK
INSTITUT

kWh/m ² pr. år	Varme	El	Overtemp.	Energibehov	Ændring
Basis	76,9	2,2	0	82,4	
Sum af tiltag:					
Vinduer uden lod- og tværpost	74,7	2,2	0	80,0	-2,4
Vinduer med forsatsramme	71,8	2,1	0	77,1	-2,9
Energieffektiv mek. vent. og tæt hus	54,4	6,2	0	69,9	-7,2
Solvarme til varmt brugsvand	42,6	7,6	0	61,7	-8,2
Loft med U-værdi 0,10 W/m ² K	41,6	7,6	0	60,7	-1,0
Ydervæg med U-værdi 0,20 W/m ² K	37,3	7,6	0	56,4	-4,3
Terrændæk med U-værdi 0,10 W/m ² K	35,2	7,6	0	54,3	-2,1
Oliefyr	38,6	7,6	0	57,7	+3,4
Solvarme til rumopvarmning	36,1	7,0	0	53,7	-4,0
Solceller	36,1	1,9	0	41,0	-12,7

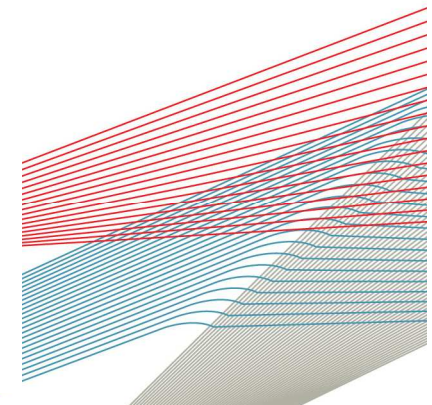
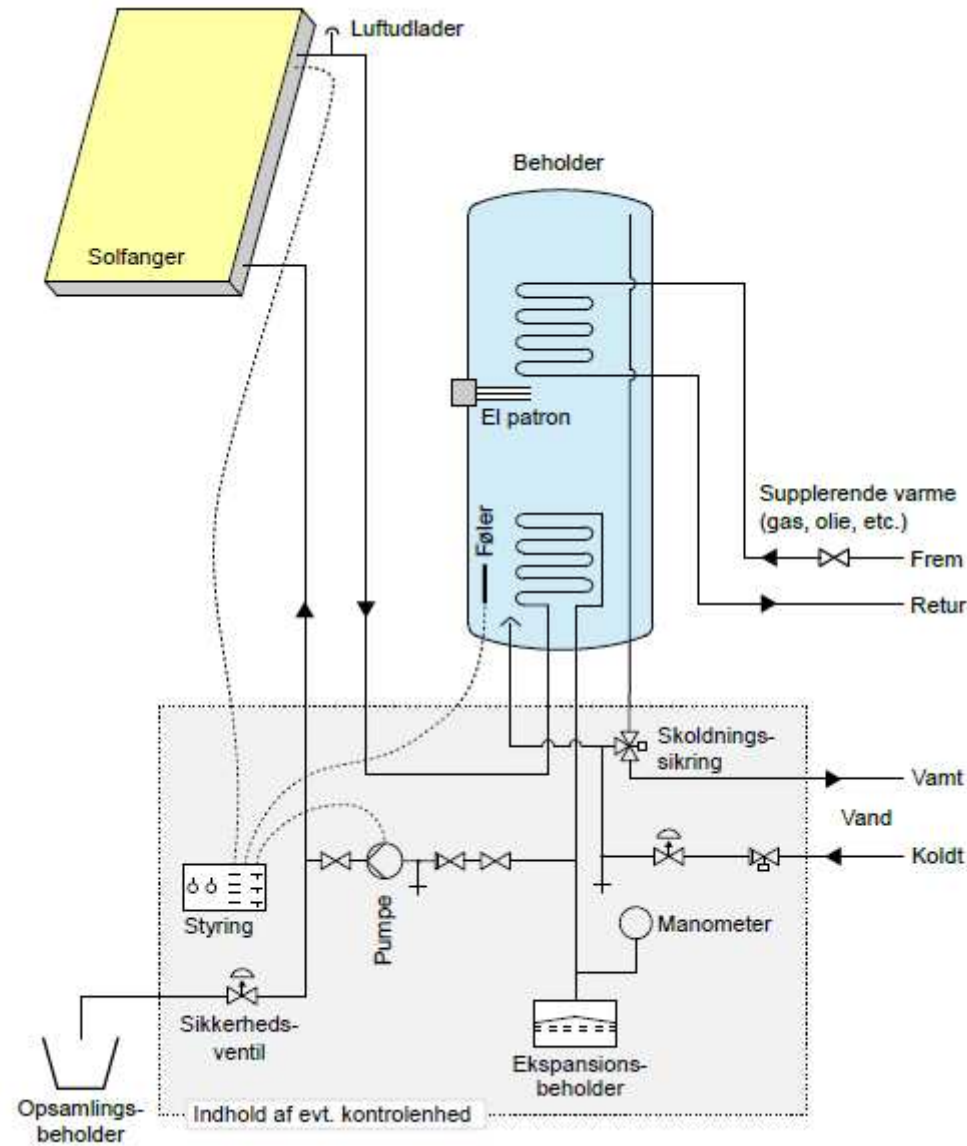
Vvs-installationers indflydelse på fremtidigt lavenergibyggeri

Tal trukket op med fed viser, at huset opfylder kravene til bygninger i lavenergiklasse 2. Det kursive tal viser, at huset nu opfylder kravet til bygninger i lavenergiklasse 1.

Hovedtyper af solvarmeinstallationer - Brugsvandsanlæg



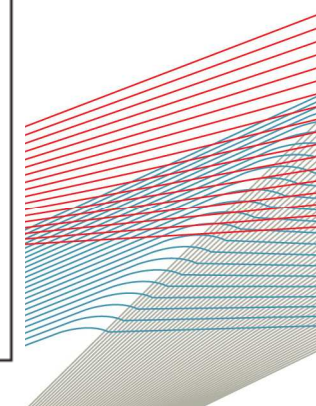
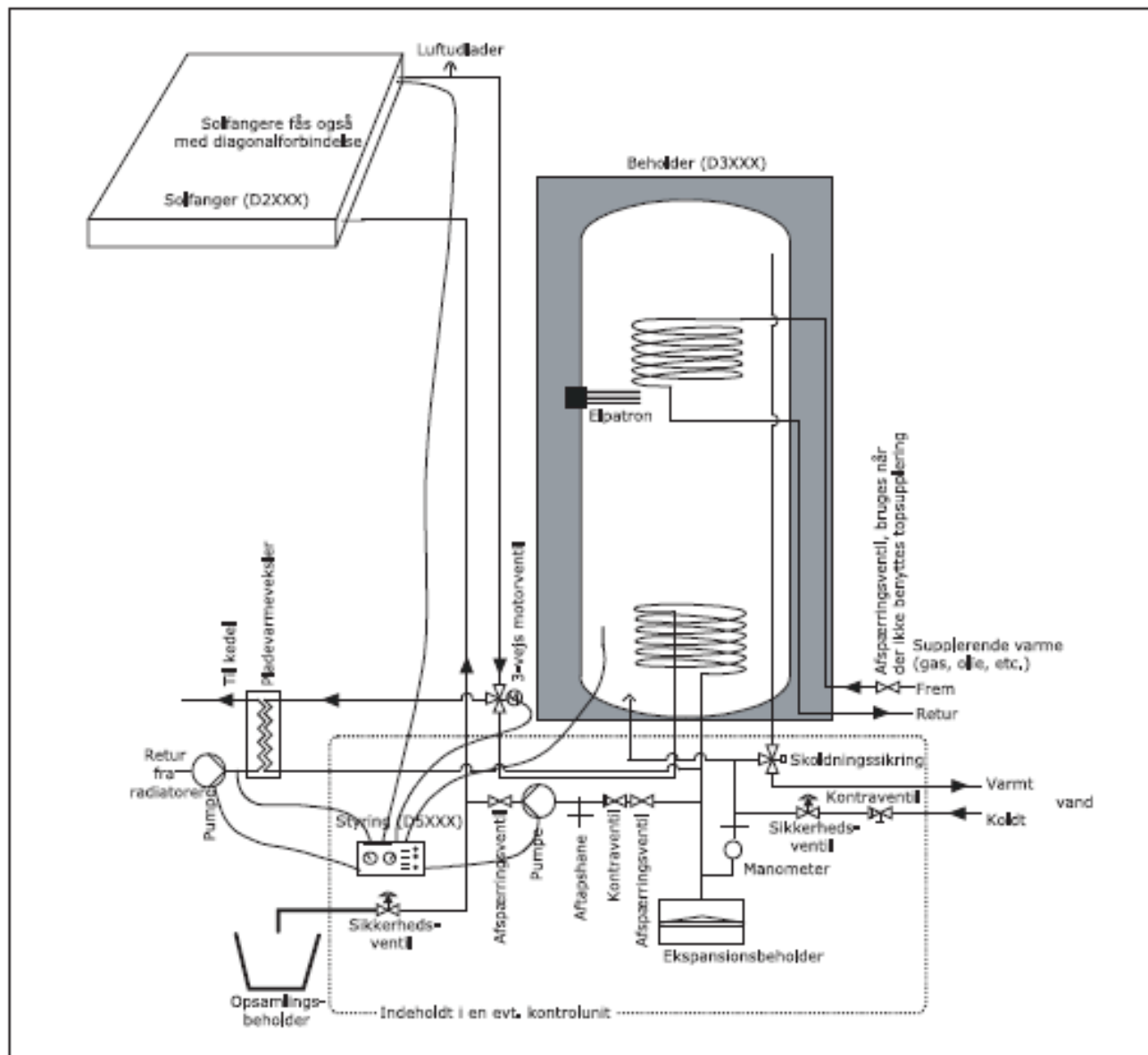
TEKNOLOGISK
INSTITUT



Hovedtyper af solvarmeinstallationer – Kombineret anlæg



TEKNOLOGISK
INSTITUT





BR08 krav til solvarme

8.6.1 Generelt SØG I BR08 SPØRGSMÅL OG SVAR OM BR08

Du er her: Bygningsreglement 2008 (gældende) > 8: Installationer > 8.6 Solvarmeanlæg, solcelleanlæg, køleanlæg og varmepumper > 8.6.1 Generelt

Se denne sektion af reglementet i en anden periode: [« Til forrige side](#)
[» Print denne side](#)

Bestemmelser & Vejledninger **SBi-anvisning 216**

01.01.2009 -

Bestemmelse	Vejledning
<p>STK. 1.</p> <p>Solvarmeanlæg, solcelleanlæg, køleanlæg og varmepumper skal udføres og installeres, så der ikke opstår fare for brand, eksplosion, forgiftning og sundhedsmæssige gener.</p>	<p>(8.6.1, STK. 1)</p> <p>Der henvises til Arbejdstilsynets bekendtgørelser om indretning af trykbærende udstyr og anvendelse af trykbærende udstyr.</p> <p>For køle- og varmepumpeanlæg henvises til Arbejdstilsynets bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr og At vejledning, tekniske hjælpemidler – B.4.4 Køleanlæg og varmepumper.</p> <p>Desuden henvises til DS/EN 378-serien om kølesystemer og varmepumper.</p> <p>Ved etablering af jordvarmeanlæg henvises til Miljøstyrelsens bekendtgørelse.</p> <p>For gasfyrede anlæg henvises til gasreglementet.</p>
<p>STK. 2.</p> <p>Der skal anvendes materialer, der i relevant omfang er modstandsdygtige overfor røggasser, ild, varme og korrosion.</p>	





BR08 krav til solvarme

8.6.2 Solvarme og solcelleanlæg SØG I BR08 SPØRGSMÅL OG SVAR OM BR08

Du er her: Bygningsreglement 2008 (gældende) > 8. Installationer > 8.6 Solvarmeanlæg, solcelleanlæg, køleanlæg og varmepumper > 8.6.2 Solvarme og solcelleanlæg

Se denne sektion af reglementet i en anden periode: [« Til forrige side](#)

[» Print denne side](#)

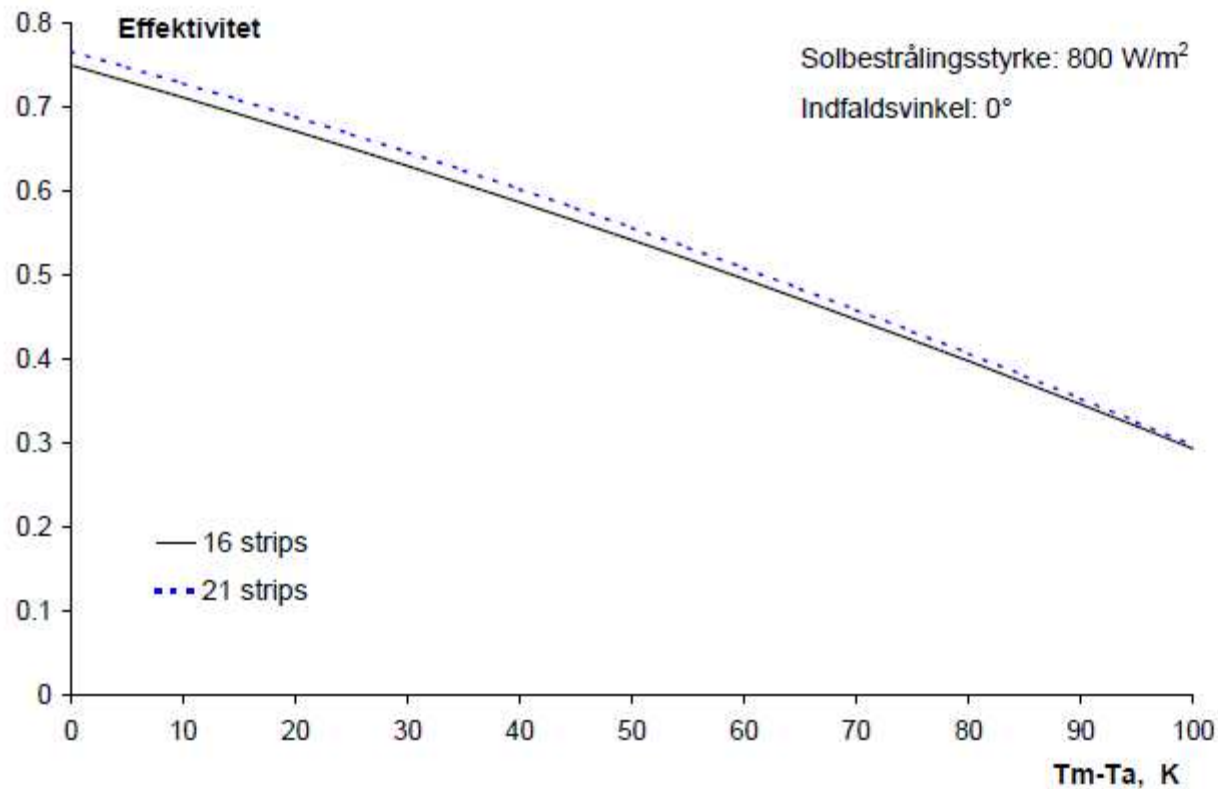
Bestemmelser & Vejledninger **SBI-anvisning 216**

01.01.2009 -

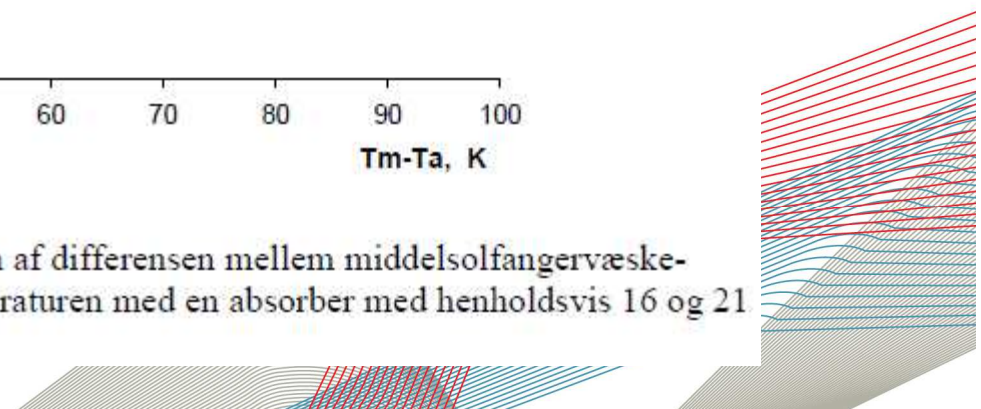
Bestemmelse	Vejledning
STK. 1. Solvarme- og solcelleanlæg skal udføres, så de ikke giver anledning til temperaturforårsagede skader på bygningen.	(8.6.2, STK. 1.) Solcelleanlæg er lavspændings-generatoranlæg. Der henvises til "Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, elektriske installationer". Desuden henvises til "Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A".
STK. 2. Solvarme- og solcelleanlæg bør indrettes, så der opnås maksimal energjudnyttelse.	(8.6.2, STK. 2.) God orientering og hældning af solfanger eller solcellepaneler er af afgørende betydning for ydelsen. Vekselretterens placering i nettilsluttede solceller og dens omgivelsestemperatur har ligeledes stor indflydelse på ydelsen.



Effektivitet af solfangere



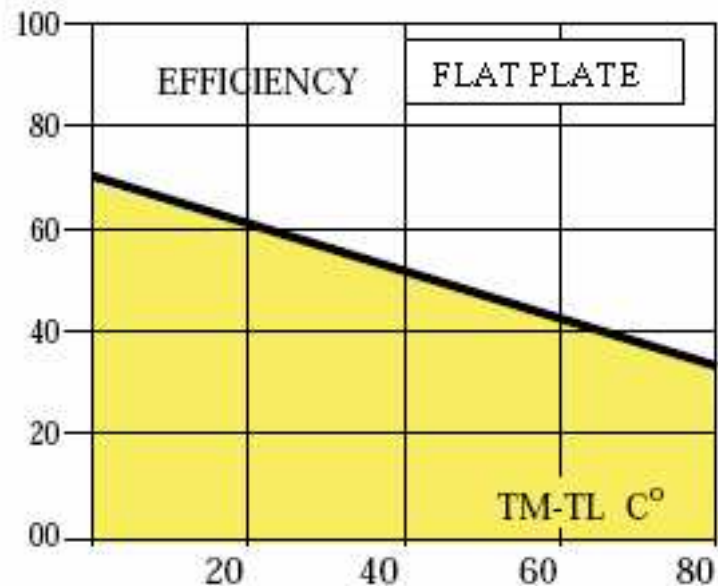
Figur 3.3 Solfangereffektivitet som funktion af differensen mellem middelsolfangervæsketemperaturen og omgivelsestemperaturen med en absorber med henholdsvis 16 og 21 kanaler.





Effektivitet af solfangere

PERFORMANCE



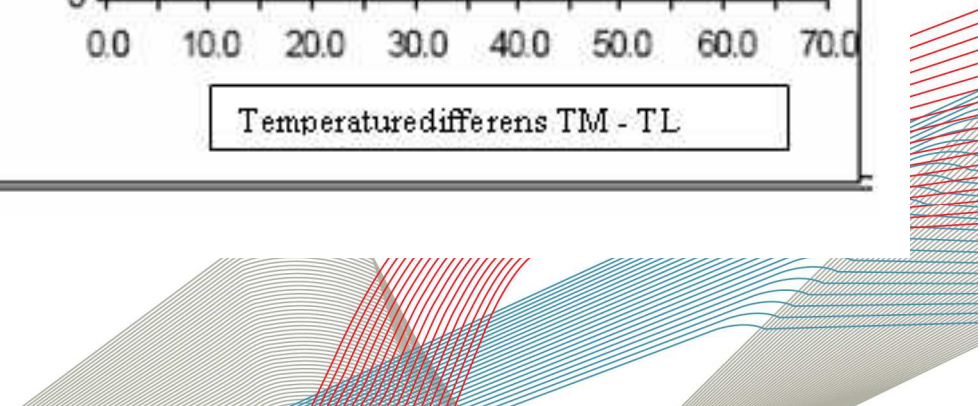
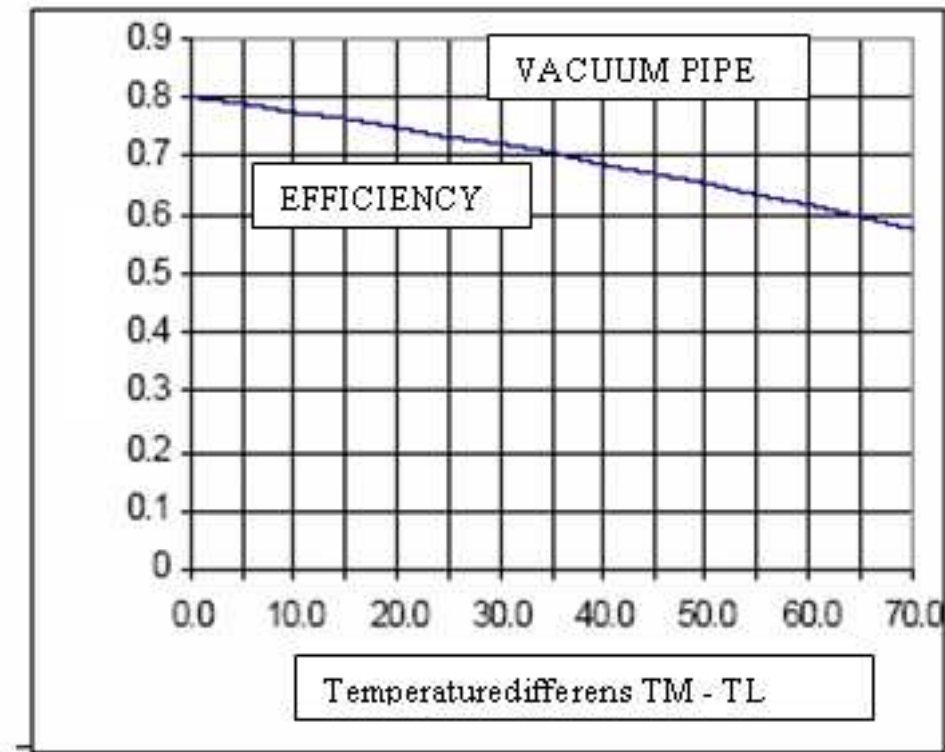
Efficiency equation:

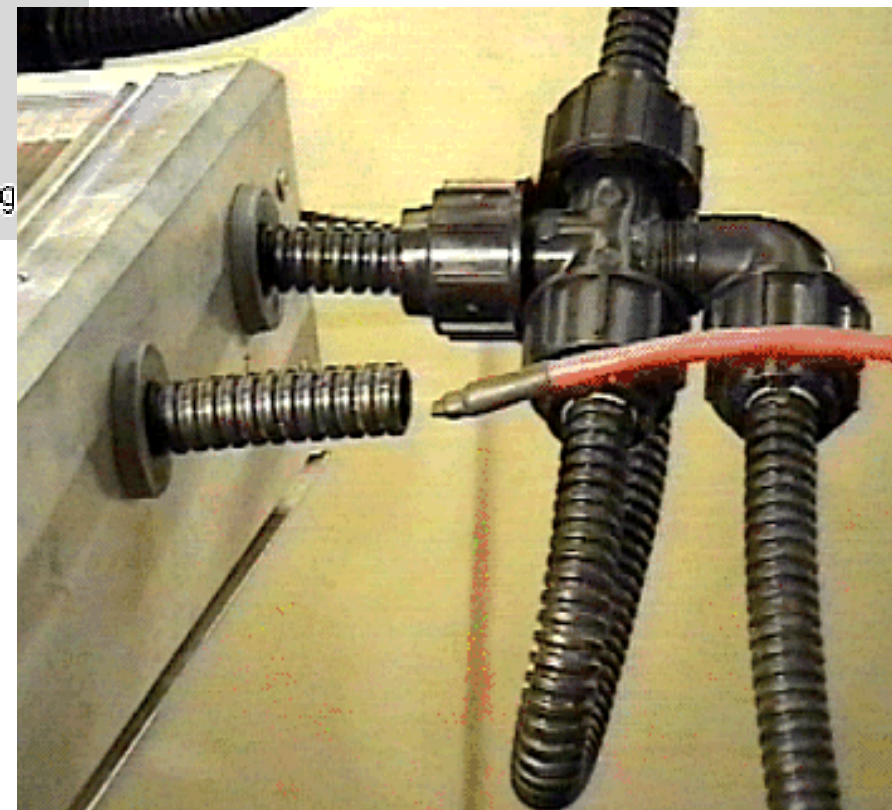
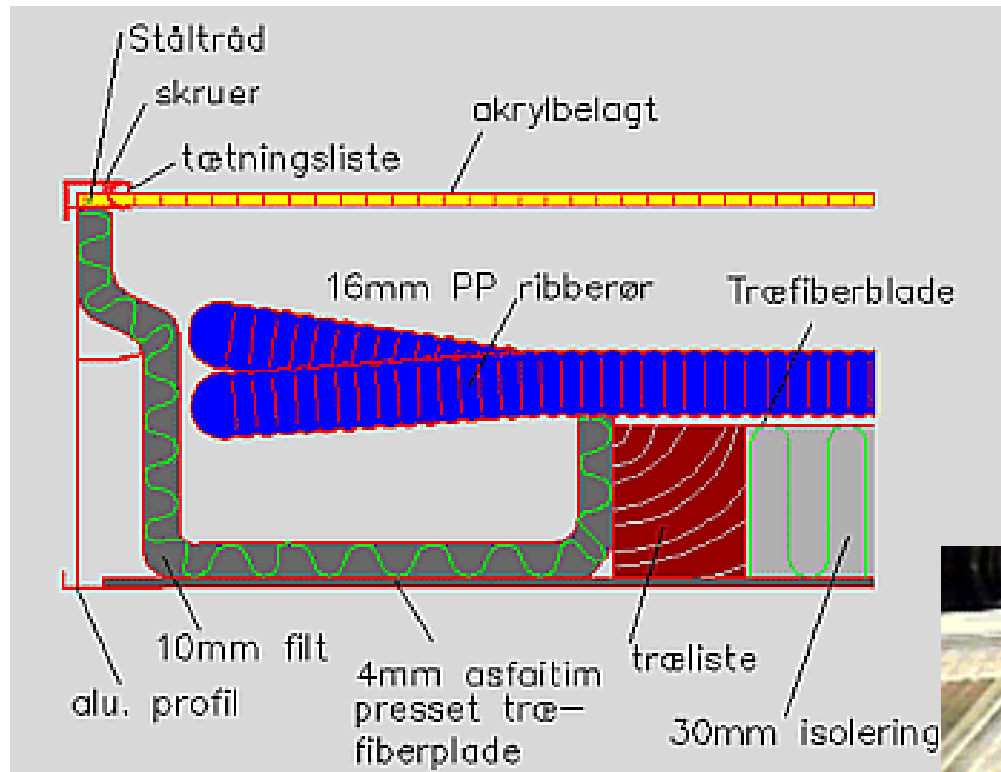
$$\eta = 0,692 - 3,057(T_m - T_l)/E - 0,0078(T_m - T_l)^2/E$$

TM = mean fluid temperature

TL = ambient air temperature

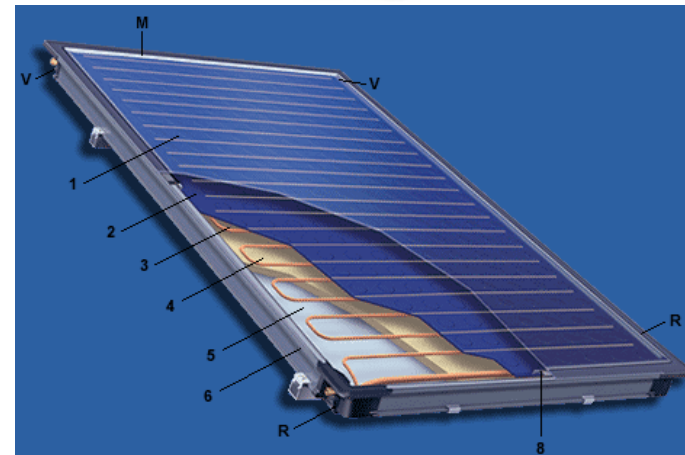
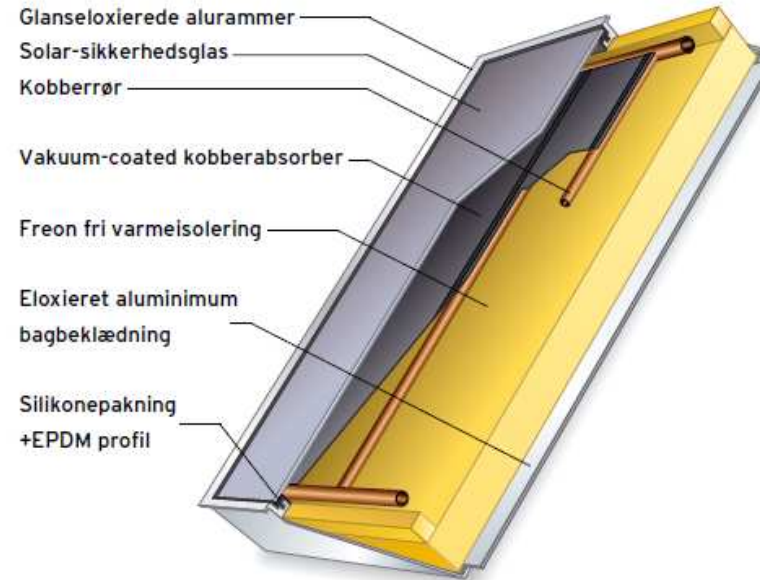
E = Irradiance (W/m²)







TEKNOLOGISK
INSTITUT



- | | |
|-----------------------------|--|
| V Supply | 4. Mineral Wool Insulation |
| R Return | 5. Aluminum-Zinc Coated Steel Back Sheet |
| M Temperature Sensor Well | 6. Fiberglass Frame |
| 1. 3.2mm Solar Safety Glass | 7. Extruded Plastic End Cap |
| 2. Absorber Plate | 8. Edge Assembly |
| 3. Double Meander Tubing | |



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**





Solfangerens hældning

Solfangerens hældning og orientering afgøres i praksis ofte af taget på huset.

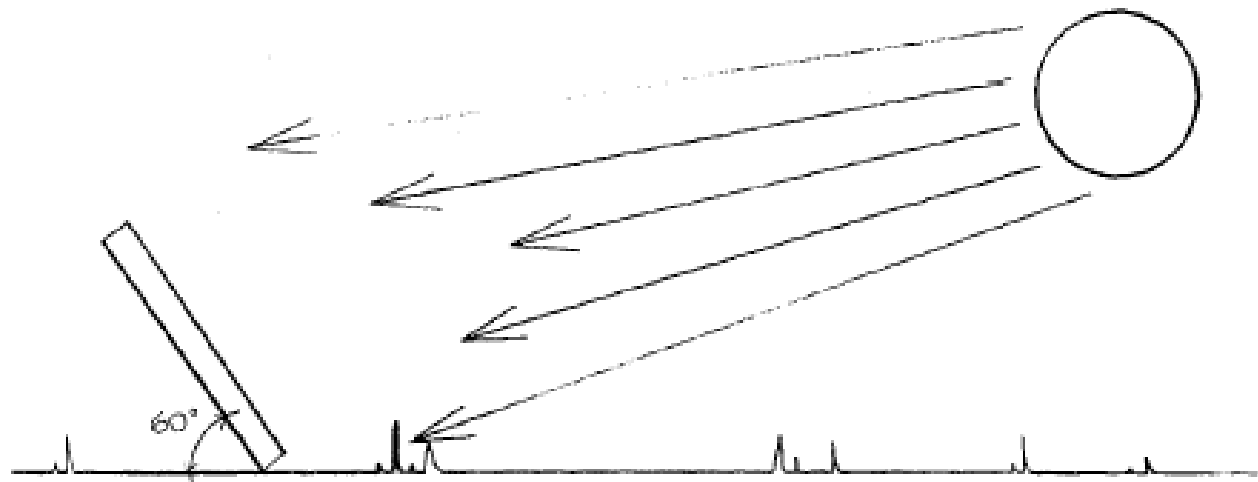
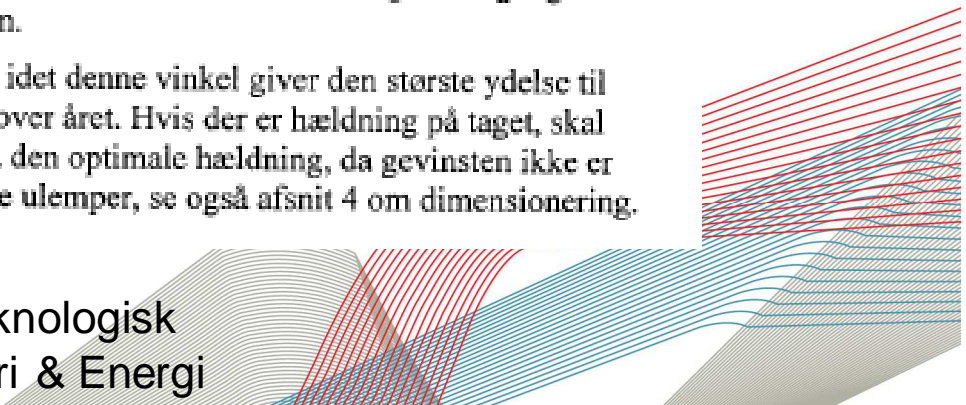


Fig. a6. Solfangerhældning

- 1 Den bedste hældning for et kombineret brugsvarme/rumvarmeanlæg er 60° , idet solen ikke står så højt på himlen, når der er brug for rumvarme. Desuden er disse anlæg ofte rigeligt store til at dække varmtvandsforbruget om sommeren.
- 2 For brugsvandsanlæg er den bedste vinkel 45° , idet denne vinkel giver den største ydelse til varmtvandsforbruget, der regnes jævnt fordelt over året. Hvis der er hældning på taget, skal man dog ikke lave stativer og lignende for at få den optimale hældning, da gevinsten ikke er stor i forhold til omkostninger og arkitektoniske ulemper, se også afsnit 4 om dimensionering.





Solvarmeanlæg til brugsvand

Håndregler

Ved en indledende dimensionering af solfanger og lagertank, kan der benyttes følgende håndregler:

- Solfangerareal: 1-1,5 m² pr. person.
- Lagervolumen: 50-60 liter pr. m² solfanger.
- Anlægsydelse: 350-400 kWh pr. m² solfanger plus sparet tomgangstab.

Disse håndregler vil resultere i at solvarmeanlægget producerer ca. 60 % af det årlige energiforbrug til varmt vand, forudsat at følgende betingelser er opfyldt:

- Der anvendes effektive selektive solfangere,
- Solfangeren er mellem 30-60° fra vandret og afvigelsen fra syd er mindre end 30°.
- Det daglige varmtvandsforbrug er ca. 50 liter pr. person opvarmet fra 10-45 °C, svarende til 740 kWh pr. person pr. år.
- Afstanden fra solfangeren til lagertanken er ikke større end 5 m.
- Der er ikke cirkulation på det varme brugsvand.
- Lageret er velisoleret og installationen er omhyggelig udført.
- Solfangeren ligger ikke i skygge.





Solvarmeanlæg til brugsvand

Dækningsgrad
Svarende til 60%

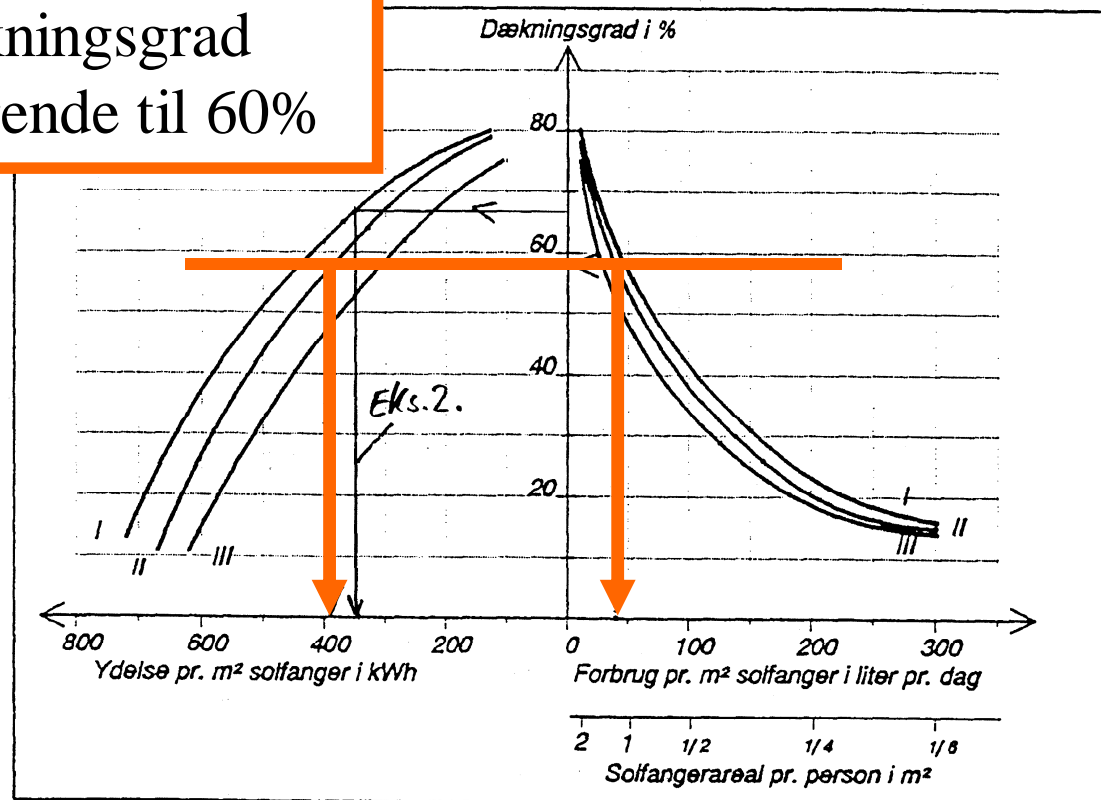


Fig. c8. Ydelsen i forhold til dækningsgraden, I, II og III indikerer forskellige solfangere. Gælder kun brugsvandsanlæg.



Solvarmeanlæg kombineret

Håndregler

Ved kombinerede brugsvand og rumvarmeanlæg kan anvendes følgende håndregler:

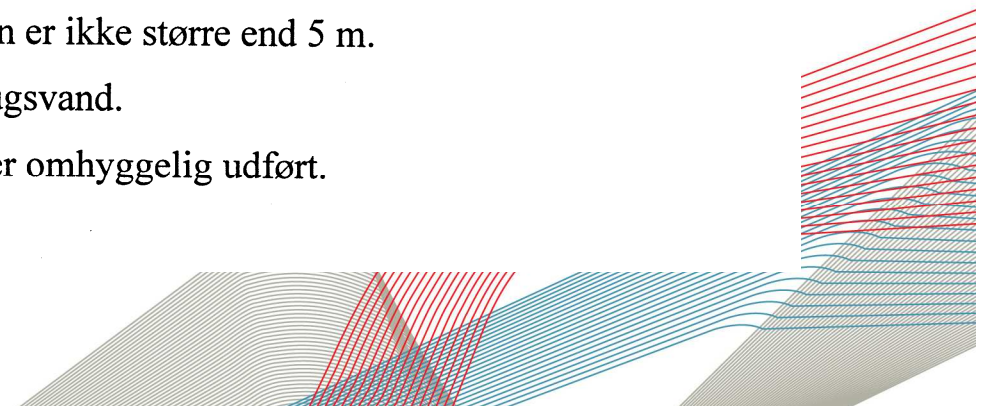
Solfangerareal: 0,5-1,0 m² pr. MWh årligt totalforbrug.

Lagervolumen: 40 - 50 liter pr. m² solfanger.

Anlægsydelse : 300 - 350 kWh pr. m² solfanger plus et sparet tomgangstab i sommerperioden. Det sparede tomgangstab er her lidt større end for et rent brugsvandsanlæg, da perioden med mulighed for slukket kedel udvides lidt.

Disse håndregler vil resultere i en årlig dækningsgrad på ca. 15-30 %, hvor følgende skal være opfyldt:

- Der anvendes effektive selektive solfangere.
- Solfangeren er mellem 45 og 70° fra vandret og afvigelsen fra syd er ikke mere end 20°.
- Afstanden fra solfangeren til lagertanken er ikke større end 5 m.
- Der er ikke cirkulation på det varme brugsvand.
- Lageret er velisoleret og installationen er omhyggelig udført.
- Solfangeren ligger ikke i skygge.





Solvarmeanlæg kombineret

Bygningseksempel på 150 m².

$70 + 2200/A$ kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (alm. krav) **84,7 kWh/m²**

$50 + 1600/A$ kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (klasse 2) **60,7 kWh/m²**

$35 + 1100/A$ kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (klasse 1) **42,4 kWh/m²**





Solvarmeanlæg kombineret

Bygningseksempel på 150 m². og 4 personer

Brugsvandsforbrug: 740kWh x 4 = 2960 kWh

70 + 2200/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (alm. krav) **84,7 kWh/m² giver 12705 kWh/år**

50 + 1600/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (klasse 2) **60,7 kWh/m² giver 9105 kWh/år**

35 + 1100/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal (klasse 1) **42,4 kWh/m² giver 6360 kWh/år**

Solfangerareal: 0,5 til 1,0 m² pr. MWh total varmebehov.





Solvarmeanlæg kombineret

**Bygningseksempel på 150 m². og 4
personer**

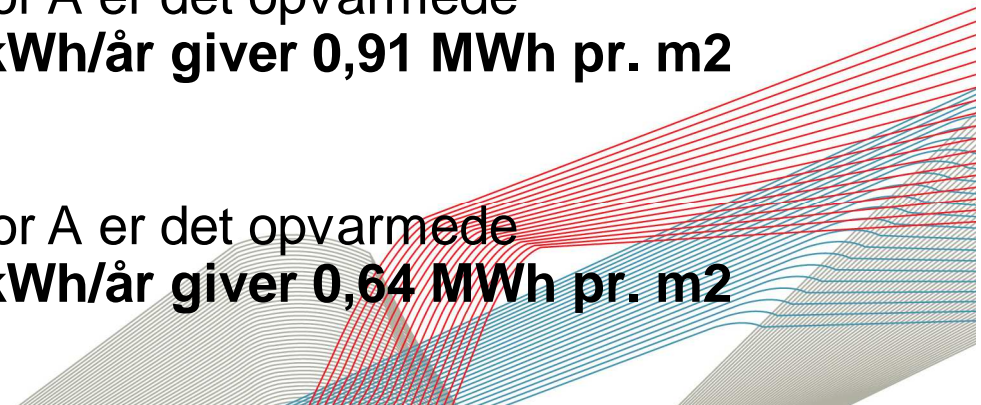
**Brugsvandsforbrug: 740kWh x 4 = 2960
kWh**

**Der regnes med anlæg med ca. 10 m²
solfangere**

70 + 2200/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede
etageareal (alm. krav) **12705 kWh/år giver 1,3 MWh pr.
m² solfanger**

50 + 1600/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede
etageareal (klasse 2) **9105 kWh/år giver 0,91 MWh pr. m²
solfanger**

35 + 1100/A kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede
etageareal (klasse 1) **6360 kWh/år giver 0,64 MWh pr. m²
solfanger**





Solvarmeanlæg kombineret

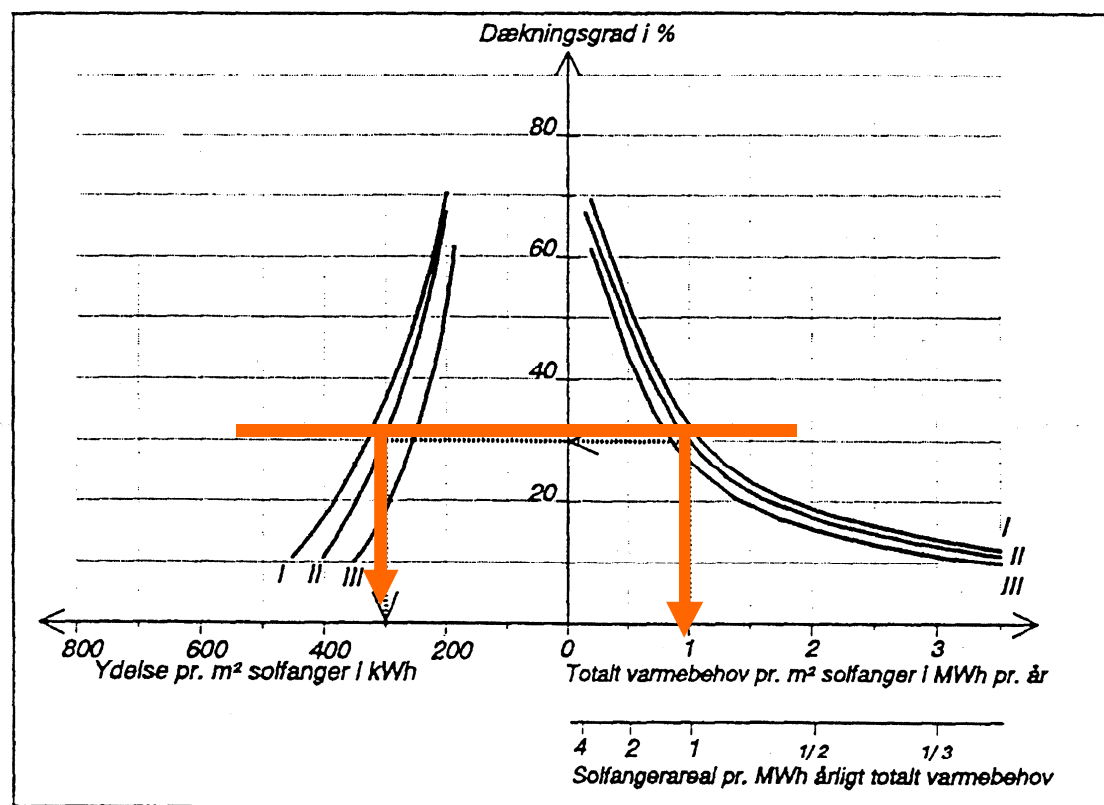
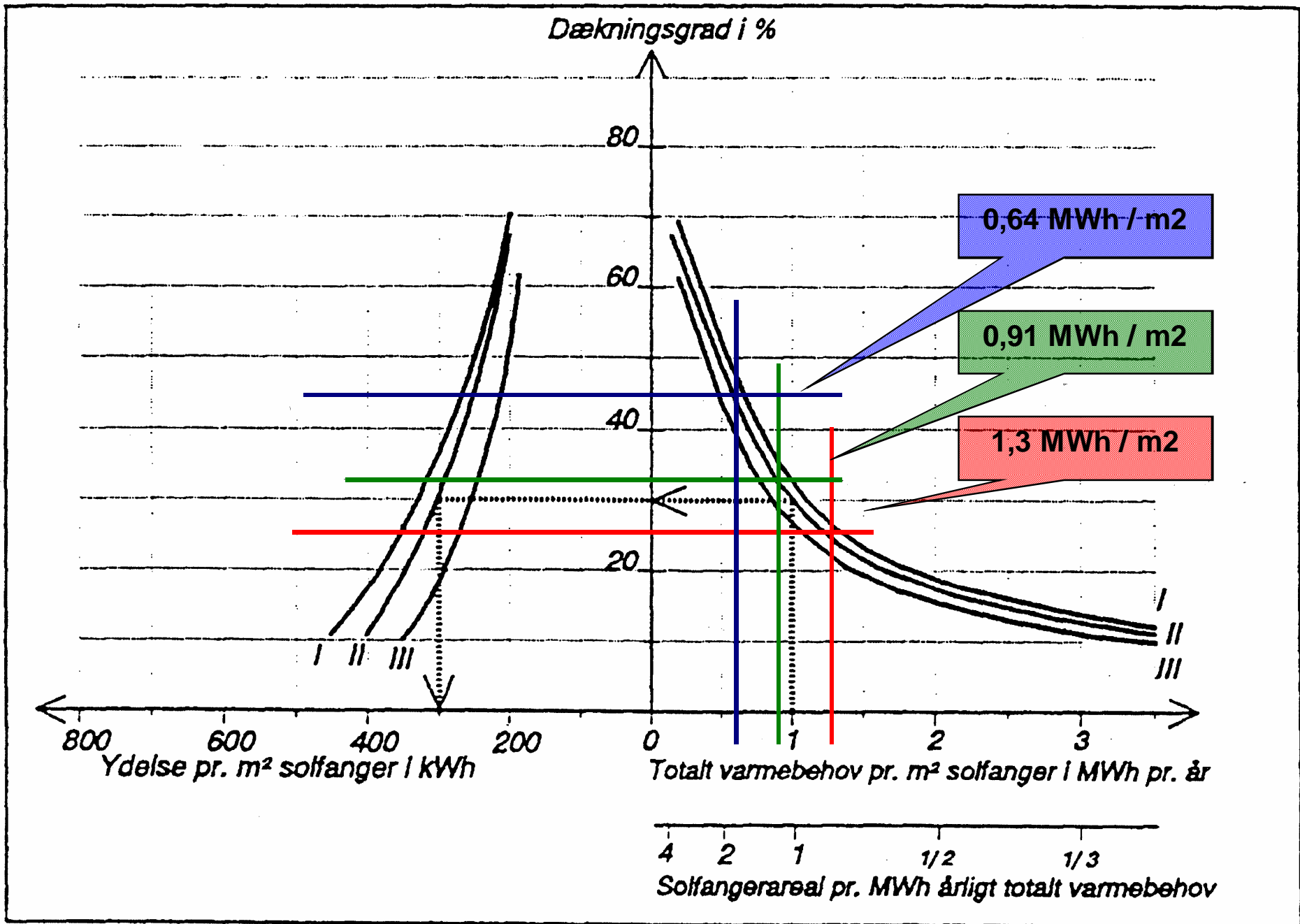


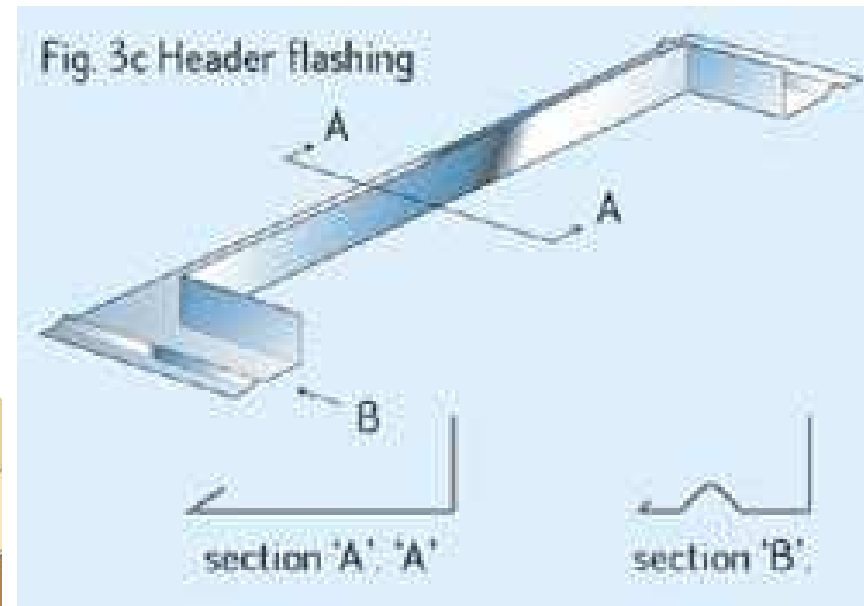
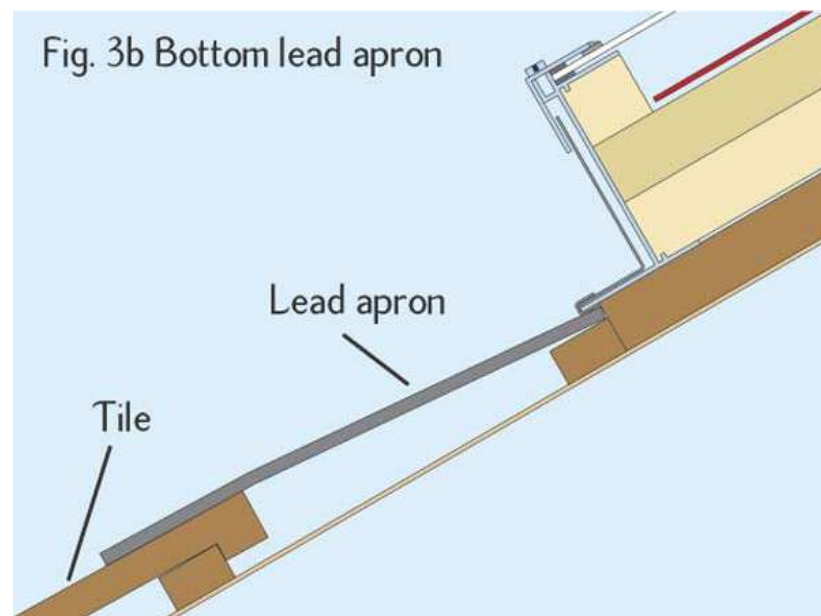
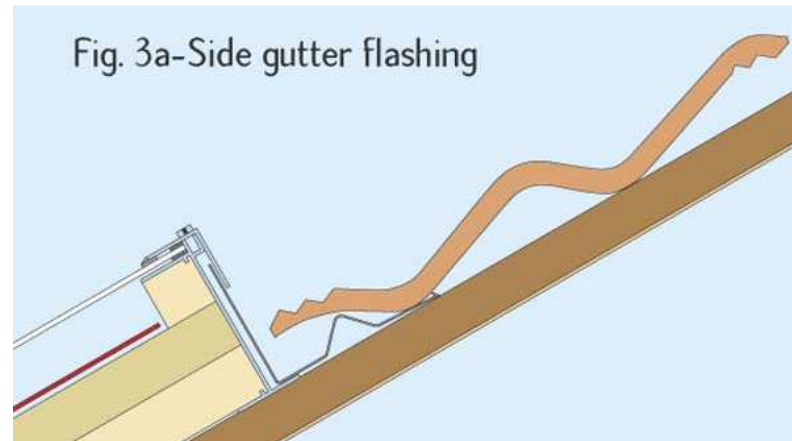
Fig. c11. Ydelsen i forhold til dækningsgraden. I, II og III indikerer forskellige solfangere. Gælder kombineret brugsvand/rumvarmeanlæg.





Installation af solfangere

Tagintegrerede solfangere





Installation af solfangere Tagintegrerede solfangere





Installation af solfangere





Installation af solfangere





TEKNOLOGISK
INSTITUT

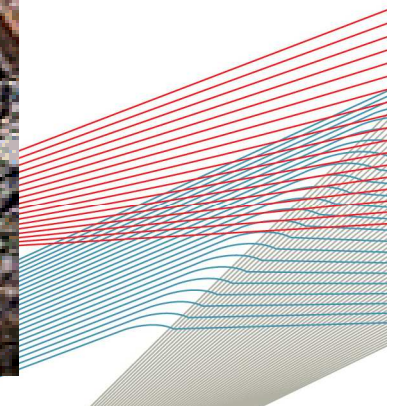
Installation af solfangere vægmontering



Installation af solfangere

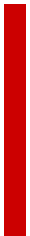


TEKNOLOGISK
INSTITUT





Vacuumrør monteret vandret på væg





Installation af solvarmeanlæg - VE direktivet

- Der er i dag ikke egentlige krav til installation af solvarmeanlæg
- Der har siden 1992 eksisteret en kvalitetssikringsordning for installation af solvarmeanlæg, KSO-ordningen. Den har siden 2002 fungeret som en frivillig ordning med ca.180 firmaer tilsluttet.
- **Der er vedtaget et EU direktiv om vedvarende energi i december 2008. I dette direktiv er der i angivet, at medlemsstaterne inden 2012 skal have etableret certificeringsordninger for installation:**
 - solvarme
 - solceller
 - biobrændselsanlæg
 - varmepumpeanlæg.

De ordninger der i direktivet bl.a. er beskrevet for installation af solvarmeanlæg er stort set identiske med dem der i Danmark har eksisteret siden 1992.





Installation af solvarmeanlæg - VE direktivet

KSO-ORDNING.DK Til forsiden



:: KSO-ordning :: Solvarme :: Solceller :: Biobrændsel :: Medlemmer

Velkommen til KSO-ORDNING.DK

Kvalitetssikringsordningen omfatter installation og service indenfor områderne biobrændselsanlæg, solvarme og solcelleanlæg. Ordningen afløser de tidligere KSO/KSC-ordninger for områderne.

Læs alle KSO-bestemmelser [her](#) (pdf)

KSO-installatøerne:

[Biobrændselsinstallatører](#)
[Solvarmeinstallatører](#)
[Solcelleinstallatører](#)

Solvarmeinstallatører

KSO	Firma	Adresse	Postnr.	Telefon	Hjemmeside	Antal anlæg opført i 2008
90	Poul Damgaard ApS	Skudehavnsvej 25	2100	70 23 09 40	www.pouldamgaard.dk	
142	Engelgaard & Carlsson A/S	Egegårdsvej 23	2610	36 70 21 26	www.engelgaard-vvs.dk	0
212	Triton VVS	Valhøjs Alle 189	2610	36 30 12 60	www.tritonvvs.dk	
56	George Bauerfeind ApS	Hvidsværmevej 115	2610	44 50 13 88		



Installation af solvarmeanlæg - VE direktivet

- Ud over certificering af installatører omtaler direktivet også i artikel 13, at der skal anvendes certificerede og godkendte produkter.



Solvarme - komponentgodkendelse til KSO



:: Generelt :: Solfangere :: Beholdere :: Styringer

SOLFANGERE

:: Godkendte solfangere
:: FAQ

Solfangere godkendes på basis af:

- Tidligere godkendelse fra Teknologisk Institut
- Afprøvning ved anerkendt testinstitut i h.t. den europæiske standard EN12975
- Solar Keymark

[Download ansøgningsblanket](#)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak for opmærksomheden

