



Prøvning af solfangere

Nielsen, C.; Svendsen, S.; Ellehauge, K.

Publication date:
1979

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Nielsen, C., Svendsen, S., & Ellehauge, K. (1979). *Prøvning af solfangere*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

RAPPORT VEDRØRENDE
PRØVNING AF SOLFANGERE

AF

C. NIELSEN, S. SVENDSEN, K. ELLEHAUGE

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING

DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE



MEDDELELSE NR. 86

JULI 1979

RAPPORT VEDRØRENDE
PRØVNING AF SOLFANGERE

AF

C.Nielsen, S.Svendsen, K. Ellehauge

INDHOLDSFORTEGNELSE

Indledning	side
1. Solfangerfabrikat : HS-Kedler	ID-nr. 11 2
2. Solfangerfabrikat : HS-Kedler	ID-nr. 12 19
3. Solfangerfabrikat : Dæmpa	ID-nr. 13 34
4. Solfangerfabrikat : Dæmpa	ID-nr. 14 45
5. Solfangerfabrikat : Dæmpa	ID-nr. 15 55
6. Solfangerfabrikat : Stalholt	ID-nr. 16 66
7. Solfangerfabrikat : Calosol	ID-nr. 17 76
8. Solfangerfabrikat : Sunstreme 5a	ID-nr. 18 86
9. Solfangerfabrikat : Metro 3	ID-nr. 19 97

Hvert af disse afsnit har følgende underafsnit.

1. Identifikation af solfangeren.
2. Beskrivelse af solfangeren.
3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.
4. Solfangerens tryktabskurve.

Appendiks A : Procedure for bestemmelse af solfangerens effektivitetskurve.	107
Appendiks B : Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af maksimaleffektiviteten.	109
Appendiks C : Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af varmetabsudtrykket.	116
Appendiks D : Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af tryktabet.	120
Symbolliste	121
Sammenligning af effektivitetskurver.	122

Indledning.

I forbindelse med første fase af udviklings- og demonstrationsprogrammet vedrørende solvarmeanlæg, der blev startet i begyndelsen af 1977 som led i Handelsministeriets program for udbygning af dansk energiforskning og -udvikling, har det været muligt at tilbyde producenter og importører, der sælger solfangere i Danmark, en afprøvning af deres produkters termiske ydeevne.

Hovedformålet med prøvningen af solfangere er at fastlægge deres effektivitet, så forbrugerne kan få et objektivt grundlag for vurderingen af de forskellige solfangere på markedet. Ved valg af solfanger til et solvarmeanlæg skal man dog udover effektiviteten og prisen også se på holdbarheden af solfangeren.

Dette projekt er nu afsluttet hvor der ialt er afprøvet 15 solfangere. Afprøvningsproceduren, ASE metoden, der er benyttet, har vist sig at give tilfredsstillende resultater. Problemet er, at den er langsommelig, og kun kan benyttes om sommeren.

Resultatet af prøvningerne skal anvendes med følgende forbehold:

Prøvningsproceduren er ikke standardiseret og vil derfor muligvis blive ændret.

Resultaterne i meddelelse nr. 74 jan. 1978 og ID-nr. 1-7 og resultaterne i denne meddelelse ID-nr. 11-19 kan ikke sammenlignes da proceduren for varmetabsmålingen er ændret.

Den angivne effektivitet gælder kun under forhold, der praktisk talt er stationære. Under instationære forhold, der blandt andet forekommer ved letskyet vejr, vil solfangerens varmekapacitet indvirke på effektiviteten, så denne bliver lavere.

Den angivne effektivitet gælder kun for solfangere, hvori der anvendes samme varmetransporterende væske og væskegennemstrømning, som ved prøvningen.

Den angivne effektivitet er baseret på solfangerens transparente areal. Ved sammenligning af solfangere skal man derfor også benytte en kvadratmeterpris, der er baseret på det transparente areal.

Hertil kommer, at udtrykket for effektiviteten kun gælder under forhold, som er nærmere angivet i afsnit 3.

Den viden om solfangeres termiske effektivitet der er opnået ved afprøvningserne har været til stor hjælp ved udvikling af solfangere. Desuden har afprøvningsen givet et grundlag for dimensionering af solvarmesystemer.

Den fremtidige afprøvning af solfangeres termiske effektivitet vil ske ved hjælp af en kunstig sol opbygget på laboratoriet. Afprøvningserne vil her ske efter en NBS standardprocedure. Prøvningstiden vil herved blive betydelig forkortet.

1. Solfangerfabrikat : HS-Kedler ID-nr. 11.

Forord vedrørende HS-Kedler, solfangere.

Nærværende rapport indeholder målinger udført i sommeren og efteråret 1978.

H.S. Kedler har efter de udførte målinger anmodet Laboratoriet for Varmeisolering om en fornyet udførelse af varmetabsmålingerne på en 1 lags og en 2 lags solfanger, hvor der er foretaget en konstruktiv ændring med henblik på at formindske varmetabet.

Laboratoriet for Varmeisolering har i januar-februar 1979 foretaget fornyede varmetabsmålinger og resultater herfor er angivet i kapitel 3A.

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerfabrikant

Firmanavn- - - - - : H.S. Kedler

Adresse- - - - - : 6880 Tarm

Tlf.nr. - - - - - : (07) 371511

Solfangermodel - - - - - : type 1

Solfangerens ID-nr.- - - - - : 11

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 2,18 m

Bredde - - - - - : 0,92 m

Tykkelse - - - - - : 0,10 m

Solfangerens vægt væskefyldt - - - - - : 49 kg

Transparente lag

Antal lag- - - - - : 1

Materiale- - - - - : Glas

Tykkelse*- - - - - : 5 mm

Solfangerens transparente areal- - - - - : 1,82 m²

Absorbatores

Type - - - - - : Roll-bond kanalplade

Absorbatorbelægning* - - - - - : Sort maling

Plademateriale*- - - - - : Aluminium

Pladetykkelse (øverst/nederst)* - - - - - : 3 mm

Væskeindhold - - - - - : 1,1 l
 Anbefalet væske* - - - - - : HS Varmetransmissionsvæske

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : Polyurethan
 Tykkelse*- - - - - : 45 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

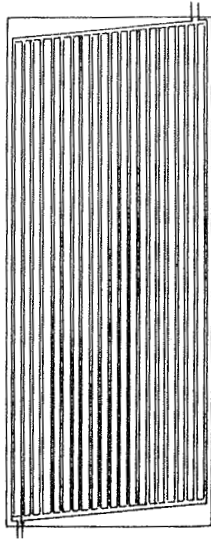
Materiale- - - - - : Polyurethan
 Tykkelse - - - - - : 25 mm
 Massefylde - - - - - :

*Oplyst af solfangerfabrikant.

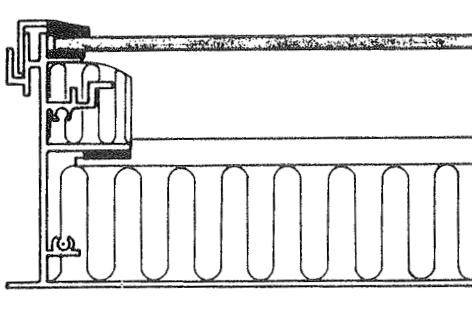
Solfangerens udformning iøvrigt:

Solfangeren er opbygget i en aluminiumsramme, udført i et specielt aluminiumsprofil. Inde i rammen er der opskummet polyurethan, hvor absorbereren har været det ene modhold ved opskumningen. Polyurethanet kommer således til at udgøre bagside og sideisoleringen.

Glasset er placeret på en kant på aluminiumsprofilet med et gumribånd imellem.



Absorbatoren ser forfra



Tværsnit

Fig. 2.1 Tegning af solfangeren

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev :

$$\eta_0 = 0,77$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for slutningen af det kvartal hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Der fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 8,52 + 0,0325 (t_m - t_1) \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C . Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$\text{EFF} = 0,77 - (8,52 + 0,0325 (t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C .

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30° .

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende. Det varmetransporterende medium er PKL 300 der leveres af HS Kedler som HS Varmetransmissionsvæske.

Der er foretaget en kontrol af varme og vægtfylden for PKL 300 for de af fabrikanten opgivne data ved ét temperaturniveau hvilket gav et tilfredsstillende resultat.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_1	I_t	p_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_1)/I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	%	m/s	°C	l/min.	°C	°C	°C m ² /W	
78-05-31	10.45	24,9	860	17		+2	3,26	22,7	6,00	0,0009	0,787
78-05-31	11.00	24,9	873	17		+2	3,26	22,6	6,20	0,0009	0,807
78-05-31	11.15	25,4	892	17		+2	3,26	22,7	6,37	0,0008	0,807
78-05-31	11.30	25,2	917	17		+2	3,26	22,7	6,46	0,0008	0,799
78-05-31	11.45	25,5	930	17		+2	3,24	22,6	6,51	0,0004	0,785
78-05-31	12.00	25,6	939	17		+2	3,24	22,7	6,65	0,0005	0,795
78-05-31	12.15	25,6	915	17		+2	3,24	22,7	6,52	0,0004	0,799
78-05-31	12.30	25,3	933	18		+2	3,24	22,8	6,49	0,0008	0,784
78-05-31	12.45	25,6	924	18		+2	3,22	22,7	6,45	0,0004	0,779
78-05-31	13.00	25,8	917	19		+2	3,22	22,6	6,48	0,0002	0,786
78-05-31	13.15	25,7	905	19		+2	3,22	22,7	6,40	0,0002	0,787
78-05-31	13.30	25,6	884	19	4-8	+2	3,22	22,7	6,14	0,0002	0,774
78-06-01	10.45	26,7	879	17			2,65	24,9	7,15	0,0020	0,759
78-06-01	11.00	27,1	903	16			2,65	24,9	7,34	0,0016	0,755
78-06-01	11.15	27,3	928	16			2,65	24,9	7,54	0,0015	0,754
78-06-01	11.30	27,1	937	16			2,64	25,0	7,76	0,0019	0,768
78-06-01	11.45	27,4	934	16			2,63	25,0	7,86	0,0016	0,775
78-06-01	12.00	26,3	928	17			2,63	25,0	7,76	0,0028	0,780
78-06-01	12.15	25,8	919	18			2,63	25,1	7,78	0,0035	0,796
78-06-01	12.30	26,2	925	18			2,63	25,1	7,62	0,0029	0,771
78-06-01	12.45	26,2	910	19			2,63	25,0	7,65	0,0029	0,786
78-06-01	13.00	26,4	898	19			2,63	25,1	7,62	0,0028	0,793
78-06-01	13.15	26,5	880	20			2,62	24,9	7,41	0,0024	0,780
78-06-01	13.30	26,8	855	20			2,62	25,1	7,30	0,0023	0,790

Tabel 3.1a Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr : 11 Solfangerfabrikat : HS-Kedler Type I

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,82 m².

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	°C m ² /W	
78-06-06	10.45	25,6	799	27			1,90	24,6	8,89	0,0043	0,765
78-06-06	11.00	25,6	799	26			1,90	24,6	8,93	0,0043	0,765
78-06-06	11.15	25,8	843	25			1,90	24,6	9,42	0,0042	0,767
78-06-06	11.30	26,2	859	25			1,90	24,6	9,64	0,0037	0,766
78-06-06	11.45	26,2	870	25			1,90	24,7	9,77	0,0038	0,767
78-06-06	12.00	26,4	975	25			1,90	24,7	9,85	0,0037	0,769
78-06-06	12.15	26,6	879	24			1,90	24,8	9,91	0,0036	0,769
78-06-06	12.30	26,7	872	25			1,90	24,7	9,85	0,0034	0,768
78-06-06	12.45	27,1	871	26			1,90	24,7	9,87	0,0023	0,762
78-06-06	13.00	27,3	859	27			1,90	24,7	9,77	0,0026	0,767
78-06-06	13.15	27,3	848	27			1,90	24,7	9,65	0,0026	0,767
78-06-06	13.30	27,5	795	28	4-8		1,90	24,7	9,18	0,0023	0,772
78-06-19	10.45	17,9	911	14			1,88	21,7	9,57	0,0095	0,761
78-06-19	11.00	18,0	935	14			1,88	21,8	9,83	0,0093	0,759
78-06-19	11.15	18,2	953	13			1,88	21,7	10,04	0,0090	0,759
78-06-19	11.30	18,5	967	13			1,88	21,8	10,17	0,0086	0,754
78-06-19	11.45	18,5	985	13			1,88	21,8	10,34	0,0086	0,752
78-06-19	12.00	18,8	992	13			1,88	21,8	10,43	0,0083	0,751
78-06-19	12.15	19,1	987	13			1,88	21,8	10,36	0,0080	0,747
78-06-19	12.30	19,1	985	13			1,88	21,8	10,34	0,0081	0,748
78-06-19	12.45	19,2	985	13			1,88	21,8	10,34	0,0081	0,748
78-06-19	13.00	19,7	952	14			1,88	21,8	10,12	0,0084	0,760
78-06-19	13.15	19,8	934	15			1,88	21,8	9,75	0,0074	0,738
78-06-19	13.30	20,0	921	15			1,88	21,9	9,75	0,0073	0,747

Tabel 3.1b Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr : 11 Solfangerfabrikat : HS-Kedler Type I

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,82 m².

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22,0	2,17	33,5	1,26	10,9	8,70
22,2	1,85	49,8	3,86	25,7	9,62
22,6	2,07	72,7	6,52	46,8	9,99
22,7	2,00	85,1	8,70	58,0	10,36

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr : 11

Solfangerfabrikat : HS Kedler

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,82 \text{ m}^2$.

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s .

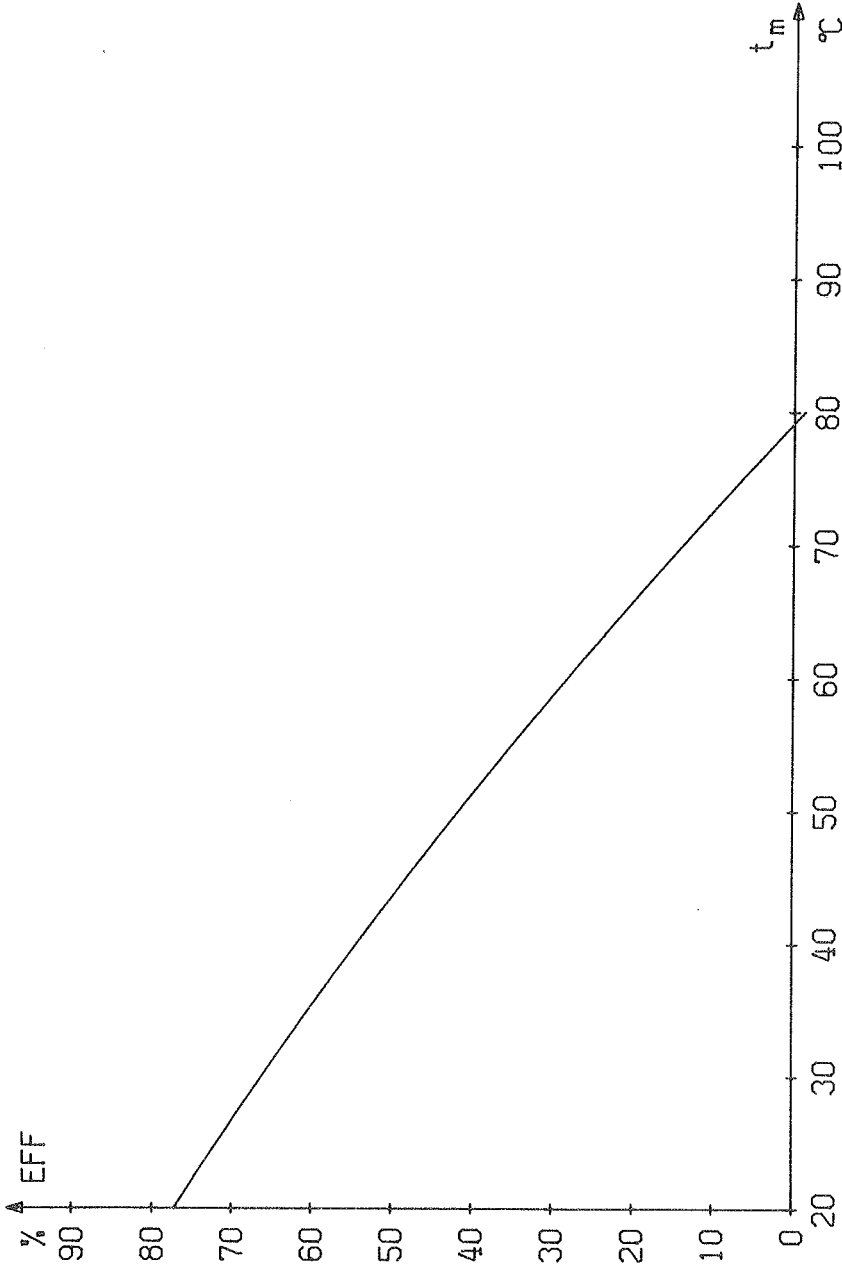


Fig 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
 Solfanger ID-nr : 11 Solfangerfabrikat : HS-KEDLER
 Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/M²

3A Fornyede varmetabsmålinger

Laboratoriet for Varmeisolering har udført fornyede varmetabsmålinger på en solfanger, der er ændret konstruktivt med henblik på at formindske varmetabet.

Solfangeren er ændret, idet aluminiumsflangen, der tidligere var modhold for absorptorpladen er afkortet, således at absorptorpladen ikke har forbindelse til denne. Der henvises til fig. 3A.1.

Varmetabsmålingerne er udført under samme forhold, som angivet i kap. 3. Resultaterne er angivet i tabel 3A.1.

Der fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$K = 5,56 + 0,0340 (t_m - t_1) \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Udtrykket gælder under samme betingelser som nævnt under kap. 3.

Solfangerens effektivitet kan beregnes ud fra maksimaleffektiviteten η_0 og udtrykket for varmetabet.

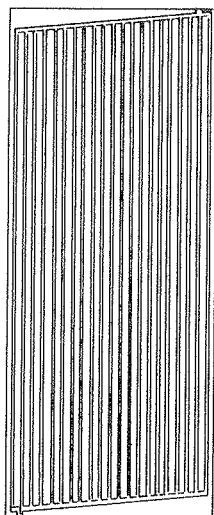
Maksimaleffektivitet η_0 er ikke bestemt for den ændrede solfanger.

Under antagelse af at værdien for η_0 er den samme som fundet for solfangeren uden den konstruktive ændring fås følgende udtryk for effektiviteten

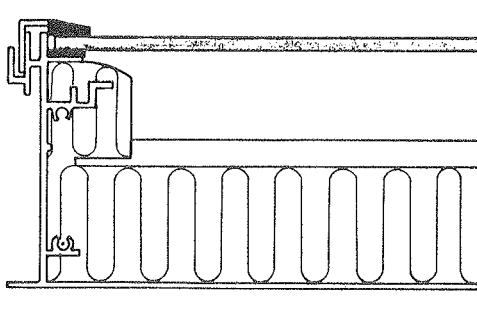
$$\text{EFF} = 0,77 - (5,56 + 0,0340 (t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Under ovennævnte antagelse gælder udtrykket for samme forhold som nævnt i kapitel 3.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3A.2.



Absorbatoren set forfra



Tværsnit

Fig. 3A.1 Tegning af solfangeren

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22,5	2,12	33,6	0,86	10,7	5,87
22,4	2,59	50,4	1,99	27,0	6,60
23,5	2,08	71,8	4,51	46,1	7,04
23,6	2,02	89,9	6,95	62,9	7,72

Tabel 3A.1 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten

Solfanger ID-nr: 11A

Solfangerfabrikat: HS Kedler

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,82 \text{ m}^2$

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s.

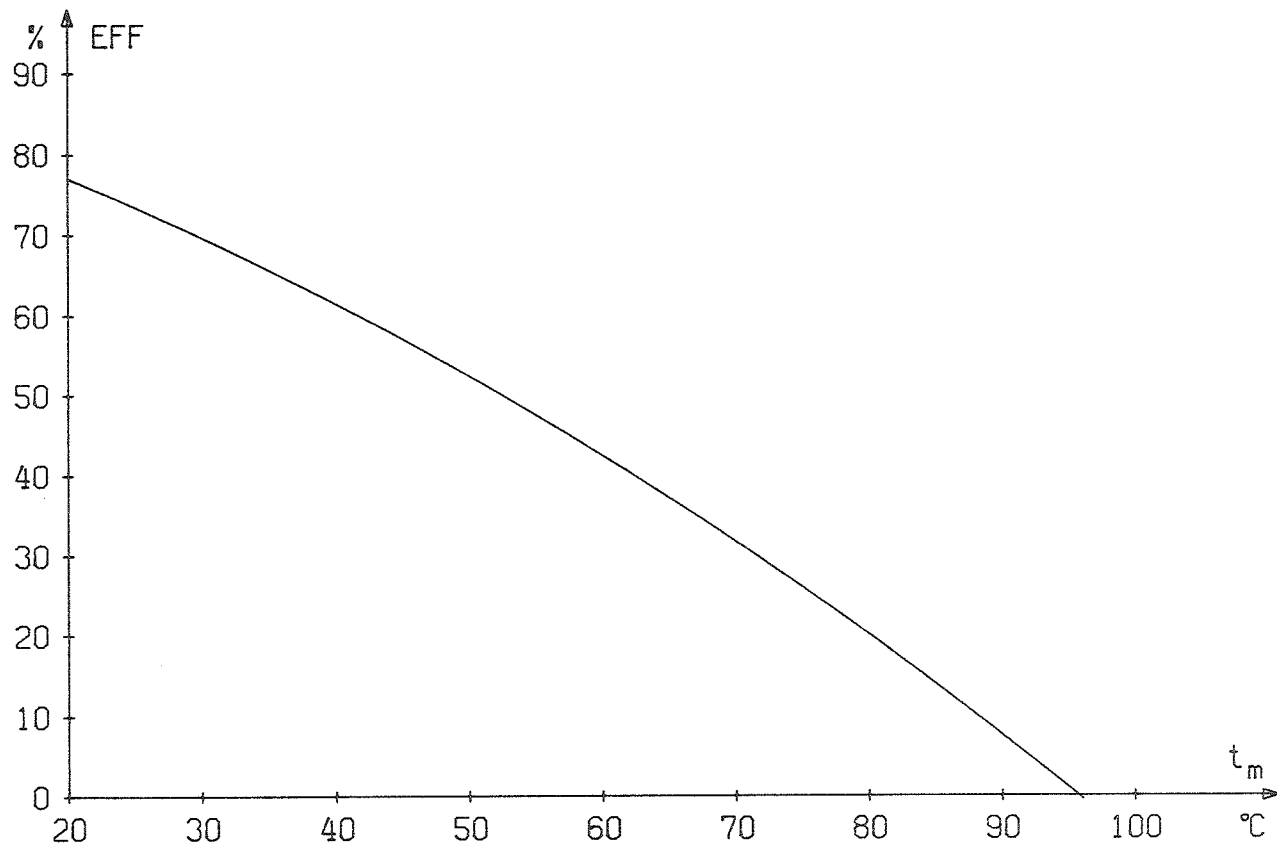


Fig. 3A.2 Effektivitetskurve for solfanger

Solfanger ID-nr: 11A Solfangerfabrikat: HS-Kedler

Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m^2

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med PKL 300 ved 20°C. Der er målt ved 11 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 6 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

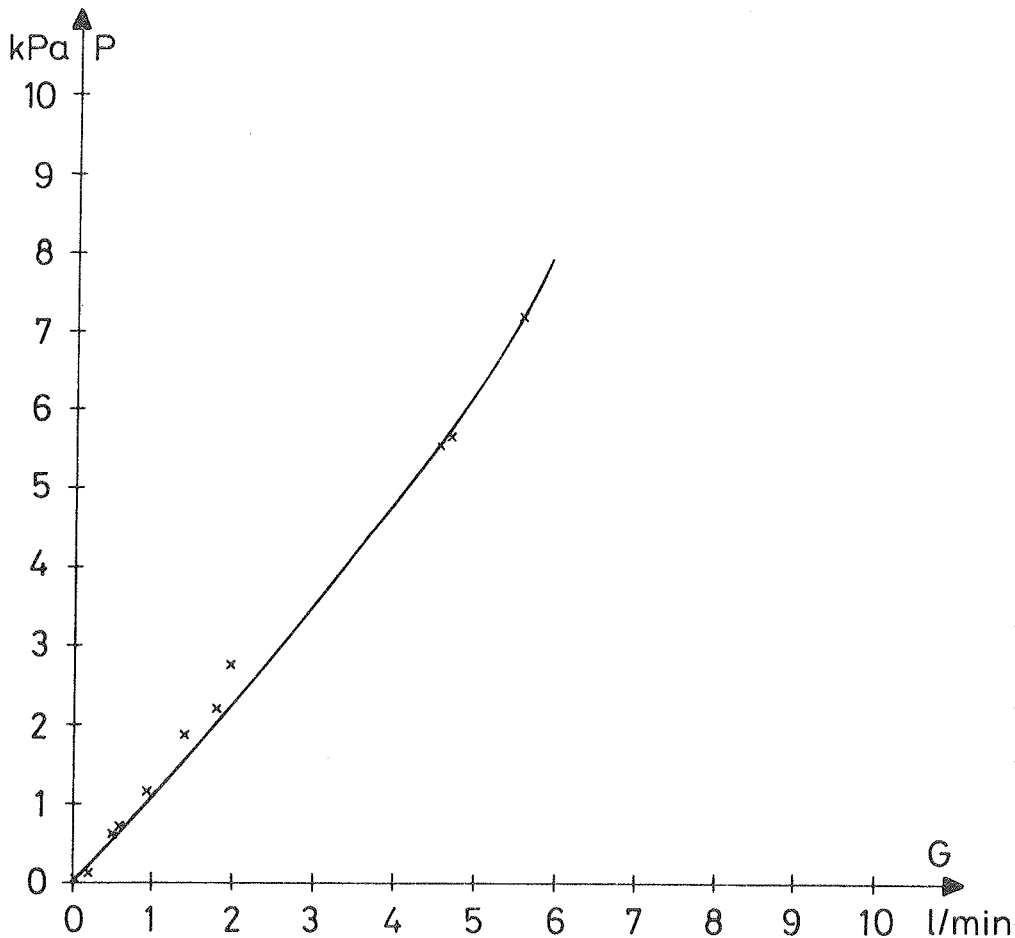


Fig.4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat : HS-KEDLER

Solfanger ID-nr : 11

Kurven er gyldig for PKL300 ved 20°C.

2. Solfangerfabrikat : HS-Kedler ID-nr. 12

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerfabrikant

Firmanavn - - - - - : H.S. Kedler
 Adresse - - - - - : 6880 Tarm

 Tlf.nr. - - - - - : (07) 371511
 Solfangermodel- - - - - : Type II
 Solfangerens ID-nr. - - - - - : 12

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 2,18 m
 Bredder - - - - - : 0,92 m
 Tykkelse- - - - - : 0,10 m
 Solfangerens vægt væskefyldt- - - - - : 65 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - - : 2
 Materiale - - - - - : Glas
 Tykkelse* - - - - - : 5 mm og 4 mm inderst
 Solfangerens transparente areal - - - - : 1,82 m²

Absorbatoren

Type- - - - - : Roll-bond kanalplade

Rør - plade forbindelse - - - - - :

Absorbatorbelægning*- - - - - : Sort maling
 Plademateriale* - - - - - : Aluminium
 Pladetykkelse (øverst/nederst)*- - - - : 3 mm

Væskeindhold- - - - - : 1,1 l

Anbefalet væske*- - - - - : HS Varmetransmissionsvæske

Bagsideisolering

Materiale*- - - - - : Polyurethan

Tykkelse* - - - - - : 45 mm

Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale - - - - - : Polyurethan

Tykkelse- - - - - : 25 mm

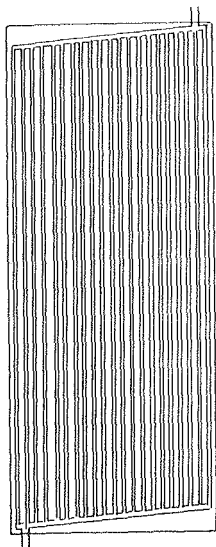
Massefylde- - - - - :

*Oplyst af solfangerfabrikant.

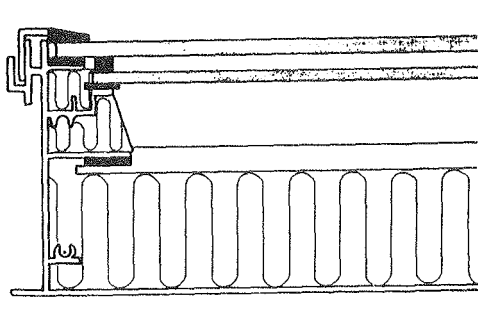
Solfangerens udformning iøvrigt:

Solfangeren er opbygget i en aluminiumsramme, udført i et specielt aluminiumsprofil. Inde i rammen er der opskummet polyurethan, hvor absorbereren har været det ene modhold ved opskumningen. Polyurethanet kommer således til at udgøre bagside og sideisoleringen.

Glassene er lagt på udkrængninger på aluminiumsprofilet med en gummiliste imellem.



Absorbatoren set forfra



Tværsnit

Fig. 2.1 Tegning af solfangeren

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev :

$$\eta_0 = 0,69$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvartal hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Der fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 6,83 + 0,0210 (t_m - t_1) \quad \text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C . Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$\text{EFF} = 0,69 - (6,83 + 0,0210(t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C .

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30° .

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er PKL 300 der leveres af HS Kedler som HS Varmetransmissionsvæske.

Der er foretaget en kontrol af varme og vægtfylden for PKL 300 for de af fabrikanten opgivne data ved ét temperaturniveau hvilket gav et tilfredsstillende resultat.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_l	I_t	p_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l)/I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	°C m ² /W	
78-05-26	10.45	19.5	866	22		-10	2,16	18,9	7,56	0,0037	0,673
78-05-26	11.00	19.6	895	21		-10	2,17	18,9	7,85	0,0036	0,680
78-05-26	11.15	19.6	866	22		-10	2,17	18,9	7,66	0,0035	0,685
78-05-26	11.30	19.5	924	21		-10	2,18	18,9	8,11	0,0037	0,684
78-05-26	11.45	20.0	919	21		-10	2,18	18,9	8,13	0,0032	0,686
78-05-26	12.00	20.2	915	21		-10	2,18	18,9	8,05	0,0030	0,680
78-05-26	12.15	20.3	934	20		-10	2,19	18,9	8,29	0,0028	0,689
78-05-26	12.30	20.6	941	20		-10	2,19	18,9	8,35	0,0026	0,687
78-05-26	12.45	20.3	935	20		-10	2,19	18,9	8,27	0,0029	0,687
78-05-26	13.00	20.8	917	20		-10	2,19	18,9	8,10	0,0023	0,682
78-05-26	13.15	20.8	903	20		-10	2,19	18,9	8,05	0,0022	0,687
78-05-26	13.30	20.8	883	20		-10	2,19	18,9	7,80	0,0023	0,682
78-05-29	10.45	23,3	878	15	4-8	0	2,61	22,4	6,60	0,0027	0,694
78-05-29	11.00	23,3	895	15			2,61	22,4	6,87	0,0028	0,710
78-05-29	11.15	23,8	918	15			2,61	22,4	7,05	0,0023	0,707
78-05-29	11.30	24,1	930	15			2,61	22,5	7,11	0,0021	0,703
78-05-29	11.45	24,0	942	16			2,61	22,5	7,19	0,0022	0,701
78-05-29	12.00	24,1	952	16			2,61	22,4	7,28	0,0020	0,702
78-05-29	12.15	24,1	962	16			2,61	22,4	7,37	0,0020	0,703
78-05-29	12.30	24,1	962	16			2,61	22,5	7,30	0,0021	0,697
78-05-29	12.45	24,6	953	17			2,61	22,5	7,19	0,0016	0,690
78-05-29	13.00	24,7	930	18			2,61	22,5	7,04	0,0014	0,684
78-05-29	13.15	24,9	871	20			2,61	22,5	6,55	0,0010	0,681
78-05-29	13.30	24,8	804	22		+ 3	2,61	22,5	6,03	0,0009	0,681

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr : 12 Solfangerfabrikat : HS-Kedler Type II

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,82 m².

t_1	G	t_i	t_d	$t_m - t_1$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22,3	2,06	35,6	1,3	12,7	7,00
22,2	2,17	54,8	3,2	31,0	7,65
20,9	2,11	73,9	5,4	50,3	7,82
21,3	2,21	89,5	6,9	64,5	8,17

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr : 12

Solfangerfabrikat : HS Kedler

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,82 \text{ m}^2$.

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5m/s.

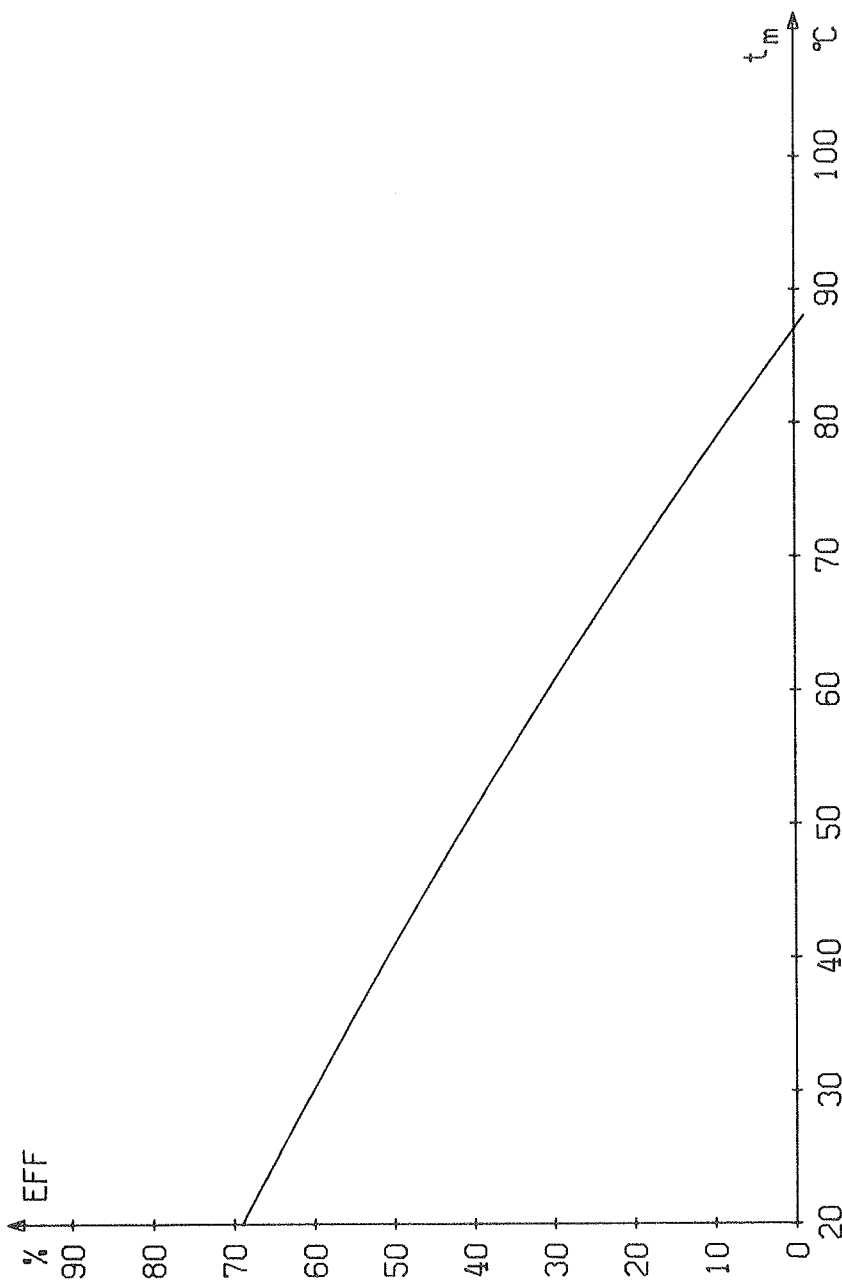


Fig 3.1 Effektivitetsskurve for solfanger
Solfanger ID-nr : 12 Solfangerfabrikat : HS-KEDLER
Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/M²

3A Fornyede varmetabsmålinger

Laboratoriet for Varmeisolering har udført fornyede varmetabsmålinger på en solfanger, der er ændret konstruktivt med henblik på at formindske varmetabet.

Solfangeren er ændret, idet aluminiumsflangen, der tidligere var modhold for absorptorpladen er afkortet, således at absorptorpladen ikke har forbindelse til denne. Der henvises til fig. 3A.1.

Varmetabsmålingerne er udført under samme forhold, som angivet i kap. 3. Resultaterne er angivet i tabel 3A.1.

Der fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$K = 4,17 + 0,0189 (t_m - t_1) \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Udtrykket gælder under samme betingelser som nævnt under kap. 3.

Solfangerens effektivitet kan beregnes ud fra maksimaleffektiviteten η_0 og udtrykket for varmetabet.

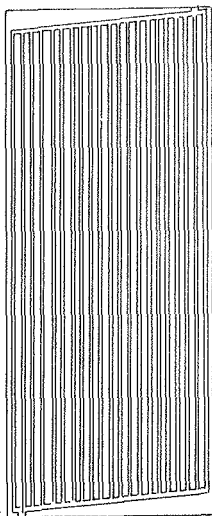
Maksimaleffektivitet η_0 er ikke bestemt for den ændrede solfanger.

Under antagelse af at værdien for η_0 er den samme som fundet for solfangeren uden den konstruktive ændring fås følgende udtryk for effektiviteten

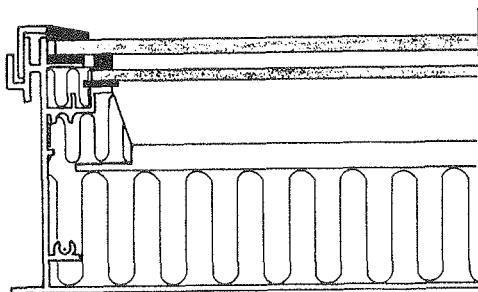
$$EFF = 0,69 - (4,17 + 0,0189(t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Under ovennævnte antagelse gælder udtrykket for samme forhold som nævnt i kapitel 3.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3A.2.



Absorbatoren set forfra



Tværsnit

Fig. 3A.1 Tegning af solfangeren

t_1	G	t_i	t_d	$t_m - t_1$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
21,9	2,18	33,6	0,66	11,4	4,36
22,8	2,27	51,3	1,66	27,6	4,72
23,7	2,44	71,0	2,74	45,9	5,04
24,3	2,43	90,3	4,08	63,9	5,4

Tabel 3A.1 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr: 12 A

Solfangerfabrikat: HS Kedler

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,82 \text{ m}^2$

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s.

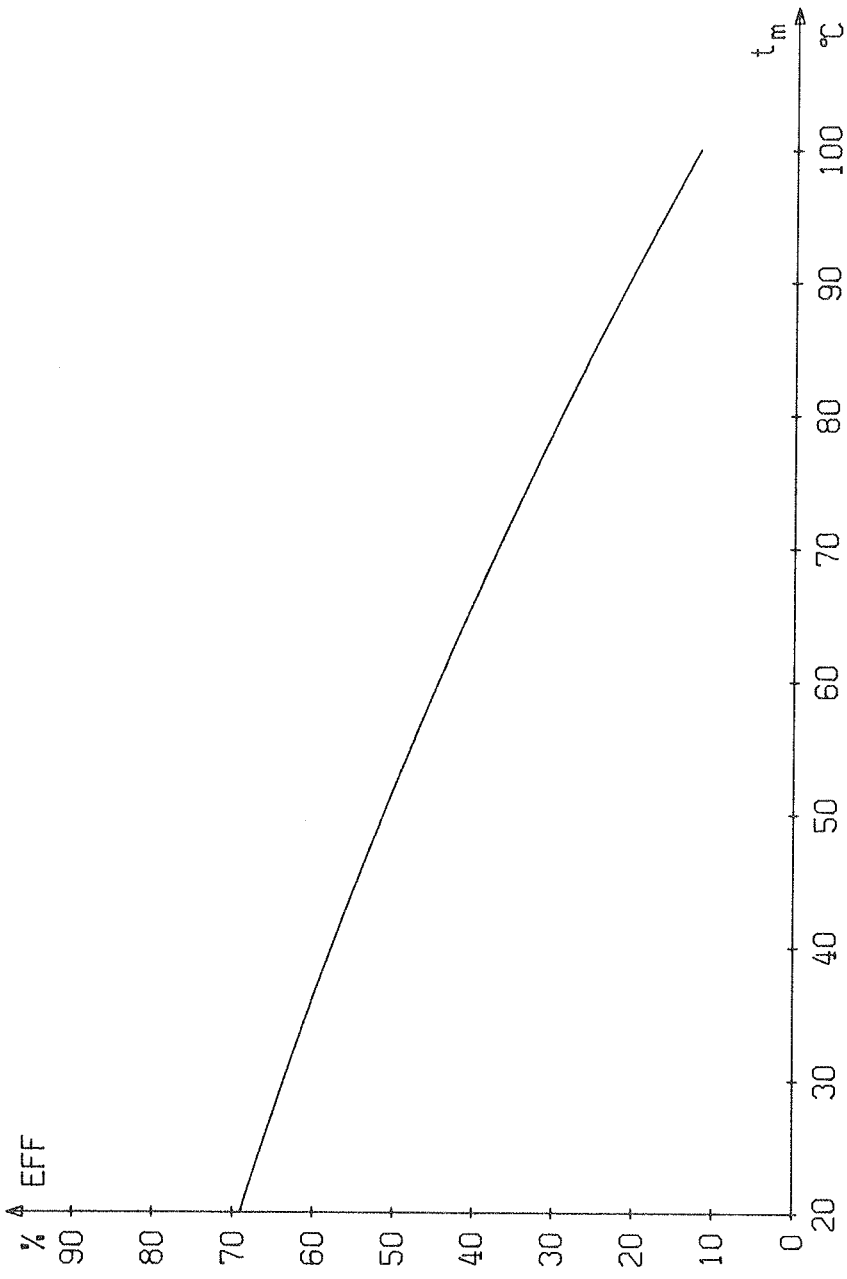


Fig. 3A.1 Effektivitetskurve for sulfanger
Sulfanger ID-nr.: 12A Sulfangerfabrikat: HS-Kedler
Cylindrig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m^2

Tryktabet over solfangeren er målt med PKL 300 ved 20°C. Der er målt ved 11 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 6 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

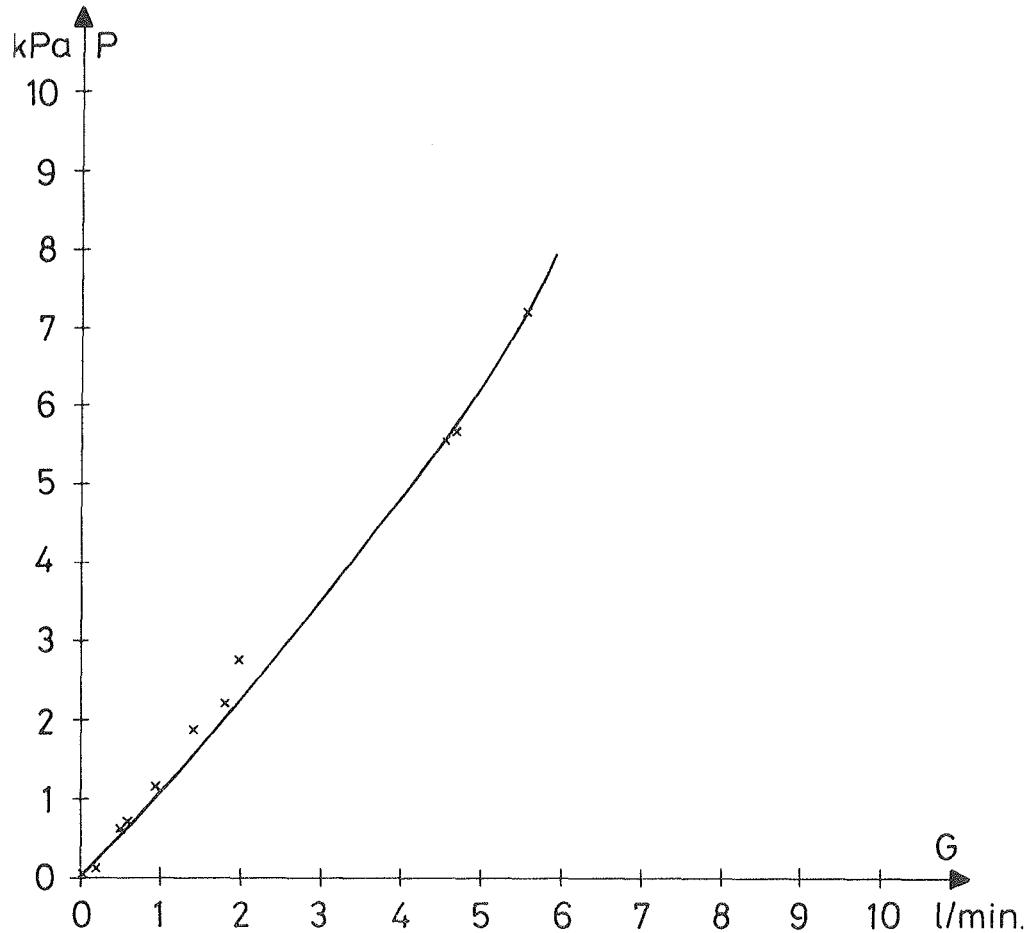


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat : HS-KEDLER

Solfanger ID-nr : 12

Kurven er gyldig for PKL 300 ved 20°C.

3. Solfangerfabrikat : Dæmpa, ID-nr. 13

Rørdiameter* (d_u / d_i) - - - - - : 8.0/6.5 mm
 Væskeindhold - - - - - : 1.4 l
 Anbefalet væske* - - - - - : DÆMPA Transmissionsvæske
 D-101.

Bagsideisolering

Materiale*- - - - - : Rockwool bats
 Tykkelse* - - - - - : 40 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale - - - - - : Rocklit plader
 Tykkelse - - - - - : 15 mm
 Massefylde - - - - - :

Solfangerens udformning iøvrigt.

Kassen består af en stålprofilramme i 0.5 mm plastbelagt plade med oliehardt træfiberplade som bagsidebeklædning.

Glasset er anbragt i en speciel aluminiumsramme med siliconefugemasse. Rammen med glasset skrues på kassen med en urethan-skumliste til tætning.

Der er to stutse i hver ende af solelementet ud gennem siderne.

* Oplyst af solfangerfabrikant.

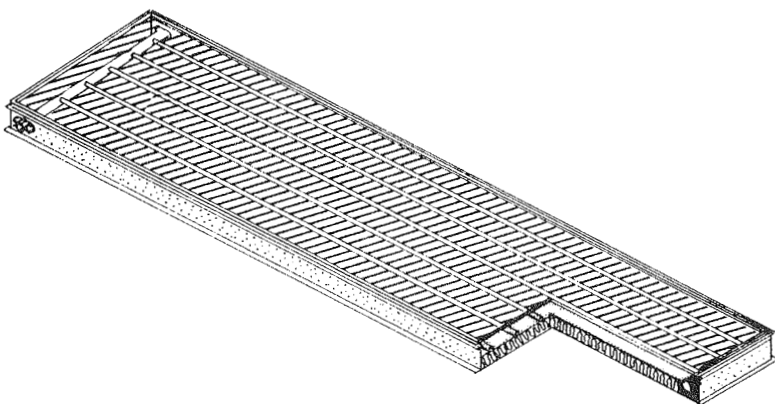


Fig. 2.1 tegning af solfanger.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,72$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvartal hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 6,62 + 0,0381 (t_m - t_1) \text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C . Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s .

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$\text{EFF} = 0,72 - (6,62 + 0,038 (t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C .

Vindhastigheden er ca. 5m/s .

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30° .

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er DÆMPA Transmissionsvæske D-101.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Prøvningen er foretaget med 2 elementer parallelt.

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l)/I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	°C m ² /W	
780729	10.45	23,8	819	39	5		2,11	23,2	10,15	0,0055	0,694
	11.00	24,2	853	36	5		2,11	23,2	10,87	0,0052	0,712
	11.15	24,6	874	33	5		2,10	23,2	11,31	0,0049	0,716
	11.30	24,8	886	32	5		2,10	23,2	11,59	0,0048	0,723
	11.45	24,8	889	33	5		2,10	23,2	11,65	0,0047	0,723
	12.00	24,9	906	31	5		2,10	23,2	11,89	0,0042	0,724
	12.15	25,2	910	30	5		2,10	23,2	11,98	0,0044	0,725
	12.30	25,4	912	29	5		2,10	23,2	12,04	0,0042	0,723
	12.45	25,0	911	29	5		2,10	23,2	11,98	0,0047	0,722
	13.00	25,2	904	28	5		2,10	23,2	11,83	0,0044	0,720
	13.15	25,5	893	28	5		2,10	23,2	11,70	0,0046	0,717
	13.30	25,5	875	28	5		2,10	23,2	11,51	0,0040	0,720

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr: 13 Solfangerfabrikat: Dæmpa

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,26 m²

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m^2	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	$°C m^2/W$	
780726	10.45	20,2	913	15	5		3,24	24,5	7,35	0,0087	0,716
	11.00	20,6	943	15	5		3,24	24,5	7,70	0,0082	0,723
	11.15	20,8	955	14	5		3,24	24,5	7,86	0,0080	0,725
	11.30	21,0	966	14	5		3,24	24,3	7,99	0,0078	0,728
	11.45	20,7	974	14	5		3,23	24,6	8,08	0,0081	0,729
	12.00	20,8	978	15	5		3,21	24,6	8,16	0,0081	0,729
	12.15	20,9	980	14	5		3,20	24,6	8,19	0,0080	0,728
	12.30	21,0	977	14	5		3,18	24,5	8,21	0,0078	0,728
	12.45	21,5	969	14	5		3,19	24,6	8,15	0,0074	0,720
	13.00	21,3	962	14	5		3,18	24,6	8,04	0,0075	0,717
	13.15	21,3	950	15	5		3,17	24,5	7,93	0,0076	0,711
	13.30	21,2	940	16	6		3,18	24,6	7,75	0,0076	0,710

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr: 13 Solfangerfabrikat: Dæmpa

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,26 m²

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22,6	2,80	31,6	0,85	8,6	6,91
22,7	3,06	52,9	2,92	28,7	7,78
23,2	3,06	73,4	5,26	47,6	8,46
21,8	3,15	76,9	5,68	52,3	8,56

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr.: 13

Solfangerfabrikat: Dæmpa

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,26 \text{ m}^2$.

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s.

Afprøvningen er foretaget med 2 elementer i serie.

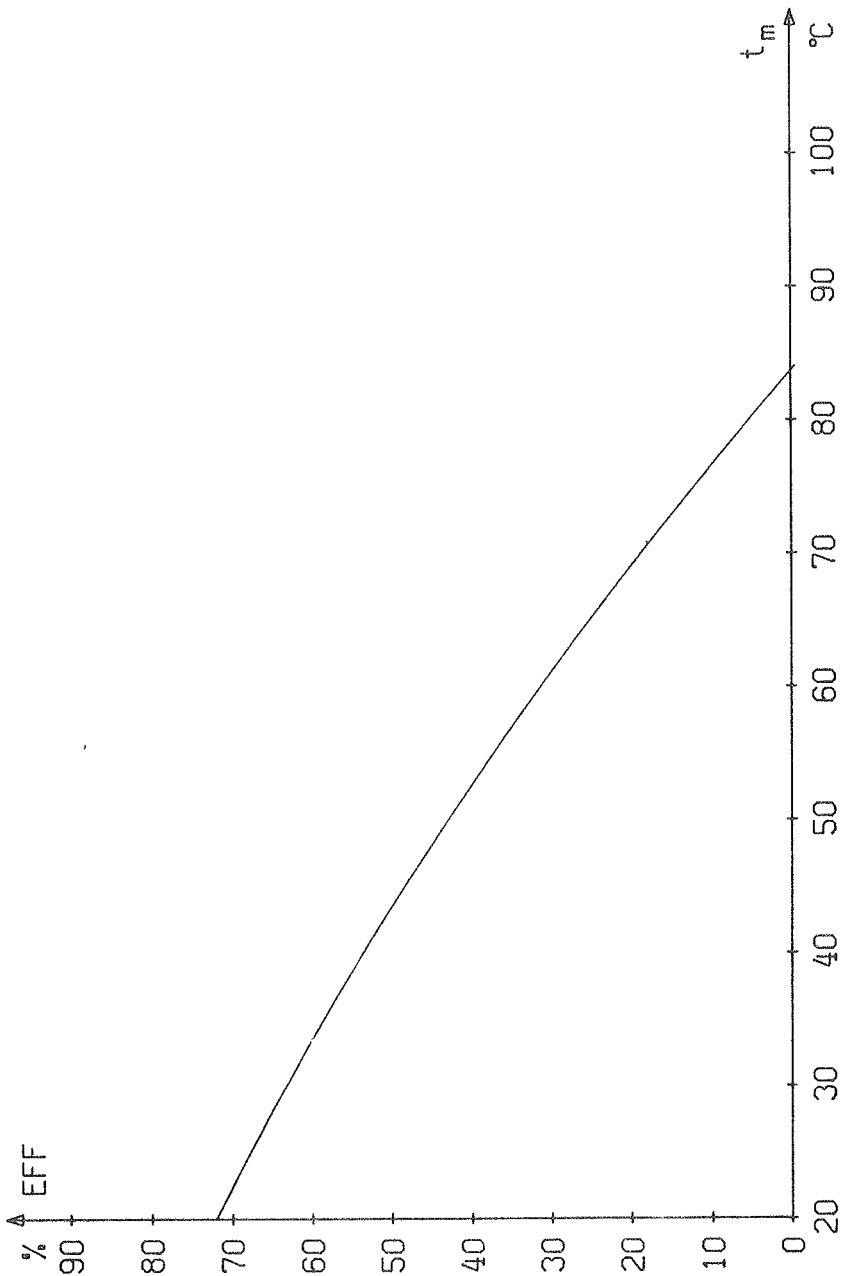


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-nr.: L3 Solfangerfabrikat : Dæmpa
Cyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med DÆMPA Transmissionsvæske D-101 ved 20°C. Der er målt ved 6 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 4 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

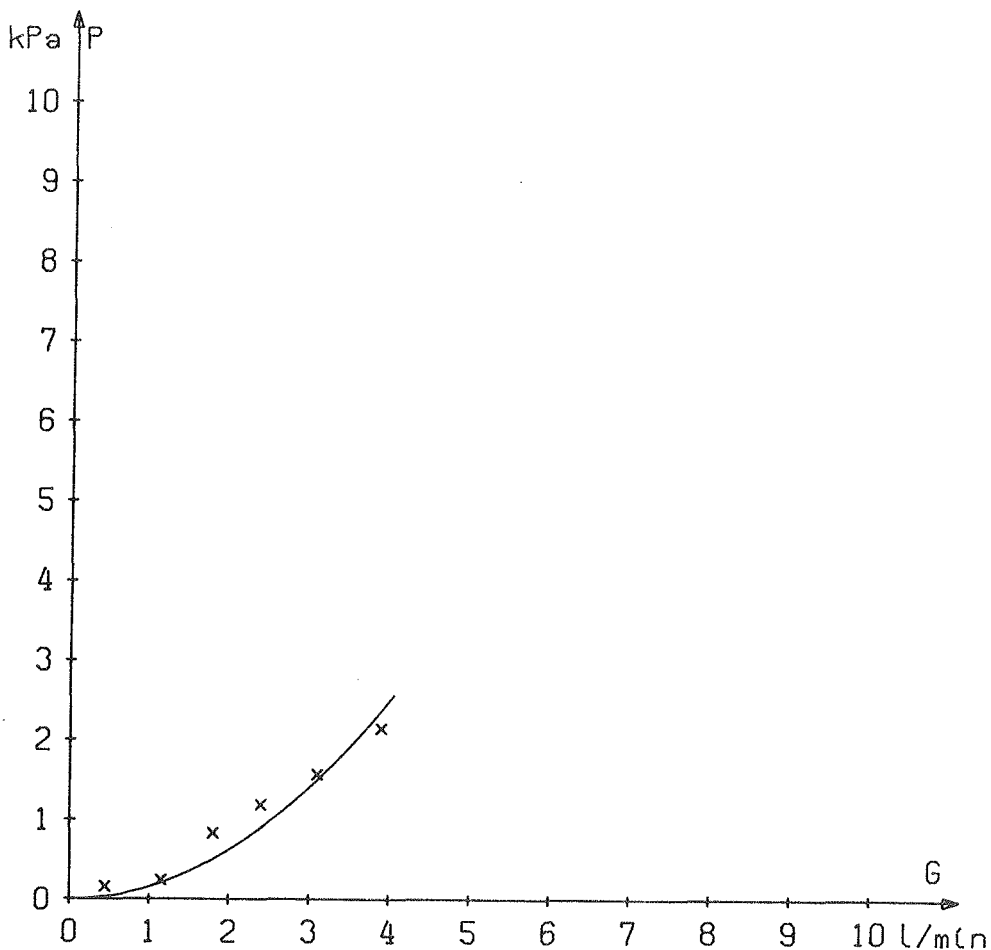


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat: Dæmpa

Solfanger ID-nr.: 13

Kurven er gyldig for DÆMPA Transmissionsvæske D-101.

Trykprøven er foretaget med 2 elementer i serie.

4. Solfangerfabrikat : Dæmpa, ID-nr. 14

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - - : DÆMPA A/S
 Adresse - - - - - : DK 5690 Tommerup
 Tlf.nr. - - - - - : (09) 76 13 11
 Solfangermodel - - - - - : Type A 60 x 240 med folie
 Solfangerens ID-nr. - - - - - : 14

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 2.4 m
 Bredde - - - - - : 0.6 ,
 Tykkelse - - - - - : 0.11 m
 Solfangerens vægt vandfyldt - - - - : 36.4 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - - : 2
 Materiale - - - - - : Glas + folie
 Tykkelse* - - - - - : 4 mm glas
 Solfangerens transparente areal - - : 1.25 m²

Absorbatoren

Type - - - - - : Pladestykker og
 rørrist
 Rør - plade forbindelse - - - - : Klemning om rør
 Absorbatorbelægning* - - - - - : Sort maling
 Plademateriale* - - - - - : Aluminium
 Pladetykkelse * - - - - - : 0.75 mm
 Rørmateriale* - - - - - : Aluminium

Rørdiameter* (d_u / d_i) - - - - - : 8.0/6.5 mm
 Væskeindhold - - - - - : 1.4 l
 Anbefalet væske* - - - - - : DÆMPA Transmissionsvæske
 D-101.

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : Rockwool bats
 Tykkelse* - - - - - : 40 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale - - - - - : Rocklitplader
 Tykkelse - - - - - : 15 mm
 Massefylde - - - - - :

Solfangerens udformning iøvrigt.

Kassen består af en stålprofilramme i 0.5 mm plastbelagt plade med oliehardt træfiberplade som bagsidebeklædning.

Glasset er anbragt i en speciel aluminiumsramme med siliconefugemasse. Rammen med glasset skrues på kassen med en urethanskumliste til tætning.

Der er to stutse i hver ende af solelementet ud gennem siderne.

* Oplyst af solfangerfabrikant.

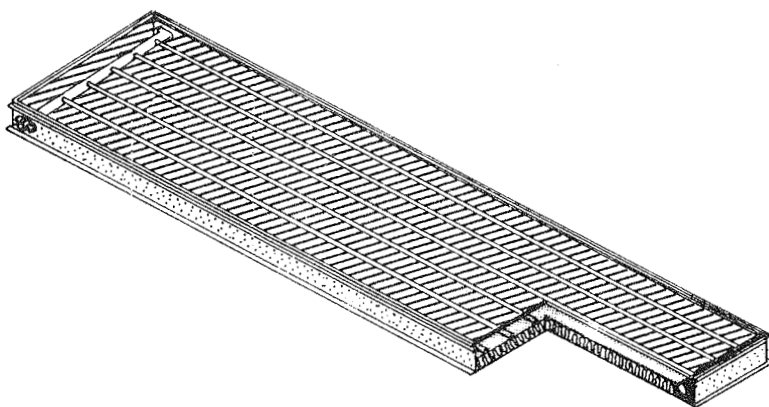


Fig. 2.1 Tegning af solfangeren.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,67$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvarter hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 5,38 + 0,0204 (t_m - t_1)$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C. Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$EFF = 0,67 - (5,38 + 0,0204((t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C.

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30°.

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er DÆMPA Transmissionsvæske D-101.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Prøvningen er foretaget med 2 elementer parallelt.

Dato	Tid	t _l °C	I _t W/m ²	P _d s	v m/s	t _s °C	G l/min	t _i °C	t _d °C	(t _m -t _l)/I _t °C m ² /W	η _o
780820	10.45	22,1	888	17			3,09	20,8	7,51	0,0028	0,671
	11.00	22,0	911	18	5		3,09	21,0	7,71	0,0031	0,674
	11.15	21,9	931	17	5		3,09	21,1	7,87	0,0034	0,679
	11.30	22,4	947	17	5		3,09	21,1	8,06	0,0030	0,679
	11.45	22,4	953	17	5		3,09	21,2	8,15	0,0030	0,677
	12.00	22,4	951	17	5		3,09	21,2	8,10	0,0030	0,681
	12.15	23,1	957	16	5		3,10	21,3	8,17	0,0025	0,676
	12.30	23,1	955	15	5		3,10	21,4	8,13	0,0025	0,674
	12.45	23,4	951	14	5		3,08	21,4	8,10	0,0021	0,668
	13.00	23,4	944	14	5		3,08	21,4	8,02	0,0022	0,668
	13.15	23,5	926	14	5		3,09	21,5	7,85	0,0020	0,667
	13.30	23,2	904	14	5		3,09	21,5	7,60	0,0022	0,657

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr: 14 Solfangerfabrikat: Dæmpa

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1,26 m²

t_1	G	t_i	t_d	$t_m - t_1$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
21,3	2,90	36,7	1,16	14,8	5,68
21,3	3,30	55,7	2,43	33,2	6,05
21,5	3,07	75,3	4,38	51,6	6,52
21,6	3,04	84,1	5,17	60,0	6,55

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr: 14

Solfangerfabrikat: Dæmpa

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,26 \text{ m}^2$

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s.

Afprøvningen er foretaget med 2 elementer i serie.

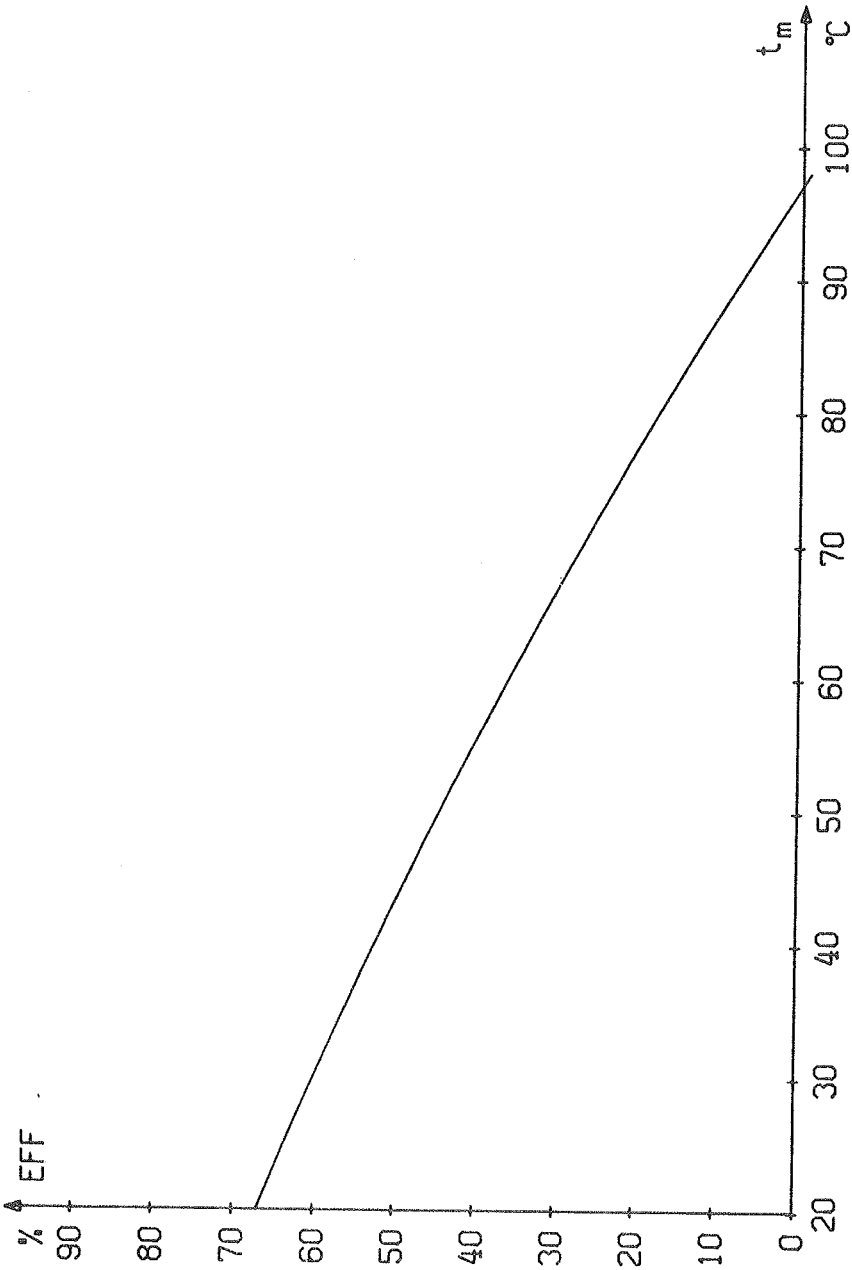


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-Nr.: 14 Solfangerfabrikat: Dampa
Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med DÆMPA Transmissionsvæske D-101 ved 20°C. Der er målt ved 6 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 4 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks

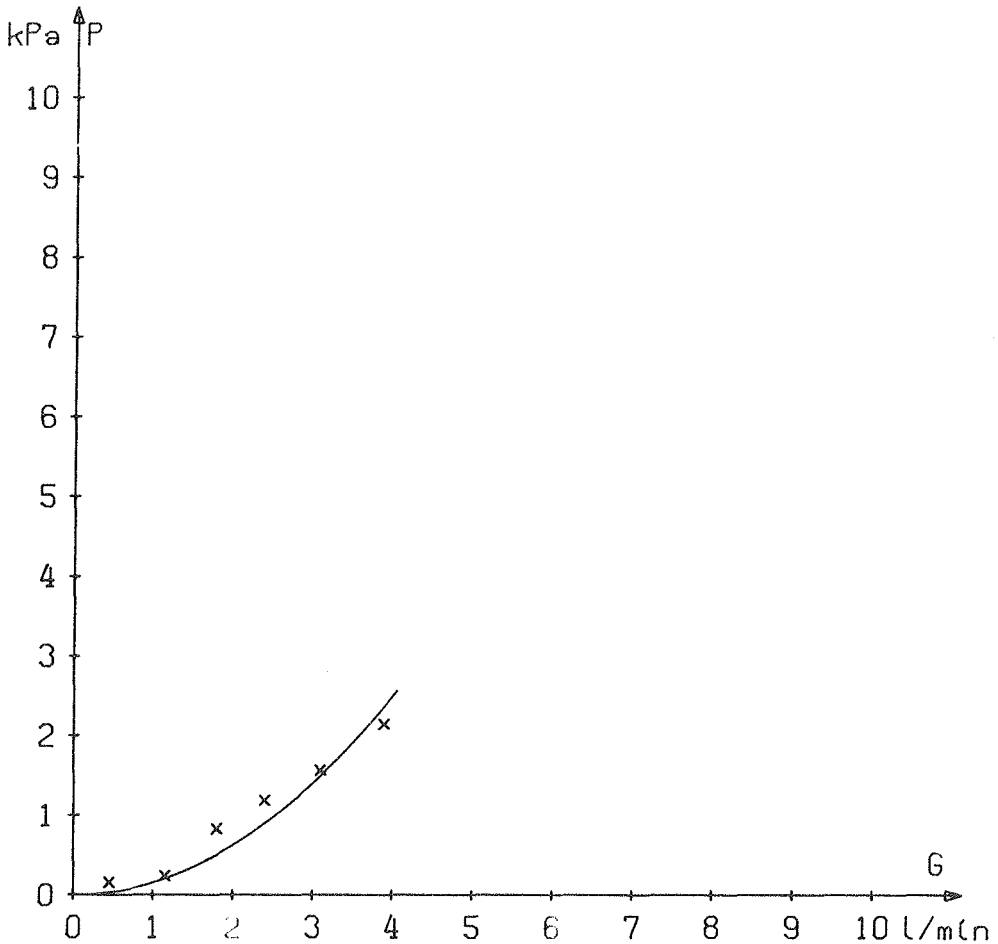


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat: Dæmpa

Solfanger ID-nr.: 14

Kurven er gyldig for DÆMPA Transmissionsvæske D-101.

Trykprøven er foretaget med 2 elementer i serie.

5. Solfangerfabrikat : Dæmpa, ID-nr. 15

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - -	:	Dæmpa
Adresse - - - - -	:	DK 5633 Knarreborg
Tlf.nr. - - - - -	:	(09) 76 13 11
Solfangermodel - - - - -	:	
Solfangerens ID-nr. - - - - -	:	15

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - -	:	2.4 m
Bredde - - - - -	:	0.6 m
Tykkelse - - - - -	:	0.11 m
Solfangerens vægt vandfyldt - - - -	:	35 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - -	:	1
Materiale - - - - -	:	Glas
Tykkelse* - - - - -	:	4 mm
Solfangerens transparente areal - -	:	1.26 m ²

Absorbatoren

Type - - - - -	:	Plader med mellemliggende rørrist
Rør - plade forbindelse - - - -	:	Klemning om rør
Absorbatorbelægning* - - - - -	:	Sort maling
Plademateriale* - - - - -	:	Aluminium
Pladetykkelse (øverst/nederst)*--	:	0.6 mm
Rørmateriale* - - - - -	:	Aluminium

Rørdiametre* (d_u / d_i) - - - - - : 8.00/6.00
 Væskeindhold - - - - - : 1.4 L
 Anbefalet væske* - - - - - : Olie Gilotherm

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : Rockwool bats
 Tykkelse*- - - - - : 40 mm

Kantisolering

Materiale - - - - - : Rocklit plader
 Tykkelse - - - - - : 15 mm

Solfangerens udformning iøvrigt.

Kassen består af en stålprofilramme i 0.5 mm plastbelagt plade med oliehardt træfiberplade som bagsidebeklædning.

Glasset er anbragt i en speciel aluminiumsramme med siliconefugemasse. Rammen med glasset skrues på kassen med en urethan-skumliste til tætning.

Der to stutse i hver ende af solelementet ud gennem siderne.

Oplyst af solfangerfabrikant.

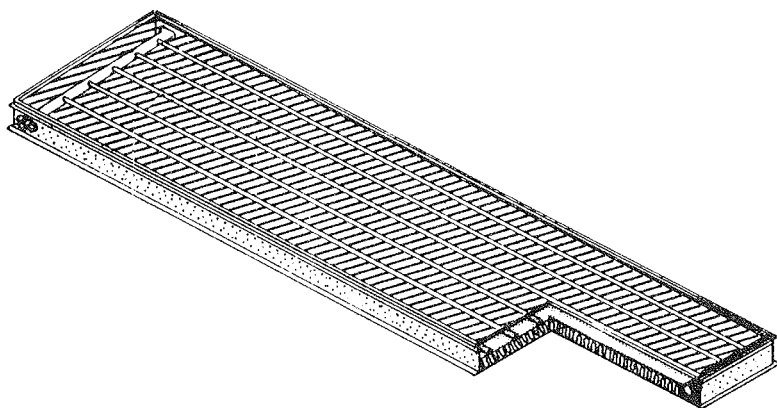


Fig. 2.1 Tegning af solfangeren.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,61$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvarter hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 6,51 + 0,0225 (t_m - t_1)$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C. Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$EFF = 0,61 - (6,51 + 0,0225 ((t_m - t_1) \frac{t_m - t_1}{I_t}))$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C.

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30°.

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er DÆMPA Transmissionsvæske D-101.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Prøvningen er foretaget med 2 elementer parallelt.

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	η_o
A M D 780419	10.45	7,7	930	14			9,0	9,1	5,80	0,0046	0,602
	11.00	8,1	956	13			9,0	9,2	6,01	0,0043	0,604
	11.15	8,5	978	13			9,0	9,3	6,18	0,0040	0,605
	11.30	8,5	992	13			9,0	9,5	6,31	0,0042	0,611
	11.45	8,9	1002	13			9,0	9,7	6,39	0,0040	0,611
	12.00	9,1	1010	13			9,0	9,8	6,45	0,0036	0,612
	12.15	9,4	1016	13			9,0	9,9	6,49	0,0034	0,608
	12.30	9,8	1013	13			9,0	9,9	6,45	0,0033	0,606
	12.45	10,2	1011	13			9,0	10,0	6,44	0,0034	0,606
	13.00	10,4	995	13			9,0	10,1	6,34	0,0031	0,604
	13.15	10,4	977	14			9,0	10,0	6,22	0,0028	0,602
	13.30	10,6	954	14			9,0	10,2	6,01	0,0026	0,594

Tabel 3.1 a Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten
 Solfanger ID-nr.: 15 Solfangerfabrikat: Dampa
 Effektiviteterne er baseret på solfangernes transparente areal 2,52 m²

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	n_o
A M D	T M	°C	W/m^2	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	$OC \text{ m}^2/W$	
780502	10.45	12,7	921	16			9,0	11,0	5,90	0,0014	0,588
	11.00	12,8	954	15			9,0	11,2	6,17	0,0016	0,603
	11.15	12,9	977	15			9,0	11,4	6,34	0,0017	0,606
	11.30	12,9	994	15			9,0	11,5	6,49	0,0018	0,611
	11.45	13,2	1000	15			9,0	11,6	6,58	0,0017	0,614
	12.00	13,3	1001	15			9,0	11,7	6,58	0,0017	0,614
	12.15	13,6	999	16			9,0	11,7	6,58	0,0014	0,613
	12.30	13,3	994	16			9,0	11,6	6,54	0,0014	0,612
	12.45	13,5	984	16			9,0	11,6	6,45	0,0014	0,610
	13.00	13,9	973	16			9,0	11,7	6,40	0,0010	0,610
	13.15	14,1	956	16			9,0	11,6	6,29	0,0007	0,608
	13.30	14,1	929	17			9,0	11,5	6,11	0,0005	0,606

Tabel 3.1 b Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten
 Solfanger ID-nr.: 15 Solfangerfabrikat: Dæmpa
 Effektiviteterne er baseret på solfangernes transparente areal 2,52 m²

t_1	G	t_i	t_d	$t_m - t_1$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22,7	8,0	39,0	1,34	15,6	7,14
22,9	8,0	48,3	2,05	24,4	7,02
23,2	8,3	57,7	2,67	33,3	6,75
23,4	8,9	78,1	4,07	48,8	7,90

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr: 15

Solfangerfabrikat: Dæmpa

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangernes transparente areal $2,52 \text{ m}^2$

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s.

Afprøvningen er foretaget med 2 elementer i serie.

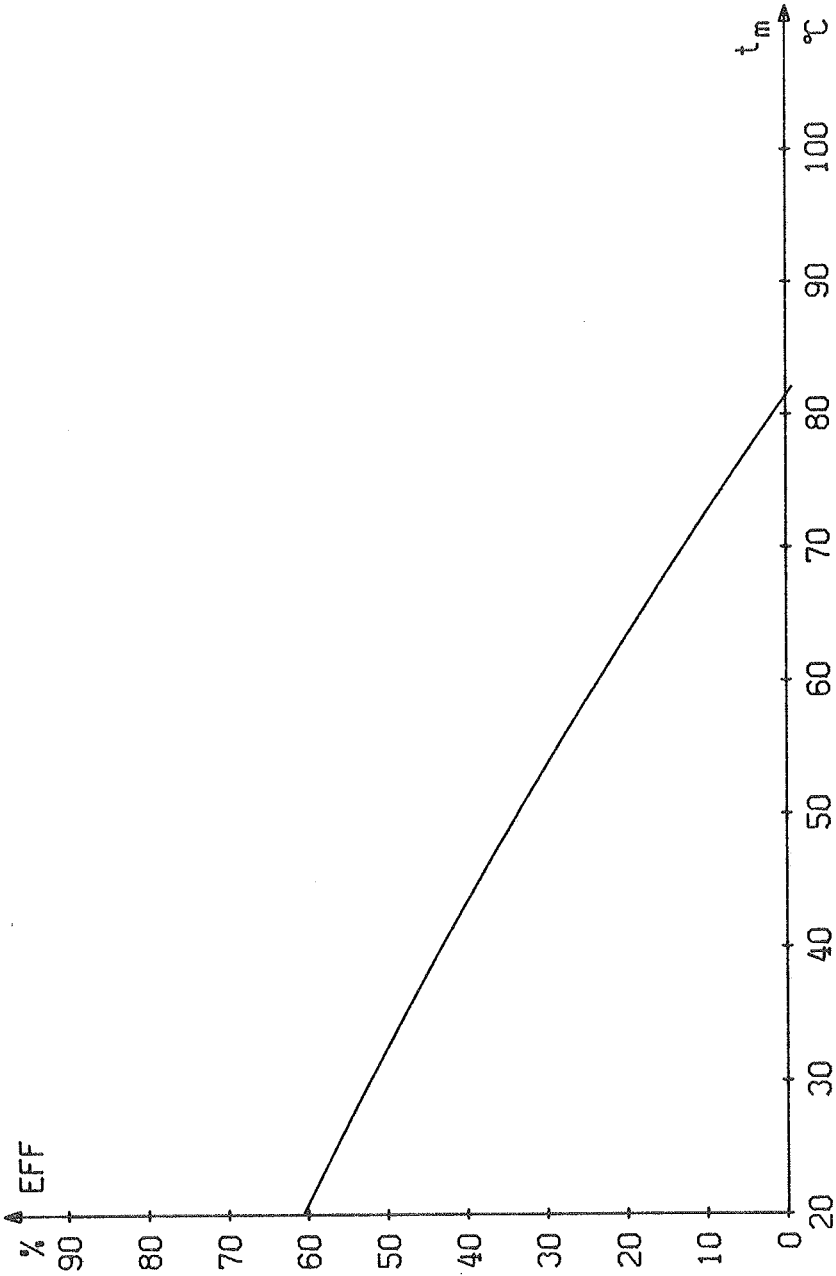


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-nr.: 15 Solfangerfabrikat: Dampa
Cylindrig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med gilotherm ved 20°C. Der er målt ved 6 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 8 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

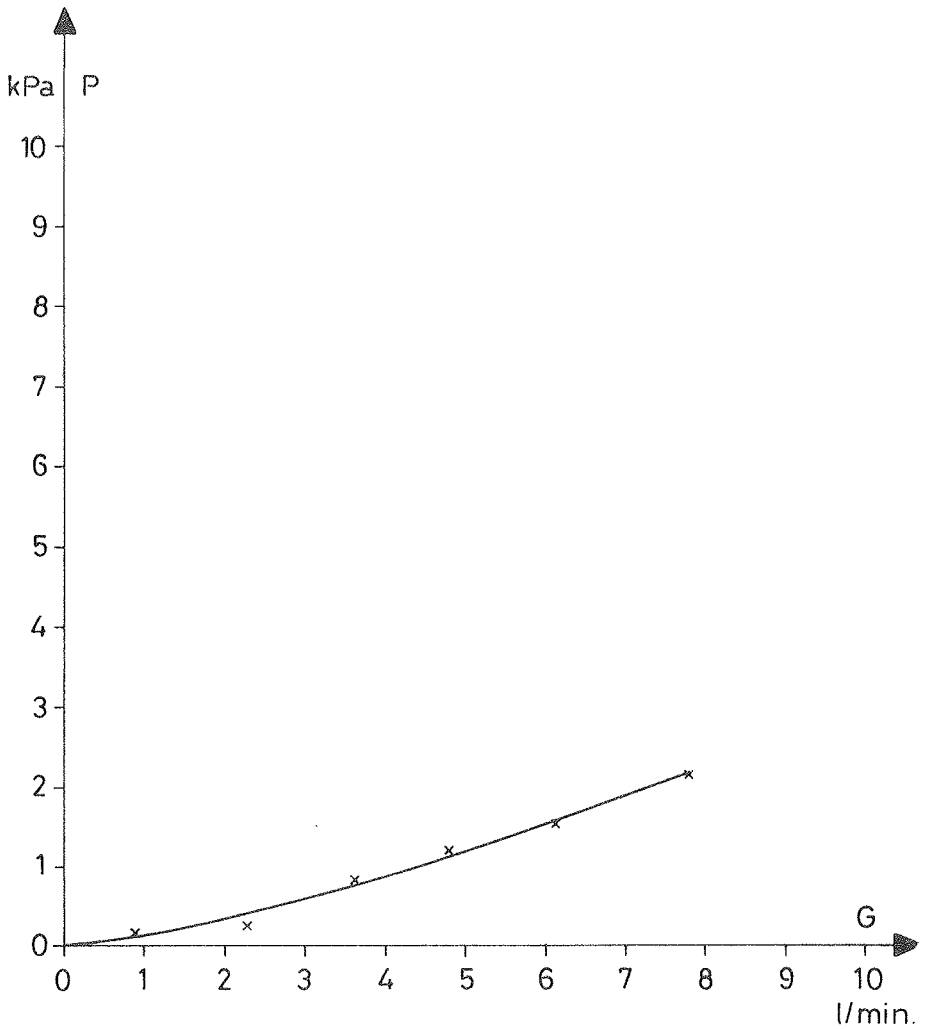


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat : DÆMPA

Solfanger ID-nr. : 15

Kurven er gyldig for Gilotherm ved 20°C

Trykprøven er foretaget med 2 elementer i serie.

6. Solfangerfabrikat : Stalholt ID-nr. 16

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - -	:	Stalholt Industri
Adresse - - - - -	:	DK 6200 Åbenrå
Tlf.nr. - - - - -	:	(04) 62 42 15
Solfangermodel - - - - -	:	Solovn Selecol 577
Solfangerens ID-nr. - - - - -	:	16

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig.	2.1
---	-----

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - -	:	2,02 m
Bredde - - - - -	:	0,23 m
Tykkelse - - - - -	:	0,07 m
Solfangerens vægt vandfyldt - - - -	:	7,8 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - -	:	1
Materiale - - - - -	:	kunststof
Tykkelse* - - - - -	:	1,4 mm
Solfangerens transparente areal - -	:	0,204 m ²

Absorbatoren

Type - - - - -	:	Aluminiumsprofil med indstøbte kanaler
Rør - plade forbindelse - - - -	:	
Absorbatorbelægning* - - - - -	:	sort, riflet
Plademateriale* - - - - -	:	aluminium
Pladetykkelse (øverst/nederst)*-:	:	1,7/1,9
Rørmateriale* - - - - -	:	aluminium

Rørdiametre (d_u / d_i) - - - - - : 15,7/11,6
 Væskeindhold - - - - - : 0,5 l
 Anbefalet væske* - - - - - : vand

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : polyuretan
 Tykkelse* - - - - - : gennemsnitlig ca. 15 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale - - - - - : ingen
 Tykkelse - - - - - :
 Massefylde - - - - - :

Solfangerens udformning iøvrigt.

Solovn.

Solfangeren består af en aluminiumsprofil, hvori isolering, absorberplade og dækglas monteres (se tegning af tværsnit).

* Oplyst af solfangerfabrikant.

Snit af solfanger

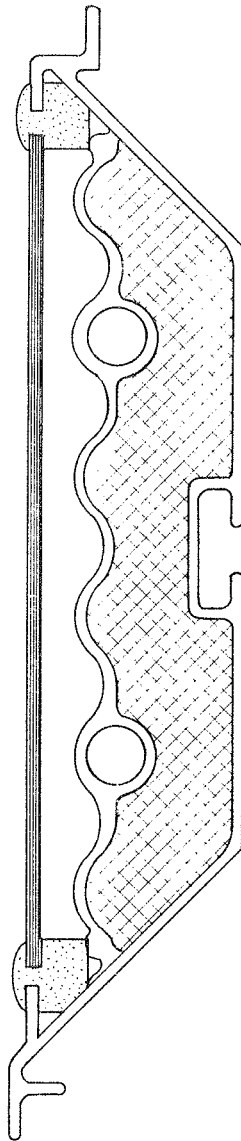


Fig. 2.1 Tegning af solfangeren.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,63$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvartal hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 14,54 + 0,0828 (t_m - t_1)$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C. Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$EFF = 0,63 - (14,54 + 0,0828)(t_m - t_1) \frac{t_m - t_1}{t_1}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C.

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30°.

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er vand.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	η_o
A M D	T M	$^{\circ}\text{C}$	W/m^2	$\%$	m/s	$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C m}^2/\text{W}$	
780619	10.30	17,9	911	129	14		1,37	19,6	4,67	0,0044	0,633
	10.45	18,0	935	129	14	-10 ^o	1,36	19,6	4,76	0,0043	0,629
	11.00	18,2	953	128	13		1,36	19,6	4,95	0,0040	0,630
	11.15	18,5	967	128	13		1,36	19,6	5,06	0,0037	0,631
	11.30	18,5	985	128	13		1,36	19,6	5,19	0,0037	0,635
	11.45	18,8	992	129	13		1,35	19,6	5,27	0,0035	0,632
	12.00	19,1	987	130	13		1,35	19,6	5,28	0,0033	0,636
	12.15	19,1	985	130	13		1,35	19,7	5,29	0,0033	0,635
	12.30	19,1	970	130	13		1,35	19,7	5,27	0,0033	0,639
	12.45	19,7	952	133	14		1,34	19,7	5,25	0,0033	0,651
	13.00	19,8	934	141	15		1,34	19,6	5,06	0,0026	0,625
	13.15	20,0	921	141	15		1,34	19,7	5,10	0,0024	0,635

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten
 Solfanger ID-nr: 16 Solfangerfabrikat: Selecso 577
 Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 0,284 m²

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
23,3	2,17	37,1	2,25	12,7	15,65
23,8	2,06	57,4	6,20	30,5	16,94
24,4	2,20	69,5	8,26	40,9	17,87
24,3	2,12	73,9	9,67	44,9	18,37

Tabel 3.2. Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr.: 16

Solfangerfabrikat: Solovn selecol 577

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $0,284 \text{ m}^2$.

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en lufthastighed på 5 m/s.

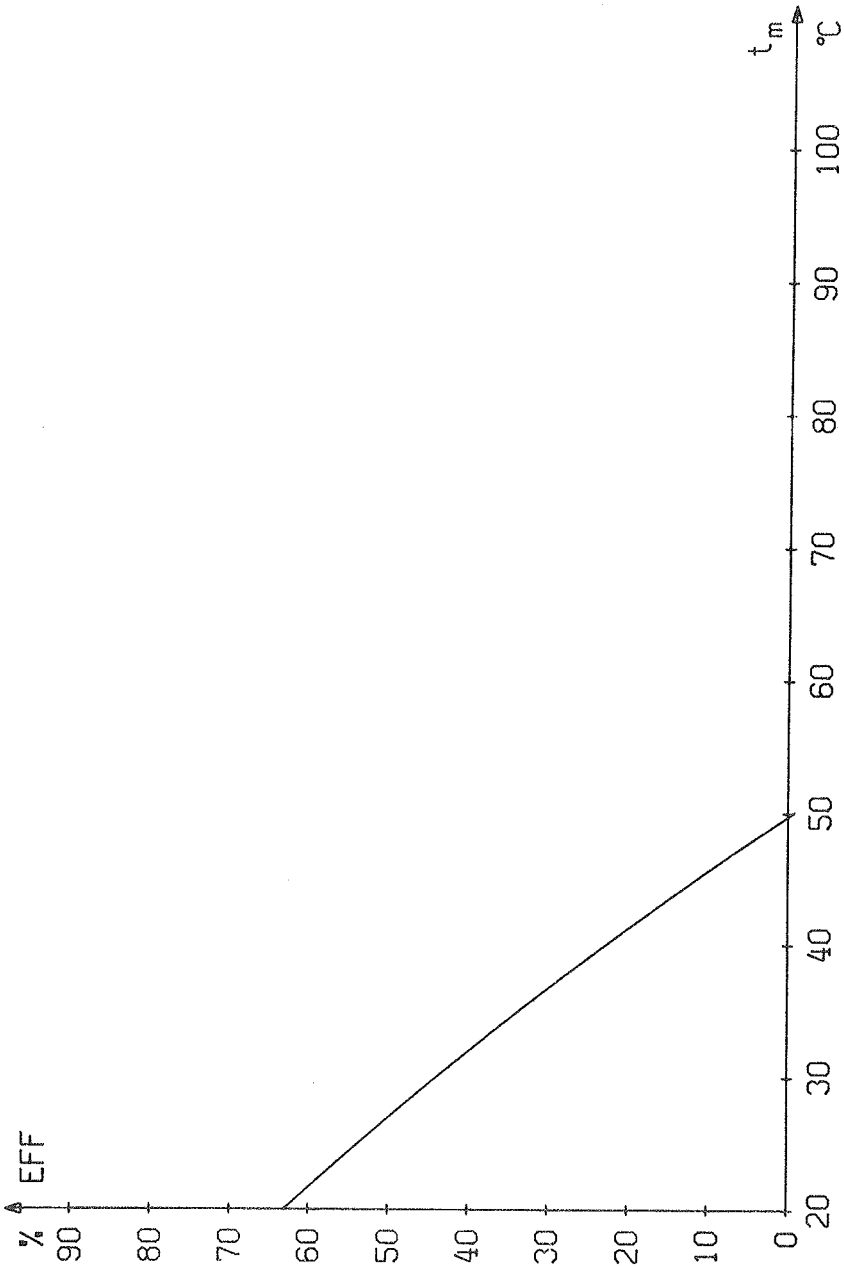


Fig 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-nr.: 16 Solfangerfabrikat: Stalholt
Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med vand ved 20°C. Der er målt ved 7 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 4 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

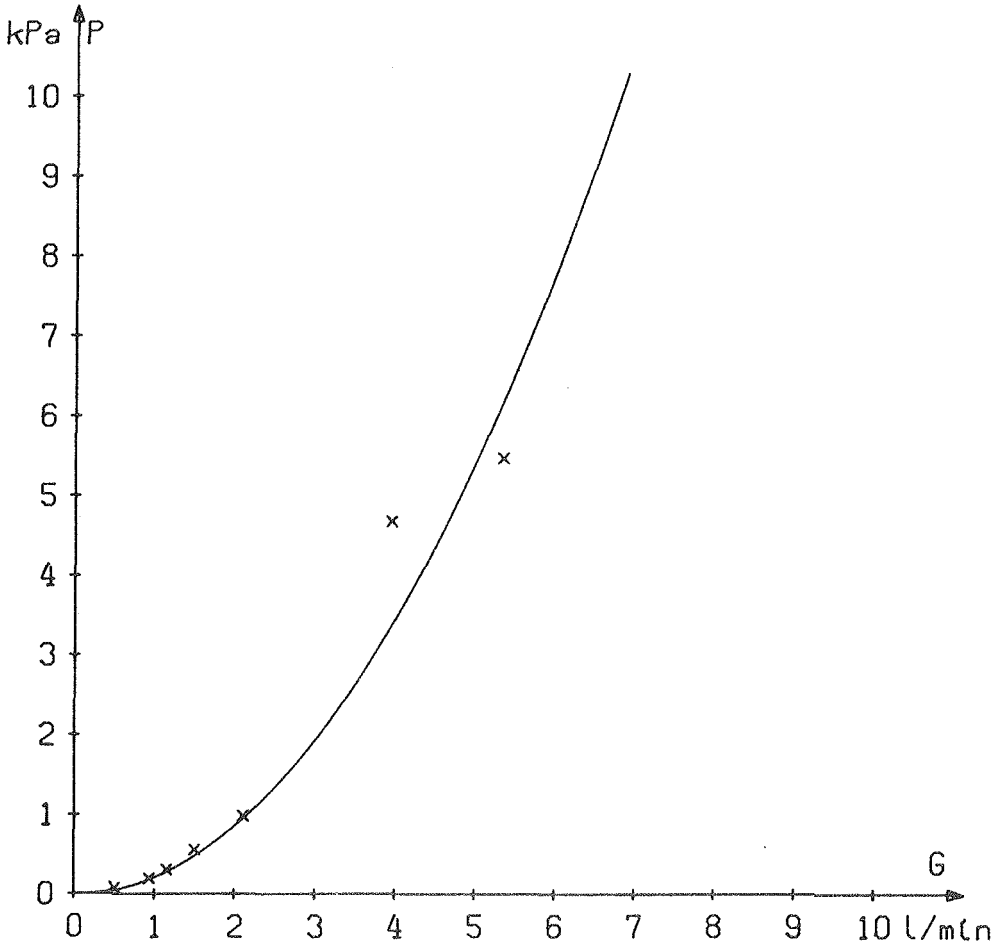


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat: Stalholt

Solfanger ID-nr.: 16

Kurven er gyldig for vand ved 20°C

7. Solfangerfabrikat : Calosol, ID-nr. 17

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - - : Calosol
 Adresse - - - - - : Strandgade 67, IIIth
 1401 København K
 Tlf.nr. - - - - - : (01) 57 10 34
 Solfangermodel - - - - - : EC-2 Electra
 Solfangerens ID-nr. - - - - - : 17

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 2.0 m
 Bredde - - - - - : 1.05 m
 Tykkelse - - - - - : 0.01 m
 Solfangerens vægt vandfyldt - - - - - : 57.5 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - - : 1
 Materiale - - - - - : Glas
 Tykkelse* - - - - - : 3 mm
 Solfangerens transparente areal - - : 1.87 m²

Absorbatoren

Type - - - - - : Lamelkøleribbe
 Rør - plade forbindelse - - - - : mekanisk
 Absorbatorbelægning* - - - - - : sort maling
 Plademateriale* - - - - - : Aluminium
 Pladetykkelse (øverst/nederst)*- :
 Rørmateriale* - - - - - : Kobber

Rørdiameter* (d_u / d_i) - - - - - : 5.8" d_u
 Væskeindhold - - - - - : 4.3 l
 Anbefalet væske* - - - - - : vand

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : Polyuretan
 Tykkelse* - - - - - : 40 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale* - - - - - : Polyuretan
 Tykkelse - - - - - :
 Massefylde - - - - - :

Solfangerens udformning iøvrigt.

Solfangeren er opbygget i en gråmalet galvaniseret stålpladekasse

Glasset, som er opdelt i 2 dele af en midtersprosse på tværs af solfangeren, ligger af på en karm på stålkassen. Tætningen er foretaget med en gummiliste på begge sider af glaskanterne og fastgørelse sker med en stålramme, der skrues fast til stålkassen. (fig. 2.1)

Der er 2 tilslutninger i hver ende, der går ud gennem siderne på stålkassen.

* Oplyst af solfangerfabrikant.

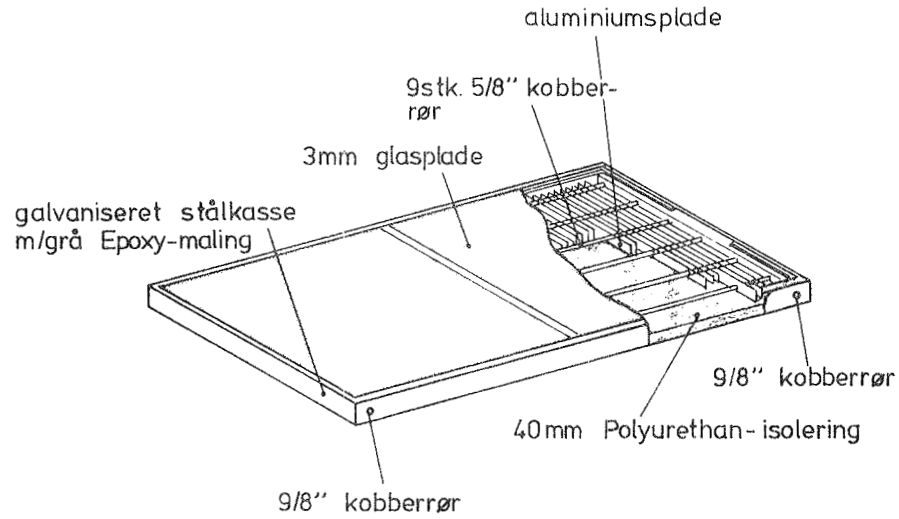


Fig. 2.1 Tegning af solfangeren.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,82$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvarter hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 8,48 + 0,0266 (t_m - t_1)$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C. Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$EFF = 0,82 - (8,48 + 0,0266(t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C.

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30°.

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er vand.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l) / I_t$	η_o	
Å M D	T M	°C	W/m^2	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	$^{\circ}C \cdot m^2/W$		
78-04-19	10.30	7,7	930	14	5		2,65	11,9	6,98	0,0082	0,811	
	10.45	8,1	956	13	5		2,65	11,9	7,26	0,0080	0,823	
	11.00	8,5	978	13	5		2,65	11,9	7,33	0,0073	0,822	
	11.15	8,5	992	13	5		2,65	12,0	7,63	0,0074	0,823	
	11.30	8,9	1002	13	5		2,64	12,0	7,72	0,0069	0,817	
	11.45	9,1	1010	13	5		2,62	12,0	7,92	0,0068	0,824	
	12.00	9,4	1016	13	5		2,61	12,0	8,11	0,0066	0,833	
	12.15	9,8	1013	13	5		2,60	12,0	8,10	0,0062	0,828	
	12.30	9,8	1011	13	5		2,60	12,0	8,11	0,0062	0,830	
	12.45	10,2	995	13	5		2,60	12,0	7,99	0,0058	0,827	
	13.00	10,4	977	14	5		2,60	12,0	7,89	0,0057	0,831	
	13.15	10,6	954	14	5		2,60	12,0	7,71	0,0054	0,829	
	78-05-02	11.30	13,2	1001	15	5		2,30	12,2	8,97	0,0035	0,800
		11.45	13,3	1001	15	5		2,30	12,2	9,07	0,0034	0,808
		12.00	13,6	999	16	5		2,30	12,2	9,13	0,0032	0,813
	12.15	13,3	994	16	5		2,29	12,2	9,14	0,0035	0,817	

Tablet 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr.: 17 Solfangerfabrikat: Calosol

Effektivitetene er baseret på solfangerens transparente areal 1,87 m²

t_1	G	t_i	t_d	$t_m - t_1$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
24,7	1,88	41,7	2,03	16,0	8,83
24,5	1,88	56,8	4,01	30,3	9,15
23,8	1,85	60,4	4,78	34,3	9,48
22,7	1,84	70,3	6,29	44,5	9,50
22,1	1,86	80,5	8,07	54,4	10,00
23,5	2,33	40,2	1,66	15,8	9,05
23,1	2,44	61,1	3,79	36,1	9,38
23,5	2,29	68,8	5,00	42,9	9,76

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr.: 17

Solfangerfabrikat: Calosol

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal $1,87 \text{ m}^2$

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s .

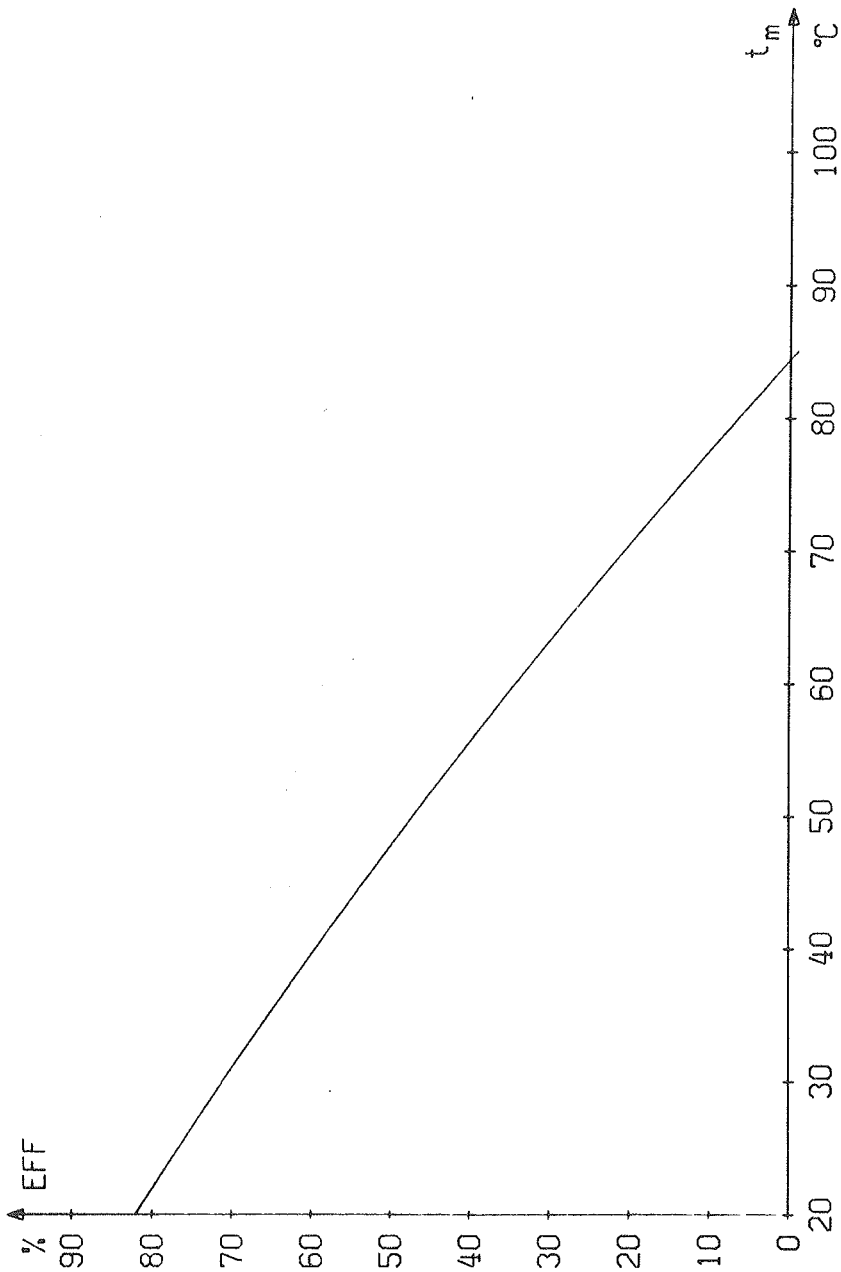


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger

Solfanger ID-nr.: 17 Solfangerfabrikat: Calosol

Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med vand ved 20°C. Der er målt ved 4 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 - 10 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

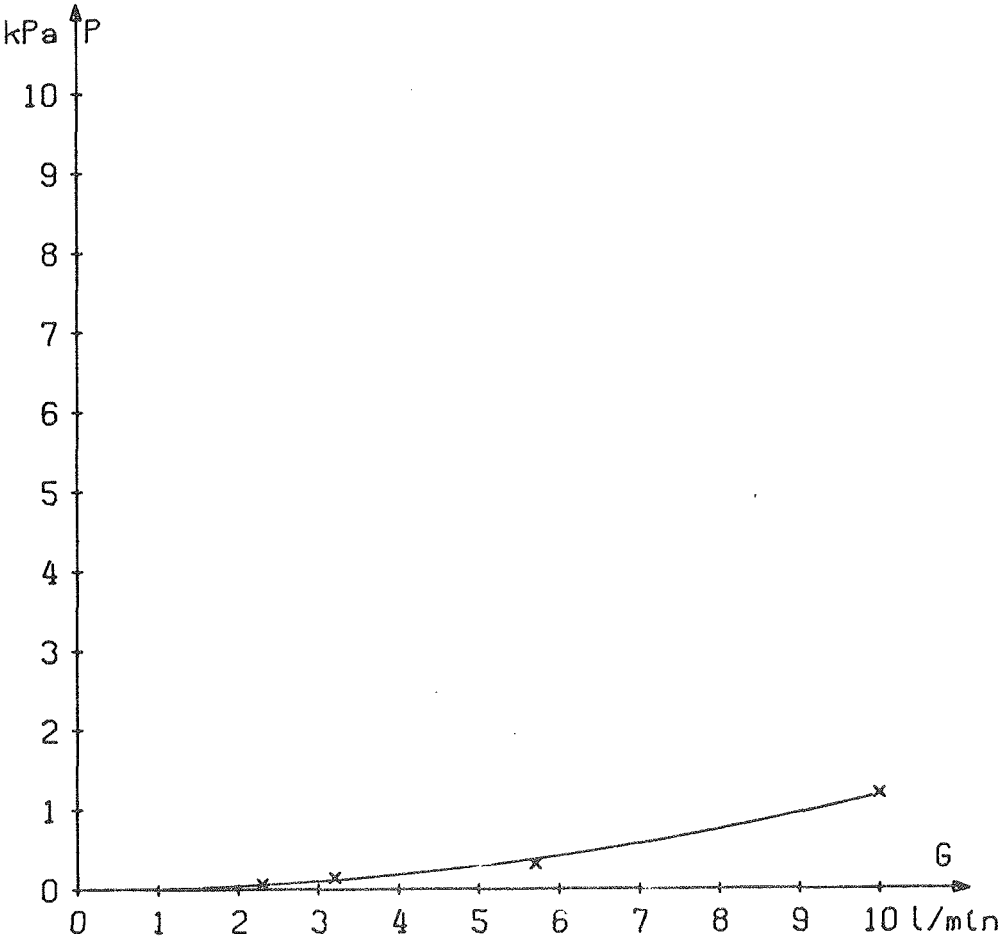


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat: Calosol

Solfanger ID-nr.: 17

Kurven er gyldig for vand ved 20°C

8. Solfangerfabrikat : Sunstreme 5a, ID-nr. 18

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - - : Skandinavisk Varmeteknik
 Adresse - - - - - : Teglholmsgade 17,
 2450 København SV
 Tlf.nr. - - - - - :
 Solfangermodel - - - - - : Sunstrems 5a
 Solfangerens ID-nr. - - - - - : 18

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 2,00 m
 Bredde - - - - - : 1,25 m
 Tykkelse - - - - - : 0,10 m
 Solfangerens vægt vandfyldt* - - - - - : 34 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - - : 1
 Materiale - - - - - : Akryl
 Tykkelse* - - - - - : 4 mm
 Solfangerens transparente areal - - - - - : 2,41 m²

Absorbatoren

Type - - - - - : Rør-plade
 Rør - plade forbindelse - - - - - : Klemning
 Absorbatorbelægning* - - - - - : Sort maling
 Plademateriale* - - - - - : Aluminium
 Pladetykkelse (øverst/nederst)* - - - - - :
 Rørmateriale* - - - - - : Kobber

Rørdiameter* (d_u / d_i) - - - - - : $d_u = 13$ mm
 Væskeindhold - - - - - : 3,4 l
 Anbefalet væske* - - - - - : Vand

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : Glasuld
 Tykkelse* - - - - - : 60 mm
 Massefylde - - - - - :

Kantisolering

Materiale - - - - - :
 Tykkelse - - - - - :
 Massefylde - - - - - :

Solfangerens udformning iøvrigt.

Absorberen er indbygget i en aluminiumskasse. Kendetegnet for denne solfanger er at aluminiumsabsorberen har små huller jævnt fordelt over arealet.

Der er to tilslutninger i hver ende, der går ud gennem siderne af kassen.

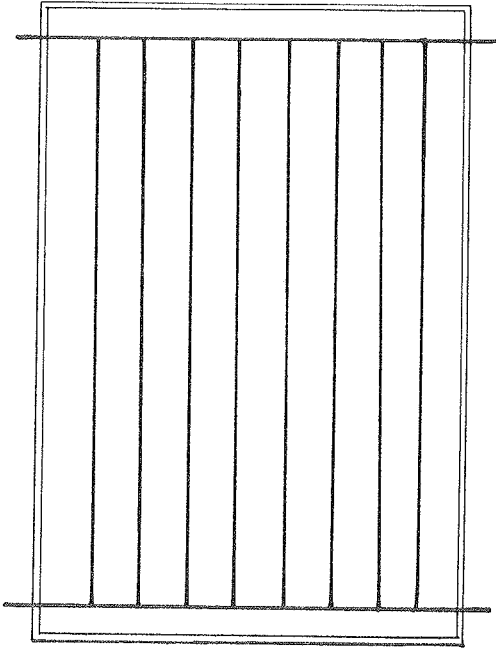


Fig. 2.1. Solfanger set forfra.

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurven for solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_0 = 0,72$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvartal hvori målingerne er udført regnet i sand soltid. Vindhastigheden v , angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Det fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 6,19 + 0,0353(t_m - t_1)$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturer svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C. Tilsvarende gælder udtrykket kun når solfangerens hældning er 45° og vindhastigheden er 5m/s.

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning.

$$EFF = 0,72 - (6,19 + 0,0353(t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C.

Vindhastigheden er ca. 5m/s.

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30°.

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er vand.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800 W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_i) / I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m^2	§	m/s	°C	l/min	°C	°C	$^{\circ}C m^2/W$	
780820	10.45	22,1	888	18	5		3,83	18,0	5,98	-0,0012	0,737
	11.00	22,0	911	18	5		3,85	17,9	6,10	-0,0011	0,737
	11.15	21,9	931	17	5		3,75	17,9	6,34	-0,0009	0,730
	11.30	22,4	947	17	5		3,80	17,9	6,43	-0,0014	0,736
	11.45	22,4	953	17	5		3,88	17,8	6,38	-0,0015	0,740
	12.00	22,4	951	17	5		3,93	17,8	6,26	-0,0016	0,736
	12.15	23,1	957	16	5		3,89	17,8	6,38	-0,0022	0,735
	12.30	23,1	955	15	5		3,89	17,8	6,36	-0,0023	0,733
	12.45	23,4	951	14	5		3,75	17,7	6,50	-0,0026	0,724
	13.00	23,4	944	14	5		3,76	17,8	6,43	-0,0025	0,724
	13.15	23,5	926	14	5		3,81	17,8	6,24	-0,0028	0,724
	13.30	23,3	904	14	5		3,83	17,8	6,01	-0,0028	0,719

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr: 18 Solfangerfabrikat: Sunstrene 5a

Effektivitetene er baseret på solfangerens transparente areal 2,41 m²

Dato	Tid	t_l	I_t	P_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_l)/I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	‰	m/s	°C	l/min	°C	°C	°C m ² /W	
780821	10.45	21,6	904	14	5		3,63	18,0	6,30	-0,0005	0,727
	11.00	21,5	922	14	5		3,67	17,9	6,37	-0,0004	0,730
	11.15	21,6	952	13	5		3,57	17,9	6,70	-0,0003	0,724
	11.30	21,6	972	13	5		3,66	17,9	6,69	-0,0004	0,727
	11.45	21,4	983	13	5		3,69	17,9	6,69	-0,0002	0,725
	12.00	21,6	986	13	5		3,46	18,0	7,11	-0,0001	0,720
	12.15	21,9	984	13	5		3,36	18,0	7,37	-0,0002	0,726
	12.30	22,1	986	13	5		3,19	17,9	7,67	-0,0003	0,719
	12.45	22,4	969	13	5		3,18	18,0	7,68	-0,0006	0,724
	13.00	22,6	951	13	5		3,09	17,9	7,76	-0,0008	0,724
	13.15	22,7	935	14	5		3,15	18,1	7,46	-0,0010	0,719
	13.30	22,6	912	15	5		3,19	17,9	7,18	-0,0011	0,718

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID-nr: 18 Solfangerfabrikat: Sunstrems 5a

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 2,41 m²

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
21.5	2.81	33.9	0.97	11.9	6.58
22.0	2.98	50.5	2.32	27.3	7.22
22.7	3.0	69.9	4.14	45.4	7.75
22.7	3.0	81.3	5.44	56.2	8.19

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr. : 18

Solfangerfabrikat : Sunstreame 5a

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal 2.41 m^2 .

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5m/s .

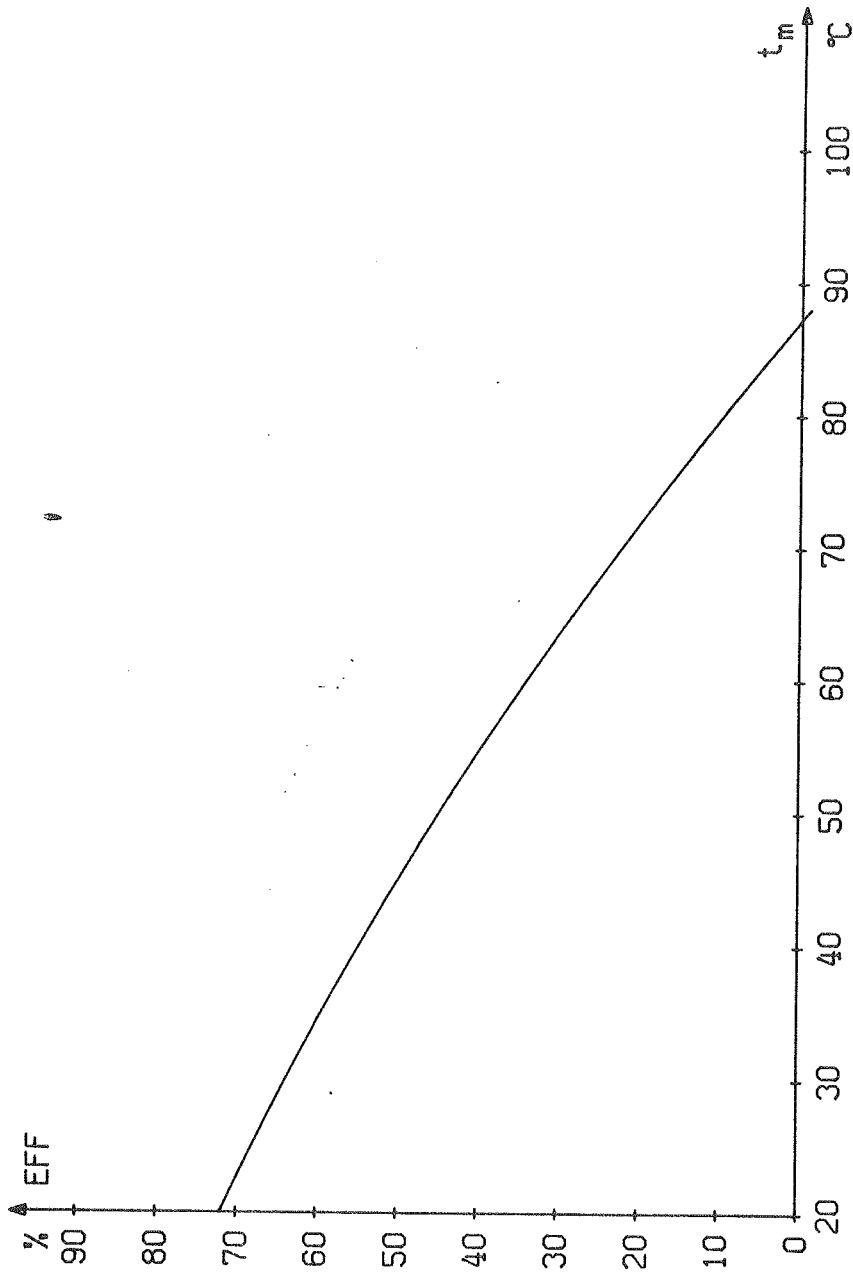


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-nr.: 18 Solfangerfabrikat: Sunstreame 5a
Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt med vand ved 20°C. Der er målt ved 7 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 10 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

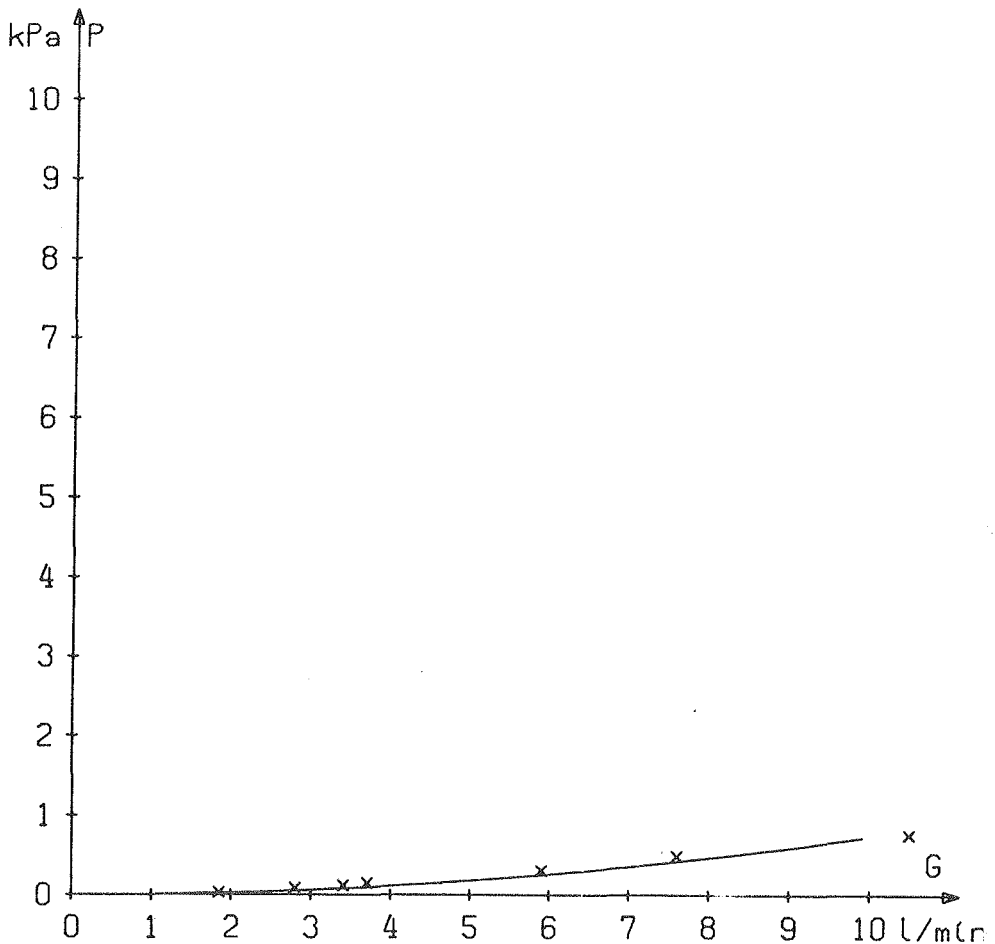


Fig. 4.1 Tryktabskurve for solfanger
Solfangerfabrikat: Sunstreme 5a
Solfanger ID-nr. 18
Kurven er gyldig for vand ved 20°C.

9. Solfangerfabrikat Metro, ID-nr. 19

1. Identifikation af solfangeren

Solfangerimportør

Firmanavn - - - - - : Metro
 Adresse - - - - - : Bymosevej 1-3
 3200 Helsinge
 Tlf.nr. - - - - - : (03) 29 62 11
 Solfangermodel - - - - - : Metro, type 3
 Solfangerens ID-nr. - - - - - : 19

2. Beskrivelse af solfangeren

Tegninger af solfangeren findes på fig. 2.1

Solfangerens ydre dimensioner.

Længde - - - - - : 1.31 m
 Bredde - - - - - : 0.89 m
 Tykkelse - - - - - : 0.10 cm
 Solfangerens vægt vandfyldt - - - - : 36 kg

Transparente lag

Antal lag - - - - - : 1
 Materiale - - - - - : glas
 Tykkelse* - - - - - : 3 mm
 Solfangerens transparente areal - - : 1.00 m²

Absorbatoren

Type - - - - - : plade med rørspiral oven
 på sort emalje
 Rør - plade forbindelse - - - - : punktsvejsning
 Absorbatorbelægning* - - - - - : sort emalje
 Plademateriale* - - - - - : stål
 Pladetykkelse (øverst/nederst)* - : 1.25 mm
 Rørmateriale* - - - - - : stål emaljeret udvendigt
 og indvendigt

Rørdiametre* (d_u / d_i) - - - - - : 17mm / 12.5mm
 Væskeindhold - - - - - : 0.9 l
 Anbefalet væske* - - - - - :

Bagsideisolering

Materiale* - - - - - : polyurethanskum
 Tykkelse* - - - - - : 4.5 cm
 Massefylde - - - - - : 30kg / m³

Kantisolering

Materiale - - - - - : polyurethan
 Tykkelse - - - - - : 1.5 cm
 Massefylde - - - - - : 30kg / m³

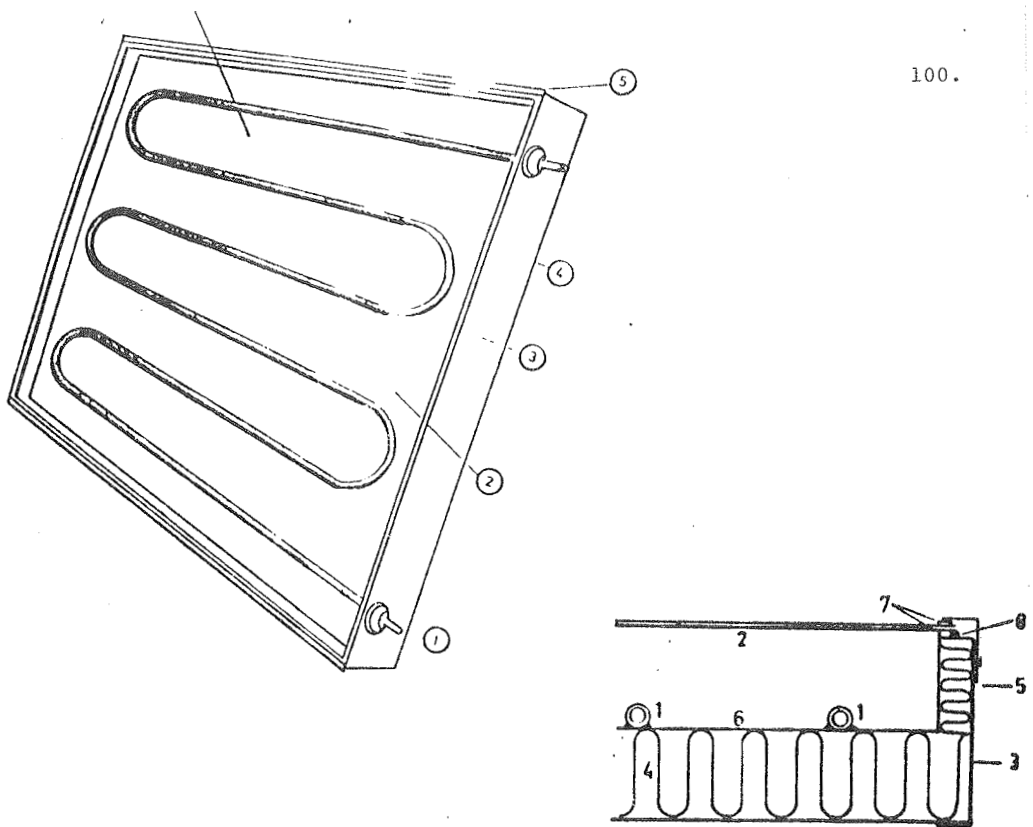
Solfangerens udformning iøvrigt.

Solfangeren er bygget op om en ramme af galvaniseret stålplade.
 Der er ingen bundplade.

Glasset ligger oven på rammen med en cellegummiliste (butyl)* imellem. Desuden er der en silikonefugning* mellem glasset og rammen. Glasset fastholdes af fire glaslister af galvaniseret stålplade med en cellegummiliste (butyl)* imellem. Hulrummet mellem glasset og absorbatoren er 4-5 cm*.

Absorbatorpladen understøttes af polyurethan skumisolering. De to tilslutninger er ført ud i en af de korte sider. Rørene stikker ca. 1 cm uden for den yderste kant af solfangeren. I samme side er der anbragt et lille rørstykke for montering af føler til styring af solvarmeanlægget.

* Oplyst af solfangerfabrikant.



- 1: 3/8" emaljerede rør
- 2: Frontrude 3 mm
- 3: Sideramme, galvaniseret
- 4: Isolering polyurethanskum
- 5: Fastgørelseskant
- 6: Emaljeret absorberflade
- 7: Gummiliste
- 8: Siliconemasse

Fig. 2.1 Tegninger af solfanger (brochure-kopi)

3. Solfangerens maksimaleffektivitet, varmetabsudtryk og effektivitetskurve.

Effektivitetskurvemfor solfangeren er målt og beregnet som omtalt i appendiks A. Målingerne er udført på prøvestande, der er beskrevet i appendiks B og C.

Resultaterne af målingerne af maksimaleffektiviteterne og vejrforholdene under målingerne fremgår af tabel 3.1. Solfangerens maksimaleffektivitet, beregnet som middelværdien af de enkelte maksimaleffektiviteter, blev:

$$\eta_o = 0.69$$

Det anførte tidspunkt i tabellen står for starten af det kvarter, hvori målingerne er udført, regnet i sand soltid. Vindhastigheden v angiver enten den naturlige vindhastighed eller hastigheden af den tvungne luftstrømning langs solfangeren.

Resultaterne af målingerne af varmetabsudtrykket er angivet i tabel 3.2. Der fandtes ved lineær regression følgende udtryk:

$$k = 6.15 + 0.0316 (t_m - t_1) \quad \text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Da varmetabet er afhængig af temperaturniveauet gælder udtrykket kun for lufttemperaturen svarende til den lufttemperatur, hvorved målingerne blev udført, nemlig ca. 20°C . Tilsvarende gælder udtrykket kun, når solfangerens hældning er 45° , og vindhastigheden er 5m/s .

Solfangerens effektivitetskurve blev beregnet på grundlag af målingerne af solfangerens maksimaleffektivitet og varmetabsudtrykket ud fra følgende ligning

$$\text{EFF} = 0.69 - (6.15 + 0.0316(t_m - t_1)) \frac{t_m - t_1}{I_t}$$

Udtrykket for effektiviteten gælder kun under følgende forhold:

Hældningen af solfangeren er 45°

Temperaturen af luften og omgivelserne er ca. 20°C

Vindhastigheden er ca. 5m/s

Indfaldsvinklen for solstrålerne er mindre end 30° .

Andelen af den diffuse solstråling afviger ikke væsentligt fra den under målingerne forekommende.

Det varmetransporterende medium er vand.

Kurven, svarende til en solintensitet på 800W/m^2 , er optegnet på fig. 3.1.

Betydningen af de anvendte symboler i tabellerne og i figuren fremgår af symbollisten.

Dato	Tid	t_1	I_t	p_d	v	t_s	G	t_i	t_d	$(t_m - t_1)/I_t$	η_o
Å M D	T M	°C	W/m ²	%	m/s	°C	l/min	°C	°C	°C m ² /W	
78-05-26	10.30	19.5	866	22	5		1.26	21.0	6.19	0.0053	0.660
78-05-26	10.45	19.6	895	21	5		1.26	21.2	6.43	0.0054	0.664
78-05-26	11.00	19.6	866	22	5		1.26	21.4	6.34	0.0057	0.660
78-05-26	11.15	19.5	924	21	5		1.26	21.6	6.72	0.0059	0.674
78-05-26	11.30	20.0	919	21	5		1.26	21.7	6.85	0.0056	0.688
78-05-26	11.45	20.2	915	21	5		1.26	21.9	6.78	0.0056	0.685
78-05-26	12.00	20.3	934	20	5		1.26	22.0	7.00	0.0056	0.672
78-05-26	12.15	20.6	941	20	5		1.26	22.1	7.11	0.0059	0.676
78-05-26	12.30	20.3	935	20	5		1.26	22.2	7.02	0.0058	0.695
78-05-26	12.45	20.8	917	20	5		1.26	22.3	6.89	0.0059	0.695
78-05-26	13.00	20.8	903	20	5		1.26	22.4	6.81	0.0055	0.696
78-05-26	13.15	20.8	883	20	5		1.26	22.4	6.69	0.0056	0.699
78-05-29	10.30	23.3	878	15	5		1.26	24.6	6.55	0.0052	0.686
78-05-29	10.45	23.3	895	15	5	0	1.26	24.7	6.79	0.0054	0.699
78-05-29	11.00	23.8	918	15	5		1.25	24.6	7.02	0.0047	0.695
78-05-29	11.15	24.1	930	15	5		1.25	24.8	7.20	0.0046	0.702
78-05-29	11.30	24.0	942	16	5		1.24	24.8	7.32	0.0047	0.700
78-05-29	11.45	24.1	952	16	5		1.22	24.8	7.42	0.0046	0.690
78-05-29	12.00	24.1	962	16	5		1.22	24.8	7.54	0.0046	0.674
78-05-29	12.15	24.1	962	16	5		1.20	24.8	7.57	0.0047	0.687
78-05-29	12.30	24.6	953	17	5		1.18	24.9	7.62	0.0043	0.683
78-05-29	12.45	24.7	930	18	5		1.18	24.9	7.61	0.0043	0.679
78-05-29	13.00	24.9	871	20	5	+3	1.16	24.9	7.14	0.0041	0.688
78-05-29	13.15	24.8	804	22	5		1.16	24.9	6.69	0.0043	0.698

Tabel 3.1 Måleresultater vedrørende maksimaleffektiviteten

Solfanger ID nr : 19 Solfangerfabrikat: Metro Type 3

Effektiviteterne er baseret på solfangerens transparente areal 1.00 m²

t_l	G	t_i	t_d	$t_m - t_l$	k_i
$^{\circ}\text{C}$	l/min	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
22.2	1.22	31.6	0.67	9.0	6.27
22.0	1.27	45.2	1.79	22.3	7.03
22.0	1.30	63.4	3.36	39.8	7.52
22.5	1.28	84.6	5.41	59.4	7.92

Tabel 3.2 Måleresultater vedrørende varmetabskoefficienten.

Solfanger ID-nr. : 19

Solfangerfabrikat : Metro, type 3

Varmetabskoefficienten er baseret på solfangerens transparente areal 1.00 m^2 .

Målingerne gælder for en solfangerhældning på 45° og en luft-hastighed på 5 m/s .

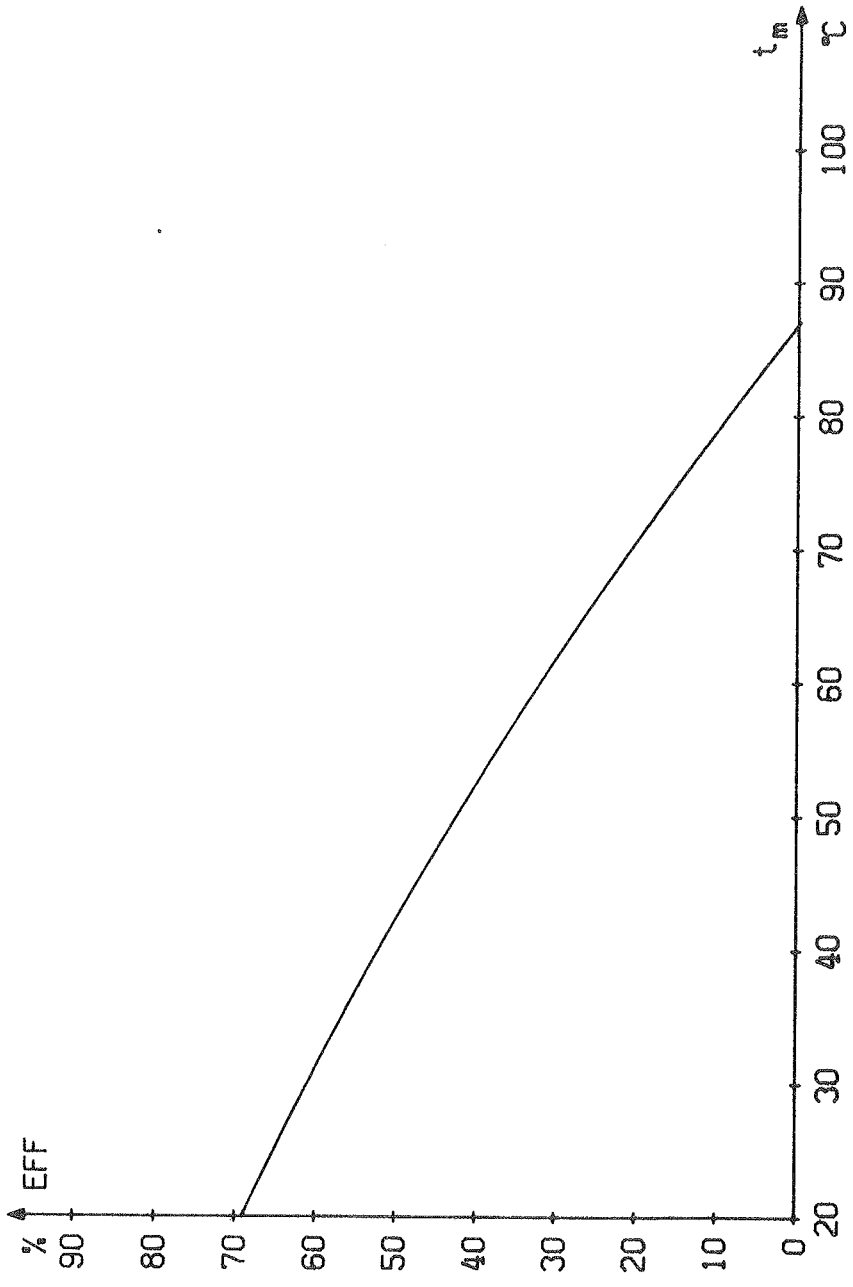


Fig. 3.1 Effektivitetskurve for solfanger
Solfanger ID-nr.: 19 Solfangerfabrikat: Metro 3
Gyldig for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800 W/m²

4. Solfangerens tryktab.

Tryktabet over solfangeren er målt for vand ved 20°C. Der er målt ved 5-7 forskellige væskegennemstrømninger i området fra 0 til 10 l/min. Måleopstillingen er beskrevet i appendiks D.

Resultaterne af tryktabsmålingerne er angivet i fig. 4.1, hvor også en tilnærmet andengradskurve er optegnet.

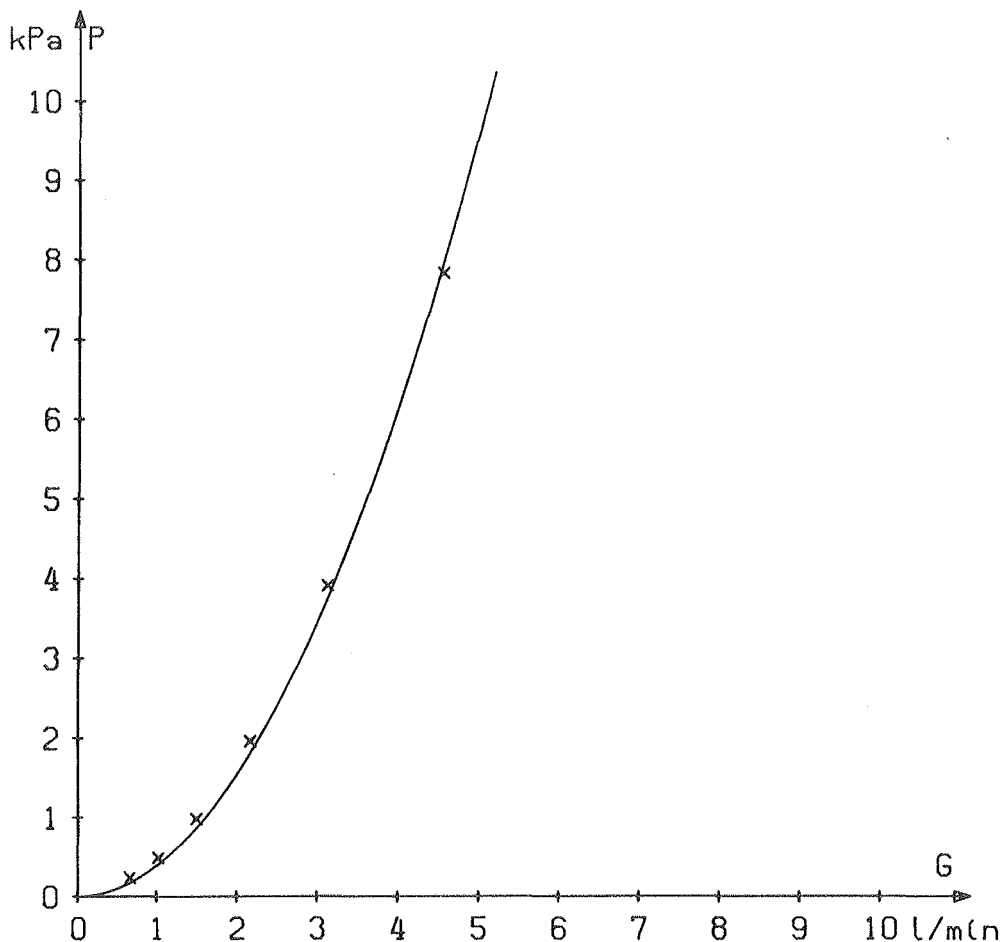


Fig 4.1 Tryktabskurve for solfanger

Solfangerfabrikat : Metro 3

Solfanger ID-nr : 19

Kurven er gyldig for vand ved 20°C

Procedure for bestemmelse af solfangerens effektivitetskurve.

Den anvendte prøvningsprocedure er baseret på et tysk forslag fremsat af Arbeitsgemeinschaft Solarenergie E.V. (ASE) i september 1976.

Det væsentlige i prøvningsproceduren er, at solfangerens effektivitet fastlægges ved en kombination af udendørs og indendørs målinger.

Solfangerens maksimaleffektivitet bestemmes ved udendørs målinger i klart solskin, og med en middeltemperatur af det varmetransporterende medium, der ikke afviger mere end 5°C fra den omgivende lufttemperatur.

For at udjævne små variationer benyttes der ikke øjebliksværdier, men middelværdier over 15 minutter af de forskellige størrelser. Resultaterne fra hver 15 minutters periode kaldes et datapunkt. Effektiviteten bestemmes ved indsættelse i udtrykket (se symbollisten)

$$\eta = \frac{G \cdot \rho \cdot c_p \cdot t_d}{A \cdot I_t}$$

Solfangerens varmetab bestemmes ved indendørs målinger, hvor det varmetransporterende medium i solfangeren holdes på temperaturer, der er højere end den omgivende lufttemperatur. Varmetabet bestemmes ved indsættelse i udtrykket.

$$Q = G \cdot \rho \cdot c_p \cdot t_d$$

Ved alle målingerne skal vindhastigheden langs glasset på solfangeren være højere end 4m/s og væskegennemstrømningen skal være ca. 1,2 l/min/m² baseret på solfangerens transparente areal.

Varmetabet ved forskellige temperaturer af det varmetransporterende medium omregnes til varmetabskoefficienter ved benyttelse af solfangerens transparente areal og forskellen mellem

middeltemperaturen af det varmetransporterende medium og lufttemperaturen. Der anvendes udtrykket

$$k_i = \frac{Q}{A \cdot (t_m - t_1)} \quad , \quad t_m = t_i + t_d / 2$$

De herved fundne varmetabskoefficienter samles i et første - gradsudtryk, hvori temperaturforskellen er den variable. Der fås herved et udtryk af formen.

$$k = k_o + k_k \cdot (t_m - t_1)$$

Resultaterne af de udendørs målinger korrigeres for afvigelser mellem middeltemperaturen af det varmetransporterende medium og lufttemperaturen, idet varmetabskoefficienten ved en temperaturdifferens på nul benyttes. Der benyttes udtrykket.

$$\eta_o = \eta + \frac{k_o (t_m - t_1)}{I_t}$$

Derefter bestemmes solfangerens maksimaleffektivitet som midelværdien af de korrigerede effektiviteter for de udvalgte datapunkter.

Maksimaleffektiviteten og varmetabsudtrykket sammensættes til et effektivitetsudtryk som vist.

$$EFF = \eta_o - (k_o + k_k (t_m - t_1)) (t_m - t_1) / I_t$$

En effektivitetskurve beregnes på grundlag af udtrykket for lufttemperaturen 20°C og solintensiteten 800W/m^2 .

Appendiks B

Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af maksimaleffektivitet1. Prøvestandens placering

Prøvestanden befinder sig på DTH's forsøgsareal ved Nordvej. (se fig. 1.).

Placeringen er således, at der på intet tidspunkt af året vil falde skygger fra omkringliggende bygninger eller beplantning på solfangerne.

De omkringliggende arealer er mark, græs og asfalt. Selve prøvearealet er gruslagt. Reflektionskoefficienterne fra disse arealer er ikke ekstreme og vil ikke give anledning til specielle hensyn.

2. Beskrivelse af prøvestanden

Prøvestanden består af en kontorpavillon, hvor der på taget er placeret et træstativ med en flade, der holder 45° . (se fig. 2.)

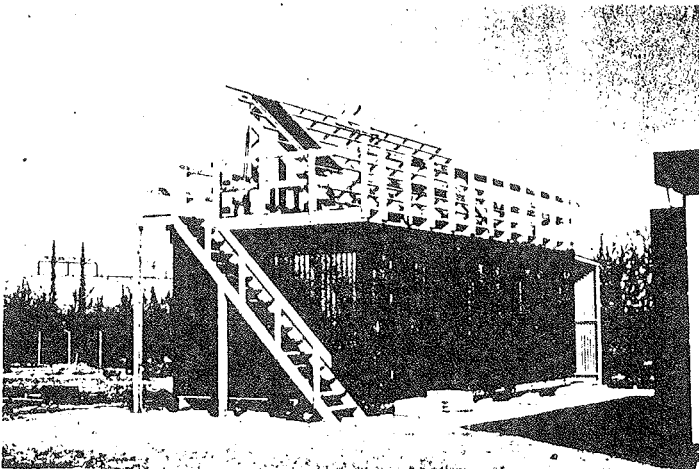
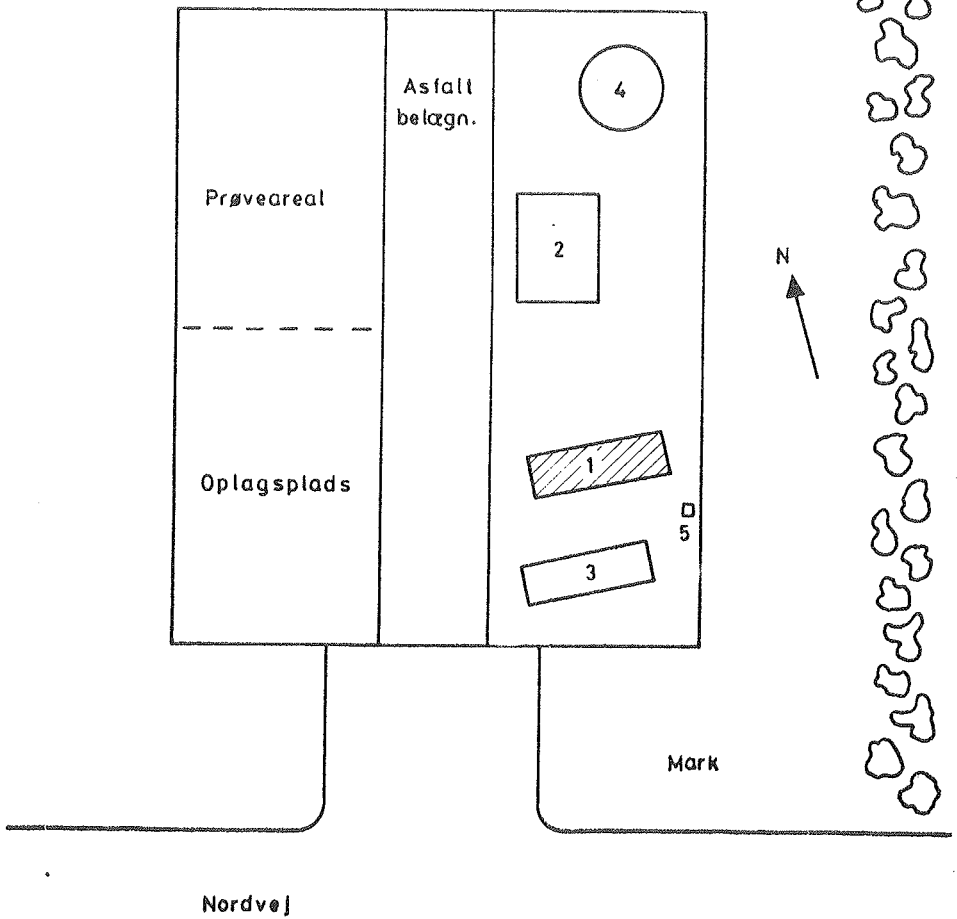


Fig. 2 Prøvestanden set fra sydvest.



Nordvej

Græs

Bygninger

Fig. 1. Prøvestandens placering på pladsen.

1. Prøvestand
2. Målehus
3. Forsøgshus
4. Brandforsøgsplads
5. Engelsk hytte

Bygningens ene facade og dermed stativets skrå flade, vender direkte mod syd. Den skrå flade har dimensionerne 3,5 x 9 m og fladen befinder sig ca. 3 m over terræn. Der kan normalt kun måles på solfangere, hvis dimensioner ikke overskrider 1,80 m i bredden og 3,00 m i længden.

Kapaciteten er på 5 solfangere fordelt på , 3 væskesolfangere og 2 luftsolfangere. Imidlertid er prøvestanden forberedt til en udvidelse til 5 væskesolfangere.

De væskesystemer, der er opbygget, er beregnet til at benytte vand, som det varmetransporterende medium, men ved at skifte vandmålerne ud, kan der benyttes andre væsker.

3. Anlæg til afprøvning af væskesolfangere.

Til afprøvning af væskesolfangere er der udført 3 systemer af rør, pumper, varmevekslere osv. der er fastgjort på vinkeljernstativer og derefter isoleret.

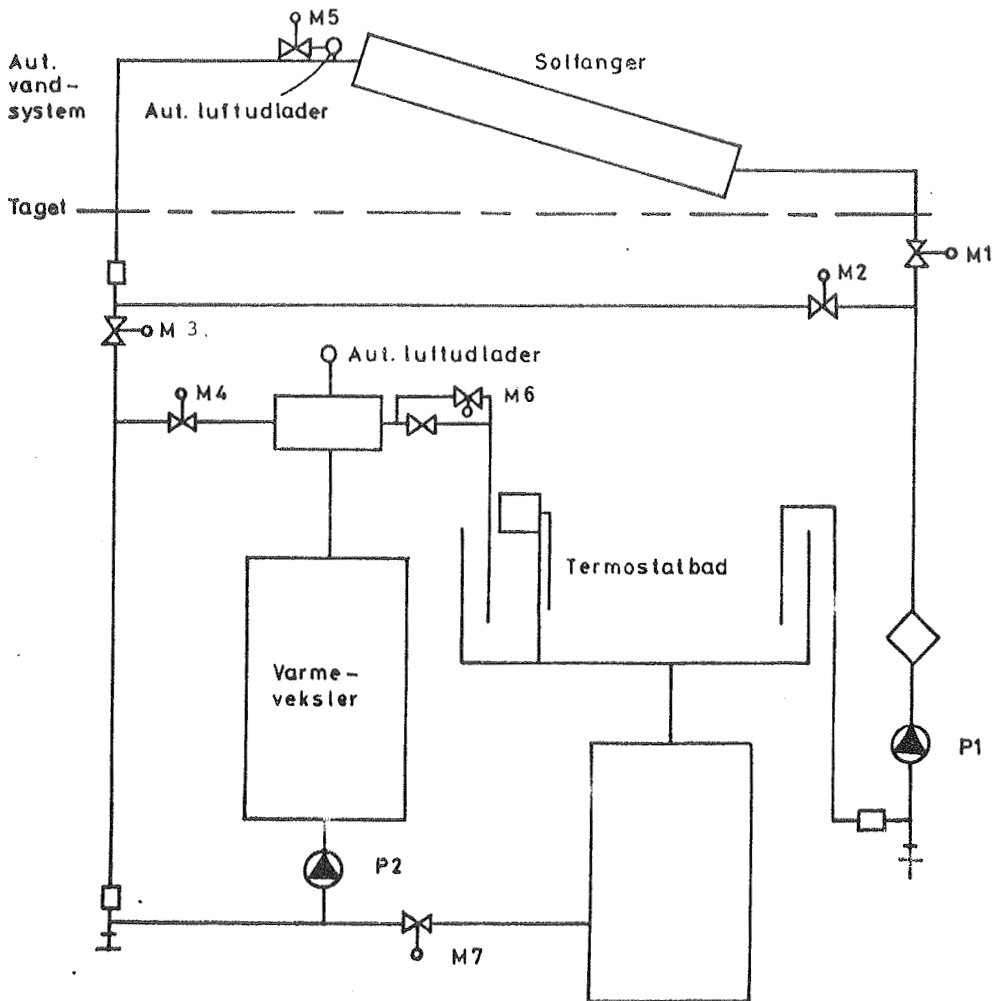
For at kunne køle den fra solfangerne afgivne varme, er der installeret et køleanlæg på 7kW.

Fig. 3 viser hvorledes væskesystemet er opbygget.

Ved normale forhold virker væskesystemerne på følgende måde:

Pumpen 1 suger væske fra karret og sender den gennem solfangeren. Her sker der en opvarmning, der køles i varmeveksleren. Denne styres af en temperatur, hvor føleren sidder umiddelbart efter varmeveksleren og ventilen på kølevandssiden. Pumpen 2 er nødvendig, da væskegennemstrømningen forbi føleren og reguleringen ellers er for langsom, så reguleringen ikke er god nok. Dette sker, når M4 er lukket og de 2 pumper arbejder da i serie, hvilket kan give stor vandhastighed, hvis det er nødvendigt. Ved normal drift er M4 altså åben.

Finjusteringen af temperaturen sker i karret. Heri er der et 1240 W varmelegeme, der styres on-off af et kontaktermometer. Det udjævner temperatorens svingninger.



⊙ : Pumpe

◇ : Flow-måler

⊥ : Aftapningsshane

⊗ : Reguleringsventil

⊕ : Magnetventil

□ : Filter

Fig. 3 Diagram over væskesolfangerprøvestanden

Der er installeret yderligere et varmelegeme på 1000 W, der ikke er styret af kontaktermometret, der benyttes ved høje temperaturniveauer til kompensering af varmetab i rør og slanger.

Grunden til de store anstrengelser man gør for at holde en konstant fremløbstemperatur er, at væskehastigheden er så langsom gennem solfangerne, at en svingende fremløbstemperatur vil give stor usikkerhed på målingen af temperaturstigningen på væsken.

4. Måling af vejrdata

For at kunne beregne effektiviteten af en solfanger, er det nødvendigt at kende vejrforholdene på måletidspunktet.

Udelufttemperaturen måles i en meteorologisk vejrstationshytte, hvis placering ses på fig. 1. Selve målingen foretages med et termoelement, der er ophængt i hytten.

Vindretningen og vindstyrken måles med en vejrstation af typen Schillknecht 655 - 660. Denne består af et kopanemometer og en vindfane. Begge målinger kan direkte indlæses på en datalogger.

Solintensiteten måles med solarimetre fra Kipp og Zonen. Disse er placeret øverst på midten af den skrå flade. Den samlede indstråling bliver målt, og den diffuse stråling måles med et afskærmet solarimeter.

5. Måling af driftsdata

Alle de temperaturer, der er nødvendige til beregninger, måles med termoelementtråde af typen kobber-konstantan.

Der benyttes lokale referenceblokke, som er placeret ved hver prøvestand. Disse er placeret i isolerede kasser, og ved hjælp af et klemrækkesystem er det let af koble termoelementtråde fra solfangerne til. Signalerne føres ned i 20-lederkabler,

der er fast installeret.

De lokale referencetemperaturer henføres til en central reference, der er placeret i huset.

Dette system gør, at det er let at koble målesteder til.

Temperaturstigningen over solfangerne måles med termoelementer med 10 termosøjler i hver.

Ved væskesystemerne er loddestederne placeret i dyrkrør. Disse er i T-stykker sat ind i kredsløbene og isoleret godt fra omgivelserne i kasser. Disse kasser tilsluttes så tæt ved solfangerne som muligt for at forhindre varmetab i til- og fraledninger i at have indflydelse på målingerne.

6. Registrering af måledata

Målesystemets hjerte er en datalogger af typen HP-IB-3051 A, med 40 kanaler. Denne type er programmerbar og er samtidig en regnemaskine. Der er ingen integrator i systemet men ved at aflæse ofte og lagre værdierne kan en middelværdi udregnes over en ønsket tidsperiode.

Man kan også direkte indsætte værdierne i et udtryk og få skrevet sine reducerede data ud på en regnemaskinstrimmel.

Alle måleresultater kan registreres på en papirbåndstation og edb-mæssig viderebehandling er derefter mulig.

7. Den forventede nøjagtighed på målingen.

Den nøjagtighed der kan forventes på beregningerne er bestemt af følgende usikkerhed på målingerne:

$$S(I_t) / I_t = 2\%$$

$$S(G) / G = 1\%$$

$$S(t_d) / t_d = 2\%$$

Udtrykket for effektiviteten, når der ses stort på korrektion for temperaturforskellen, er

$$\eta_o \approx \eta = \frac{G \cdot \rho \cdot c_p \cdot t_d}{A \cdot I}$$

og den relative usikkerhed bliver da

$$\frac{s(\eta_o)}{\eta_o} = \sqrt{(s(G)/G)^2 + (s(t_d)/t_d)^2 + (s(I)/I)^2}$$

$$\frac{s(\eta_o)}{\eta_o} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,02^2}$$

$$\frac{s(\eta_o)}{\eta_o} = 3\%$$

Appendiks C

Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af varmetabsudtryk.

Prøvestanden består af et prøvebord og et vandcirkulationsanlæg samt måleudstyr.

Prøvebordet, der er vist på fig 1, består af en stålramme med en 16 mm spånplade oven på. Solfangeren fastgøres hertil og en vindtunnel af spånplade monteres over den så tværstrømsblæseren kan give den samme lufthastighed over hele solfangeren.

Vandcirkulationsanlægget, der er vist på fig 2, er udstyret med pumper, elvarmelegeme og styring, så der kan holdes en konstant høj fremløbstemperatur og en konstant gennemstrømning.

Måleudstyret består af en strømningsmåler med flyder for direkte aflæsning, en termosøjle af kobber-konstantan-termoelementer for måling af vandets afkøling og kobber-konstantan-termoelementer for måling af luft- og vandtemperatur. Temperaturerne og afkølingen registreres ved hjælp af en mV-skriver. Lufthastigheden måles med et varmetrådsanemometer.

Udtrykket for varmetabskoefficienten er

$$k = \frac{G \cdot \rho \cdot c_p \cdot t_d}{A \cdot (t_m - t_l)}$$

Usikkerheden på de målte størrelser er skønnet til

$$s(G)/G = 2\%$$

$$s(t_d)/t_d = 2\%$$

$$s(t_m - t_l)/(t_m - t_l) = 1\%$$

Ved indsættelse i udtrykket for den relative usikkerhed fås

$$s(k)/k = \sqrt{(s(G)/G)^2 + (s(t_d)/t_d)^2 + (s(t_m - t_1)/(t_m - t_1))^2}$$

$$s(k)/k = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2 + 0,01^2}$$

$$s(k)/k = 3\%$$

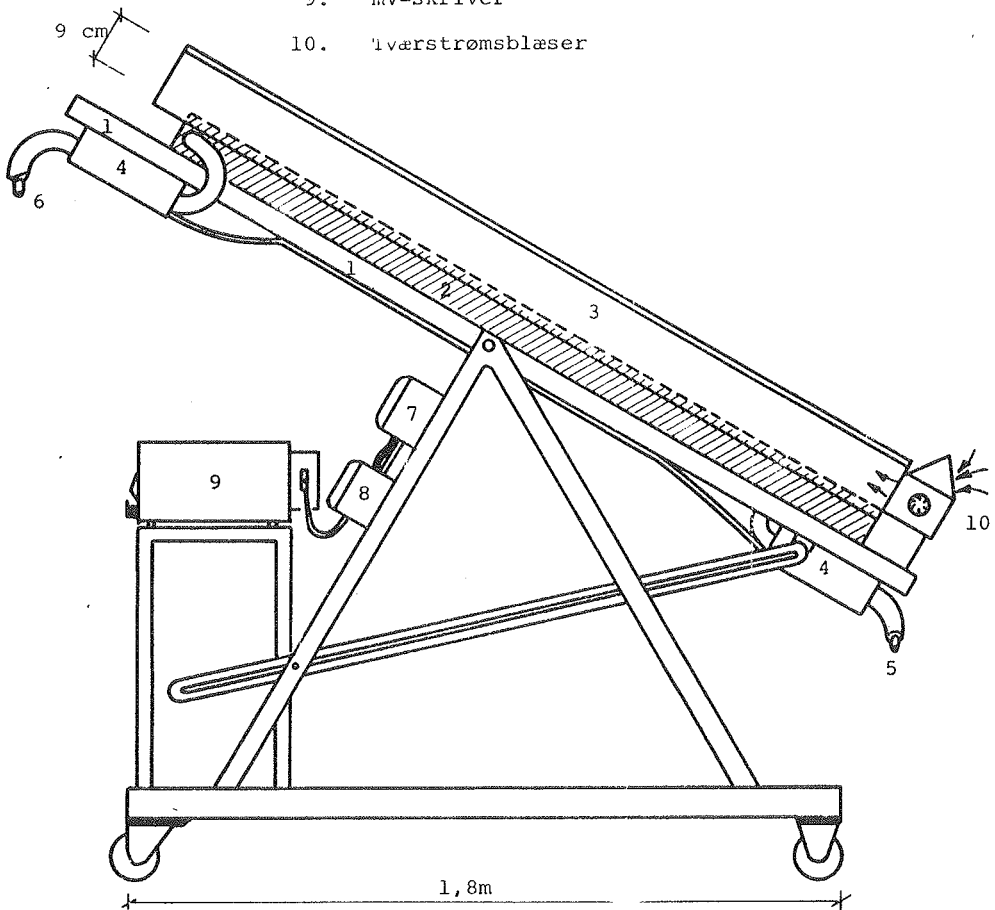
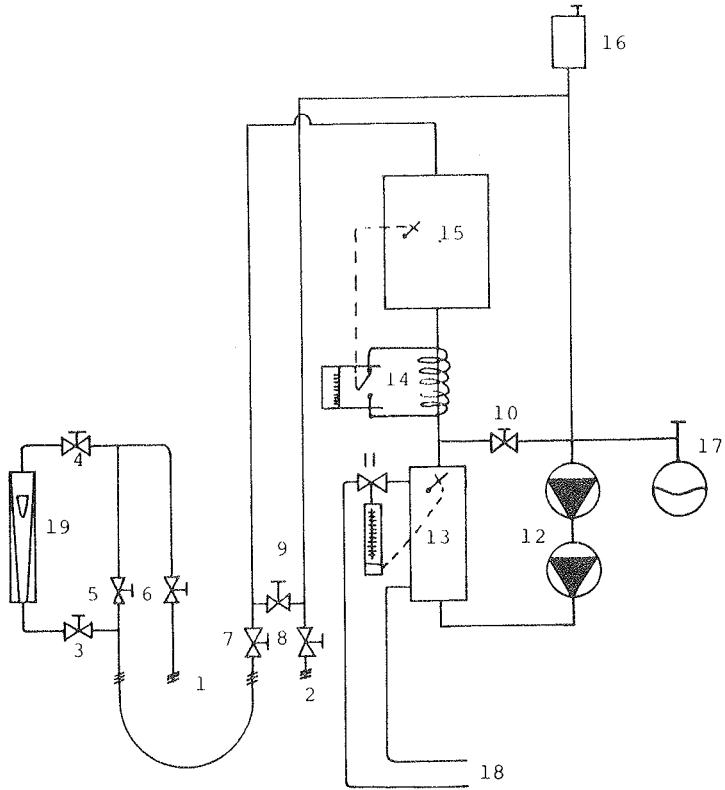


Fig 1. Prøvebord for anbringelse af solfanger under varmetabsmålinger.



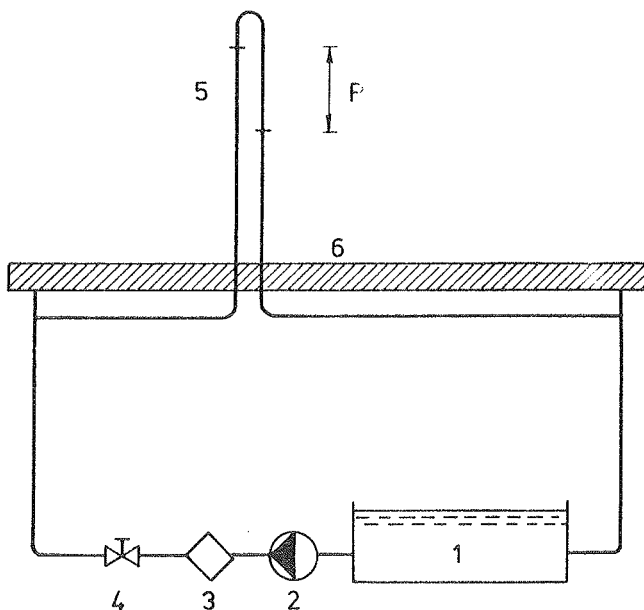
- | | | | |
|-------|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1. | Fremløb | 14. | Varmelegeme (termostatstyret) |
| 2. | Tilbageløb | 15. | Vandmagasin |
| 3-10. | Ventiler | 16. | Udluftning |
| 11. | Termostatventil | 17. | Trykexpansion |
| 12. | Pumper | 18. | Til kølesystem |
| 13. | Varvevexler (termostatstyret) | 19. | Strømningsmåler |

FIG 2. Vandcirkulationsanlæg

Beskrivelse af prøvestand for bestemmelse af tryktabet.

Prøvestanden består af et termostatbad, pumpe, strømningsmåler og manometer. Et principdiagram er vist på fig 1.

I termostatbadet holdes væsken på en konstant temperatur. En passende strømning tilvejebringes ved hjælp af pumpen og reguleringsventilen. Strømningens størrelse bestemmes med en ringstempelmåler og stopur. Tryktabet over solfangeren aflæses direkte i mm VS på manometerslangerne af klar plast.

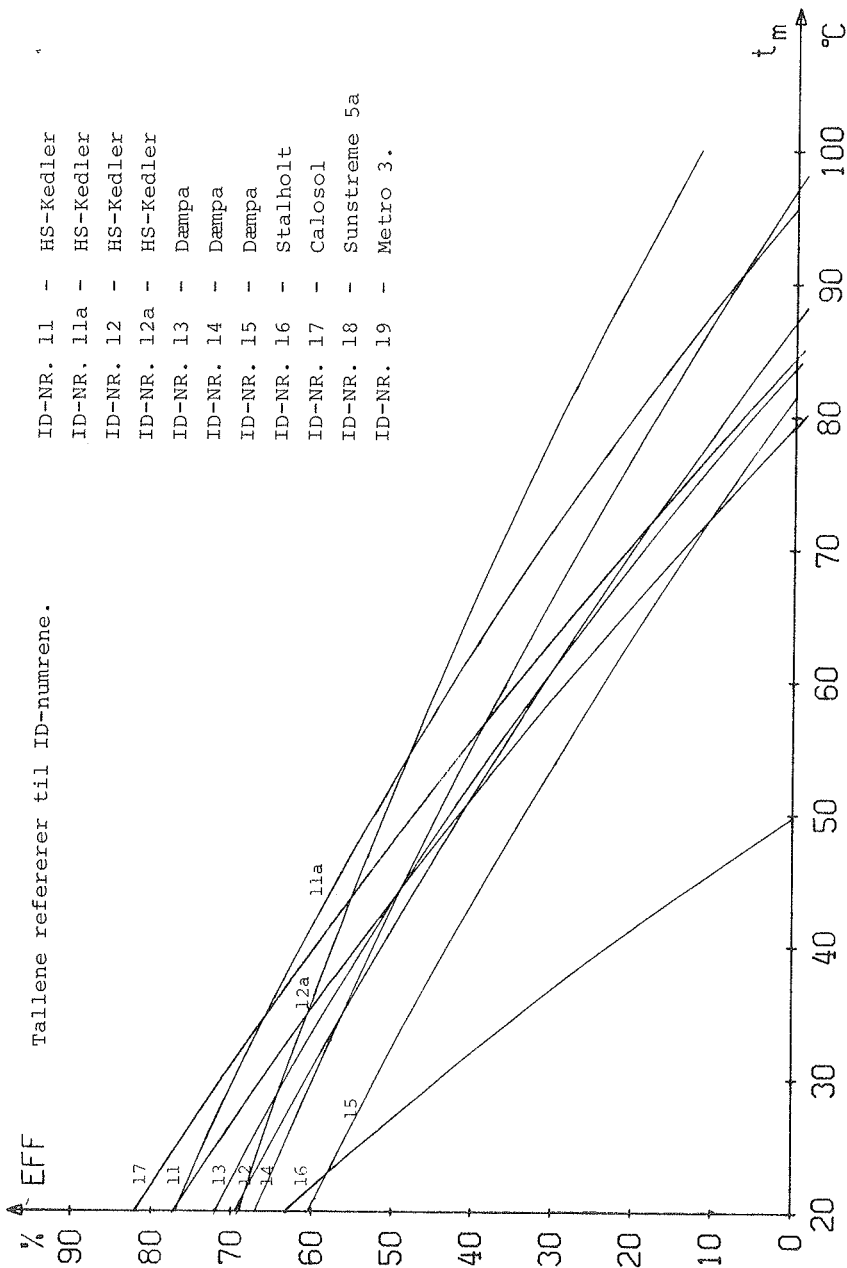


1. Termostatbad
2. Pumpe
3. Strømningsmåler
4. Reguleringsventil
5. Manometerslange
6. Solfanger

Fig. 1. Principdiagram af prøvestand for tryktabsmåling

Symbolliste

- A : Solfangerens transparente areal
 EFF : Effektiviteten af solfangeren
 G : Væskegennemstrømning
 I_t : Intensitet af total solstråling på solfangeren
 P : Tryktab over solfangeren
 Q : Varmetab fra solfangeren
 c_p : Varmefylde
 k : Varmetabskoefficient (udtrykket)
 k_i : Varmetabskoefficient (individuelle værdier)
 k_k : Varmetabskoefficientens hældning
 k_o : Varmetabskoefficientens startværdi
 p_d : Intensiteten af diffus solstråling i procent af den totale solstråling
 t_d : Temperaturdifferens på solfangeren mellem solfangerens udløb og indløb.
 t_i : Temperatur af væske i solfangerens indløb
 t_l : Lufttemperatur
 t_m : Middelttemperatur af væske i solfanger
 t_s : Himmelstrålingstemperatur
 v : Vindhastighed
 η : Maksimaleffektivitet før korrektion for temperaturforskel
 η_o : Maksimaleffektivitet
 ρ : Massefylde



Sammenligning af effektivitetskurver.

Gyldig for lufttemperaturen 20°C, og solintensitet 800 W/m².

