

EFFEKTIVITETSPRØVNING AF SOLFANGERE



S. SVENDSEN

MEDDELELSE NR. 107

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING

DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

NOVEMBER 1980

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse for hvert af afsnittene	2
Symbolliste og enheder	2
Sammenfatning	3
Summary	3
Sammenligning af solfangernes effektivitet	5
ID-nr. 101 DANSK KLIMABLOCK	11
ID-nr. 102 NOABYG	21
ID-nr. 103 ELEKTROPOWER	31
ID-nr. 104 ANS SOLVARME	41
ID-nr. 105 AEC-ARILD	51
ID-nr. 110 DÆMPTEK	61
ID-nr. 111 JE-BU	71
ID-nr. 112 CORONA VEX	81
ID-nr. 113 CALOSOL	91
ID-nr. 116 SOLTEKNIK	101
ID-nr. 117 MAX SIBBERN	111
ID-nr. 118 DANSK SOLVARME (uden glas)	121
ID-nr. 119 ZACHOMATIK	131
ID-nr. 121 FLÅKT DANMARK	141
ID-nr. 124 HS KEDLER (to lag glas)	151
ID-nr. 125 HS KEDLER (ét lag glas)	161
ID-nr. 126 HS KEDLER (ét lag glas, selektiv absorber)	171
ID-nr. 129 DANSK SOLVARME	181
ID-nr. 130 SOLARMATIC SOLVARME	191
ID-nr. 131 DÆMPA (ét lag glas, selektiv absorber)	201
ID-nr. 132 DÆMPA (ét lag glas plus én plastfolie)	211
ID-nr. 133 DÆMPA (ét lag glas)	221
ID-nr. 134 E.W. RASMUSSEN	231
ID-nr. 135 METRO	241
ID-nr. 136 MASKINFABRIKKEN PAN(TOLUTEX)	251
ID-nr. 137 SILVER	261
ID-nr. 138 BATEC	271
Appendiks A	281
Appendiks B	286

Indholdsfortegnelse for hvert af afsnittene om de enkelte solfangere

1. Identifikation af solfangeren
2. Beskrivelse af solfangeren
 - 2.1 Transparente lag
 - 2.2 Absorberen
 - 2.3 Isolering
 - 2.4 Solfangerens opbygning
 - 2.5 Solfangerens montering og tilslutning
3. Prøvemethode og prøvestand
4. Resultater
 - 4.1 Generel omtale af resultaterne
 - 4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Appendiks A. Prøvemethoden

Appendiks B. Prøvestanden

Symbolliste og enheder

E	Solintensitet	W/m^2
M	Væskestrømning	kg/s
T_d	Temperaturstigning eller - fald over solfangeren	$^{\circ}C$
T_i	Indløbstemperatur	$^{\circ}C$
T_l	Lufttemperatur	$^{\circ}C$
T_m	Middeltemperatur af væsken	$^{\circ}C$
k	Varmetabskoefficient	$W/m^2^{\circ}C$
k_o	Varmetabskoefficientens startværdi	$W/m^2^{\circ}C$
k_l	Varmetabskoefficientens temperatur- koefficient	$W/m^2^{\circ}C^2$
k_s	Varmetabskoefficienten som funktion af hældningen	$W/m^2^{\circ}C$
n	Effektivitet	
n_o	Effektivitet ved en væsketemperatur lig lufttemperaturen	
p_d	Tryktabet over solfangeren	kPa
s	Hældning fra vandret	grad

Sammenfatning

Rapporten omhandler prøvninger af solfangeres effektivitet udført ved Laboratoriet for Varmeisolering i perioden fra juni 1979 til august 1980.

Prøvningerne er udført ifølge en dansk-svensk prøvemetode. Den benyttede prøvestand er baseret på en solsimulator.

Der er omtalt prøvning af ialt 27 solfangere. For hver enkelt solfanger er der en beskrivelse af den og en omtale af resultaterne af effektivitetsprøvningen. Der er desuden udført en sammenligning af solfangernes effektiviteter.

Den udførte prøvning indgår i den systemvurdering, solvarmeanlæg må gennemgå for at blive godkendt som tilskudsberettigede i forbindelse med Lov om Statsstøtte til Vedvarende Energikilder.

Summary

This report contains detailed testing specifications of a number of solar collectors. These tests have been carried out at the Thermal Insulation Laboratory from June 1978 to August 1980.

The tests have been undertaken according to a Danish-Swedish testing method where the test-stand is based on a solar simulator.

The present report is dealing with testing of 27 solar collectors in all. A detailed description of each solar collector is given as well as the results of the efficiency tests are mentioned. Furthermore, a comparison of the efficiency of the various solar collectors has been made.

The testing which has been made is part of the system evaluation which will have to be made in order to be subsidized by the State as stated in "Law about State-grants to lasting energy sources".

Indledning

I forbindelse med "Lov om statstilskud til udnyttelse af vedvarende energikilder m.v.", der trådte i kraft i sommeren 1979, er det en betingelse for tilskud, at det pågældende anlæg gennemgår en systemvurdering med positivt resultat. En del af systemvurderingen består i en effektivitetsprøvning af solfangeren ved Laboratoriet for Varmeisolering.

Prøvningerne er udført ved hjælp af en solsimulator, der blev opbygget og indkøbt i 1977-79 på grundlag af en ekstraordinær bevilling fra undervisningsministeriet til DTH til undervisning og forskning i solvarme. Prøvningerne er udført i perioden fra juni 1979 til august 1980. I denne rapport er medtaget de afprøvede solfangere, der var på markedet i november 1980.

Sammenligning af resultater

Da solfangerne er afprøvet under ensartede forhold er det muligt at foretage en sammenligning af deres øjeblikkelige effektivitet. Ved sammenligning af solfangerne må man dog også være opmærksom på, at varmekapaciteten og transmissionsevnen ved forskellige indfaldsvinkler har indflydelse på solfangernes ydeevne, og disse er ikke medtaget i de viste effektiviteter. Udtrykkene for effektiviteten er samlet i tabel 1 og effektivitetskurverne er samlet på fig. 1. Effektiviteterne af solfangere med en almindelig absorberbelægning og ét eller to transparente lag samt solfangere med selektiv absorberbelægning og ét transparent lag er samlet hver for sig i figurerne 2, 3, og 4.

ID-nr.	Firma	antal trans- parente lag	absorber belægning	n ₀	k ₀	k ₁
					W/m ² °C	W/m ² °C
101	Dansk Klima- block A/S	1	ingen	0,73	8,7	0,003
102	Noabyg	1	sort maling	0,88	7,9	0,024
103	Elektropower A/S	2	sort maling	0,79	6,8	0,001
104	Ans Solvarme	1	sort maling	0,78	8,5	0,023
105	Alternative Energy Consul- tants	1	sort maling	0,74	6,6	0,027
110	Dæmptek	1	sort maling	0,78	7,6	0,023
111	Je-Bu Consult ApS	1	sort maling	0,82	6,1	0,039
112	Corona-Vex 1980	1	selektiv, sort nikkel	0,66	4,7	0,012
113	Calosol	1	selektiv	0,74	5,1	0,017
116	Solteknik	1	sort maling	0,83	6,9	0,025
117	Max Sibbern	1	sort maling	0,82	9,0	0,018
118	Dansk Sol- varme K/S	0	ingen	0,89	35,1	0,25
119	Zachomatik	1	selektiv, sort kobberoxyd	0,74	5,1	0,026
121	Fläkt Danmark A/S	1	selektiv sort krom	0,73	3,7	0,054
124	HS-Kedler, Tarm	2	sort maling	0,72	5,3	0,007
125	HS-Kedler, Tarm	1	sort maling	0,80	7,1	0,021

Tabel 1. Oversigt over solfangerne og deres effektivitetsudtryk ved en hældning på 45°

ID-nr.	Firma	antal trans- parente lag	absorber belægning	n _o	k _o	k _l
					W/m ² °C	W/m ² °C ²
126	HS-Kedler, Tarm	1	påklæbet selek- tiv folie af sort nikkel	0,79	4,7	0,007
129	Dansk Solvarme A/S	1	sort maling	0,63	7,1	0,007
130	Solarmatic Sol- varme	1	sort maling	0,82	6,7	0,023
131	Dæmpa A/S	1	selektiv, anodi- seret og farvet med nikkel	0,73	5,5	0,013
132	Dæmpa A/S	2	sort maling	0,66	5,3	0,017
133	Dæmpa A/S	1	sort maling	0,74	7,7	0,015
134	E.W. Rasmussen Horsens A/S	1	sort maling	0,84	8,3	0,029
135	Metro A/S	1	sort emalje	0,65	5,7	0,019
136	Maskinfabrikken Pan A/S	1	sort maling	0,82	7,0	0,024
137	Silver	1	sort maling	0,84	9,3	0,015
138	Batec	1	selektiv, kobberoxyd	0,64	4,8	0,017

Tabel 1 fortsat. Oversigt over solfangerne og deres effektivitetsudtryk ved en hældning på 45°

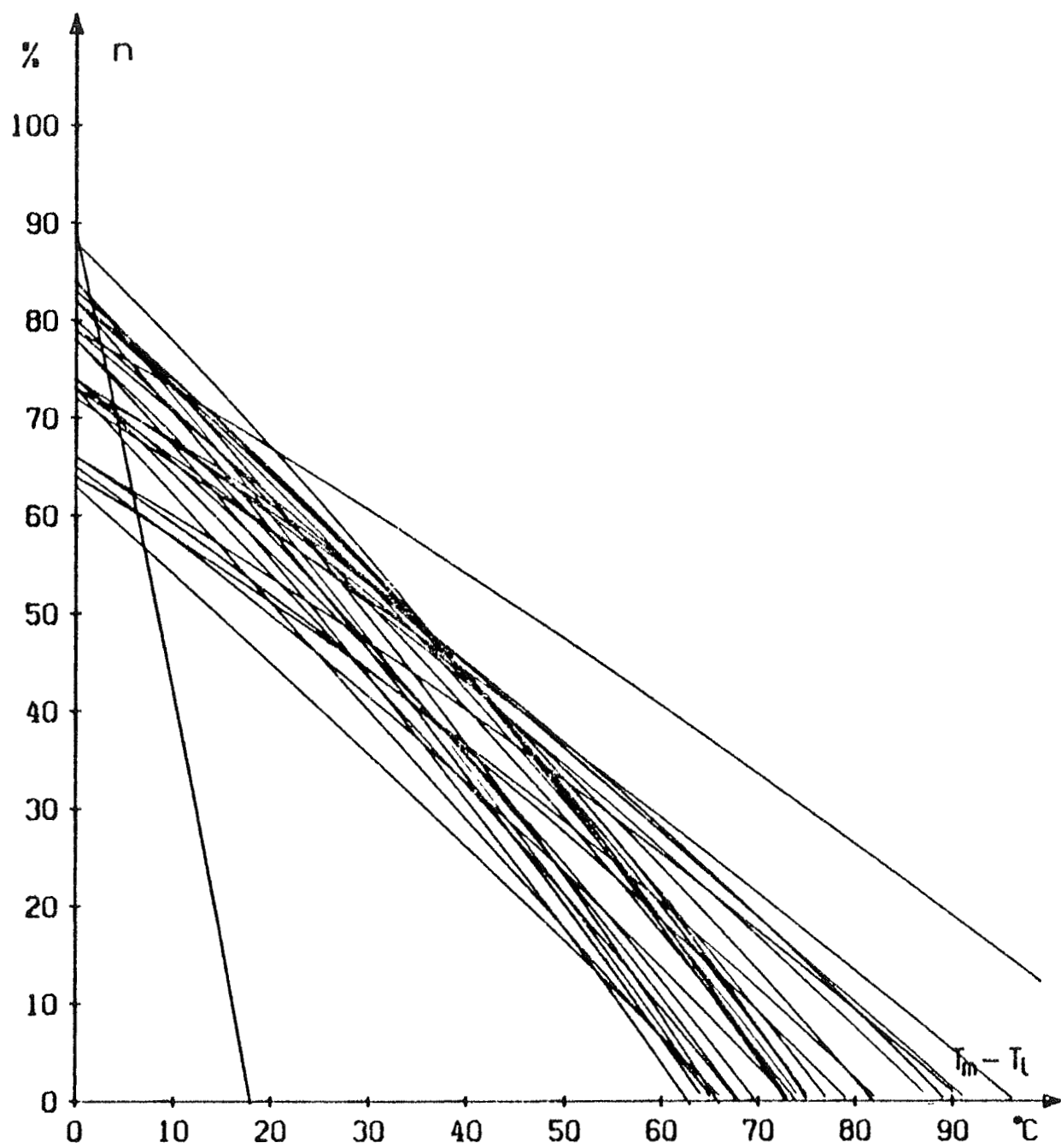


Fig. 1. Effektiviteten ved en solintensitet på 800 W/m^2 og en hældning på 45° for alle solfangerne

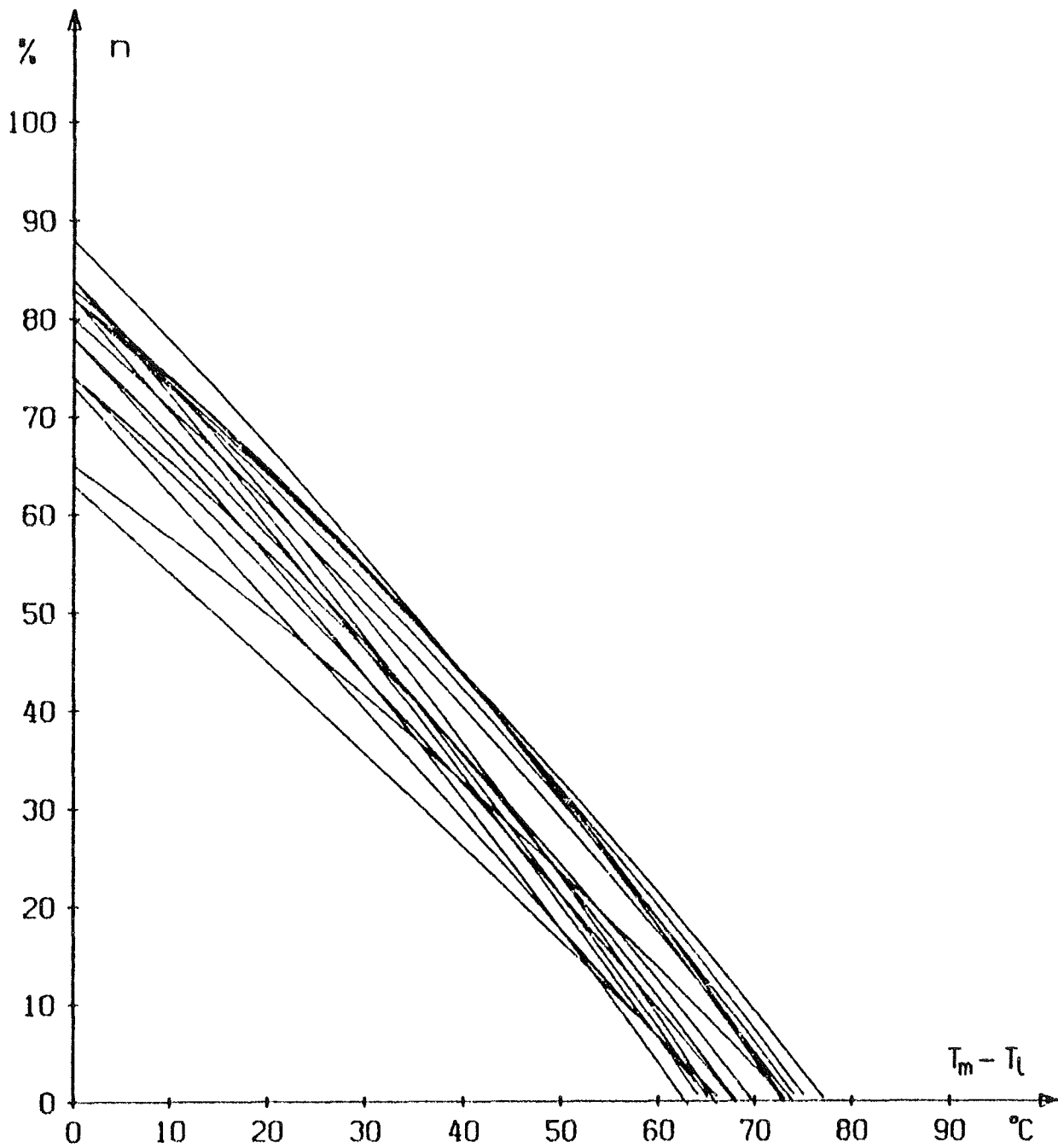


Fig. 2. Effektiviteten ved en solintensitet på 800 W/m^2 og en hældning på 45° for solfangerne med ét transparent lag og almindelig absorberbelægning.

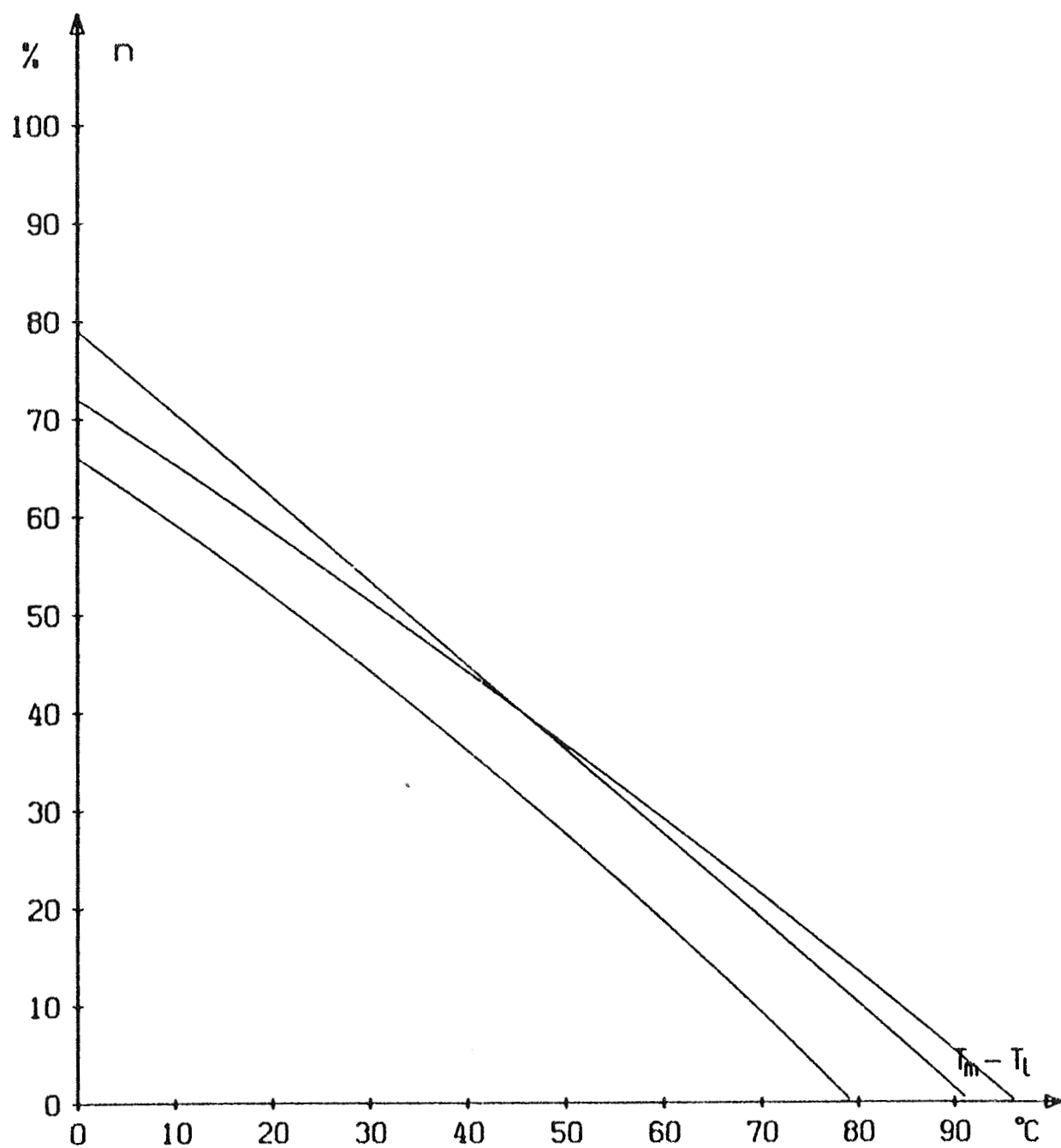


Fig. 3. Effektiviteten ved en solintensitet på 800 W/m^2 og en hældning på 45° for solfangerne med to transparente lag og almindelig absorberbelægning.

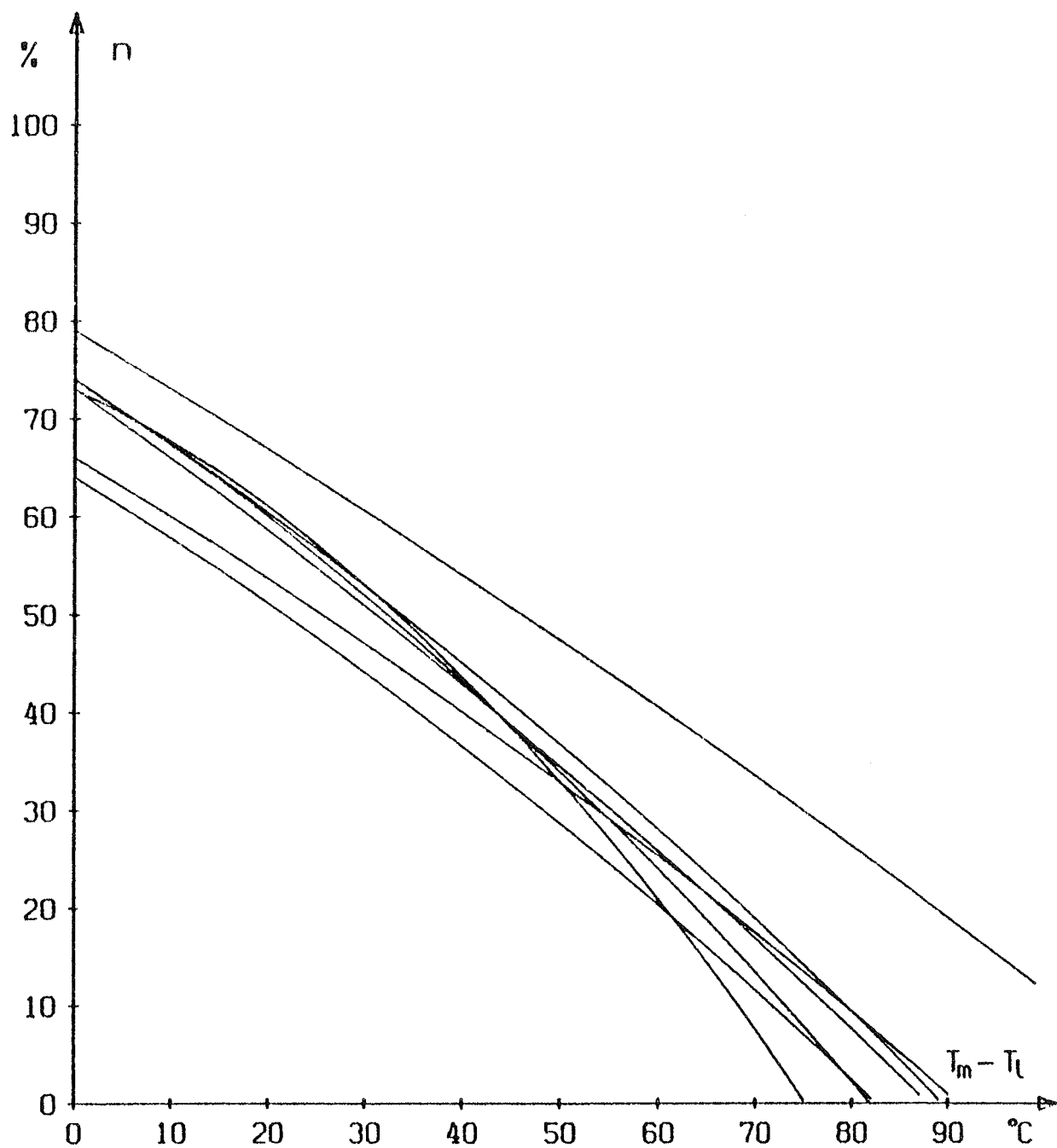


Fig. 4. Effektiviteten ved en solintensitet på 800 W/m^2 og en hældning på 45° for solfangerne med ét transparent lag og selektiv absorberbelægning.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Dansk Klimablock A/S
Postboks 5
Bregnerødvej 155
3460 Birkerød
Telf: 02 81 36 33

Solfangerfabrikant.....: Roth Werke
Vesttyskland

Solfangerens betegnelse.....: Rothasol

Solfangerens ID-nr*.....: 101

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist på fig. 2.1. En skitse af solfangeren er vist på fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,15 m
Bredde.....: 0,17 m
Højde (total).....: 0,12 m

Solfangerens vægt tom.....: 9 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 3,1 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol-vand (ETERNA)

Anbefalet koncentration.....: 40% (vol.)

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,014 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1000 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 200 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	acryl
Tykkelse af transparent lag...:	3 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20-70 mm
Transparent areal.....:	0,63 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	sort polypropylen
Kanalsystem.....:	rørslynge, tværgående
Antal kanaler.....:	48
Kanalernes indv. dimensioner....:	Ø 10 mm
Kanalernes godstykkelser.....:	3 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	2 mm
Forblindelsesteknik.....:	støbt ud i et
Absorberbelægning.....:	ingen
Absorberens vægt (tom).....:	4,5 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum med al-folie på begge sider.
Tykkelse.....:	20 mm
Kantisolering.....:	ingen ud over den hule ramme

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en hul ramme af sort polypropylen, hvortil den kuppelformede acrylplade er fastgjort v.hj. af glaslister, der er popnitted til rammen. Glaslisterne er af grå PVC. Der er anvendt fugemasse under og over acrylpladen, idet den øverste ligger i en rille i glaslisten. Absorbatoren er sammen med rammen fremstillet ved ekstrusionsblæsning af sort polypropylen. Isoleringspladen fastholdes af 8 stykker vinkelprofil af aluminium på bagsiden. På den nye model er der anvendt 4 gennemgående vinkelprofiler i stedet for. Der findes ingen udluftningshuller til hulrummet mellem absorberen og acrylkuplen.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan fastgøres i en udragende flig på rammen i hvert hjørne. Solfangeren er beregnet til montage uden på taget.

Tilslutningerne til solfangeren består af to gummislanger med indvendig diameter på 19 mm. Slangerne er fastgjort til absorberen med slangebånd inde i solfangeren og er ført ud gennem huller i rammens korte sider igennem gummityller.

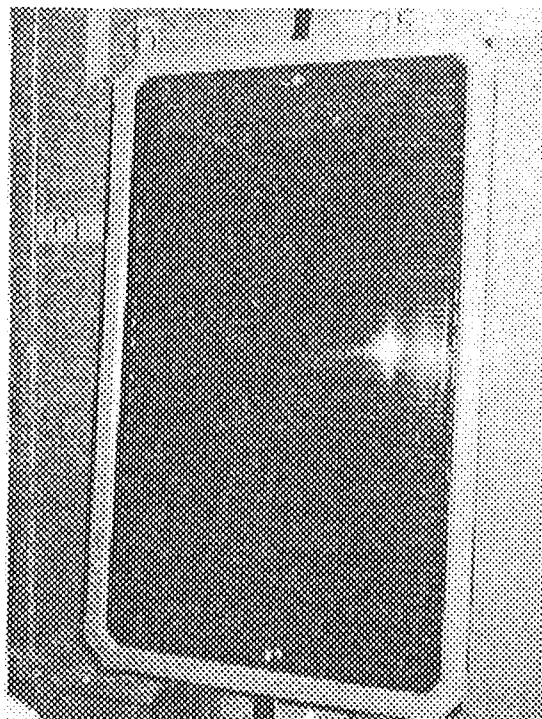


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

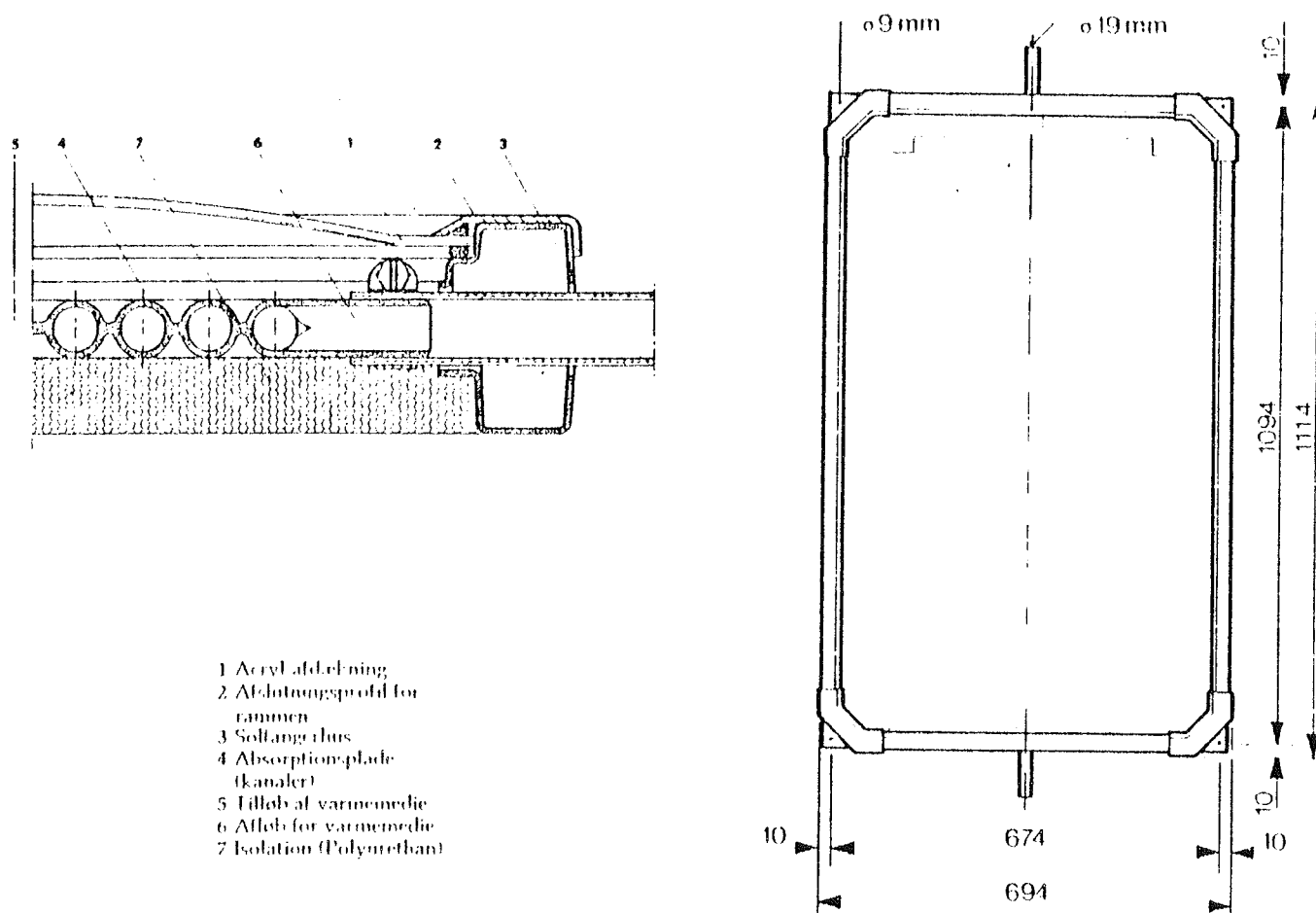


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juni 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,73 - 8,6 (T_m - T_l)/E - 0,003 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,0 - 0,004 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,73 - 8,7 (T_m - T_l)/E - 0,003 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($0,63\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 40% vol. ethylenglykol-vand (ETERNA)
- væskestrømningen er ca. 0,015 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøvningen blev der konstateret en vis deformation af absorbatoren, hvilket dog ikke skønnes at have indflydelse på effektivitet eller holdbarhed. Derimod blev der på den afprøvede model også konstateret en deformation af bagsideisoleringspladen, der bevirkede, at den åbnede sig i siden ind mod rammen. Dette er dog forhindret med de gennemgående vinkelprofiler på den nye udgave. Slangetilslutningerne til absorbatoren viste sig at være utætte, fordi slangebåndene ikke var spændt nok. Efterspændingen kunne kun foretages ved at lave et hul i isoleringen.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
934	0,0143	26,8	21,8	8,56	73,5
934	0,0145	26,9	21,8	8,52	73,5
934	0,0145	26,8	21,9	8,49	73,0
934	0,0145	26,4	21,9	8,53	73,4
934	0,0185	27,6	45,1	4,84	54,8
934	0,0185	27,7	45,1	4,78	54,1
934	0,0185	27,7	45,1	4,78	54,2
934	0,0184	27,7	45,1	4,87	54,9
937	0,0163	25,6	73,6	2,65	27,0
937	0,0165	25,7	73,6	2,62	26,9
937	0,0163	25,7	73,6	2,63	26,9
937	0,0163	25,7	73,6	2,63	26,8
917	0,0123	26,5	91,8	1,27	10,0
917	0,0123	26,6	91,8	1,22	9,7
917	0,0123	26,6	91,8	1,23	9,7
917	0,0121	26,6	91,8	1,22	9,5

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 0,63 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0157	24,5	54,4	2,45	7,75
45,0	0,0158	24,2	54,4	2,49	7,81
45,0	0,0157	24,3	54,5	2,48	7,73
45,0	0,0158	24,2	54,5	2,46	7,69
45,0	0,0157	24,3	54,5	2,46	7,70
22,5	0,0158	24,9	54,4	2,46	7,93
22,5	0,0157	24,9	54,4	2,46	7,90
22,5	0,0157	24,9	54,4	2,47	7,89
22,5	0,0158	24,9	54,4	2,47	7,97

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 0,63 m².

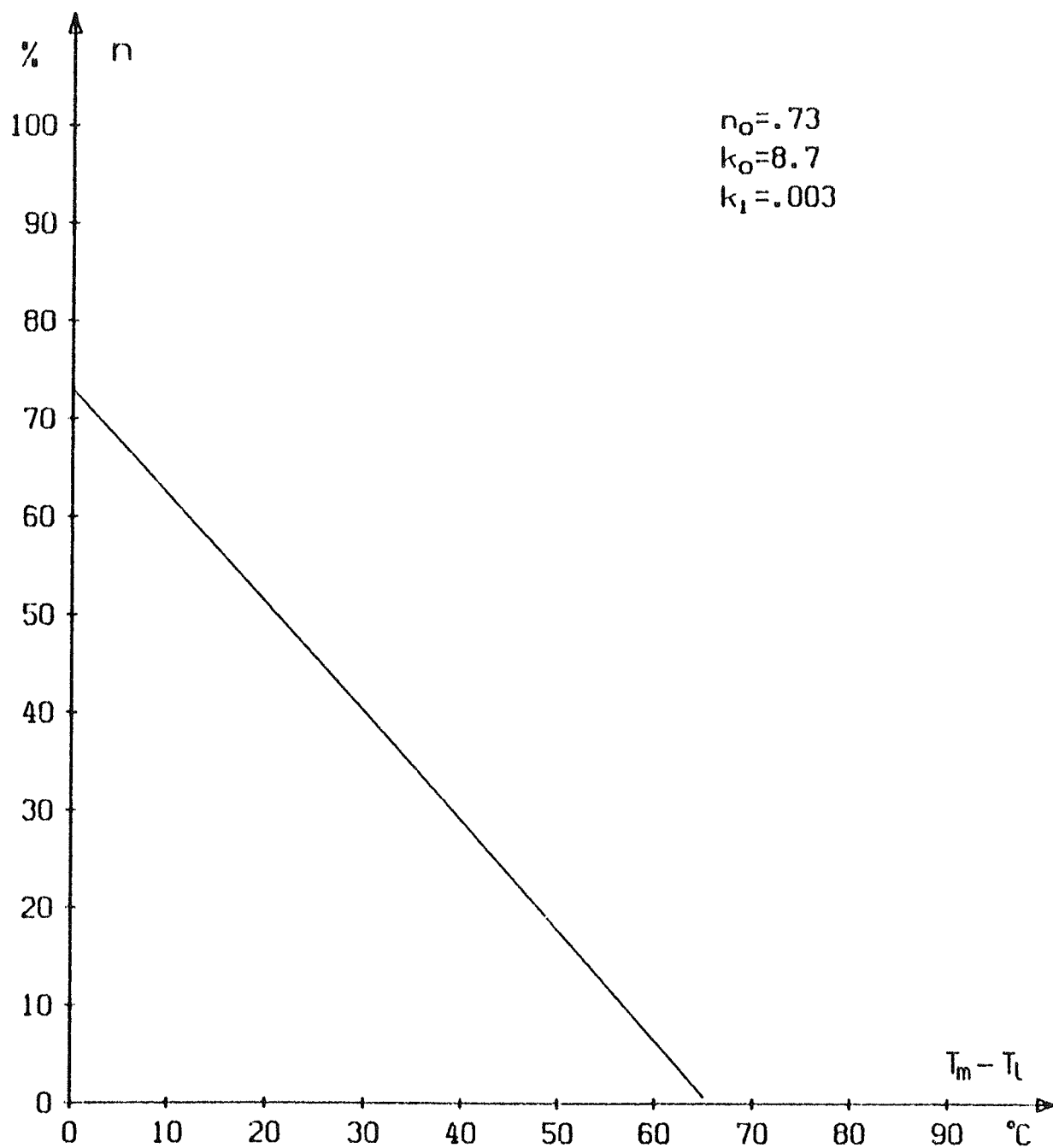


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 40% ethylenglykol. Væskestrøm $0,015 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $0,63 \text{ m}^2$.

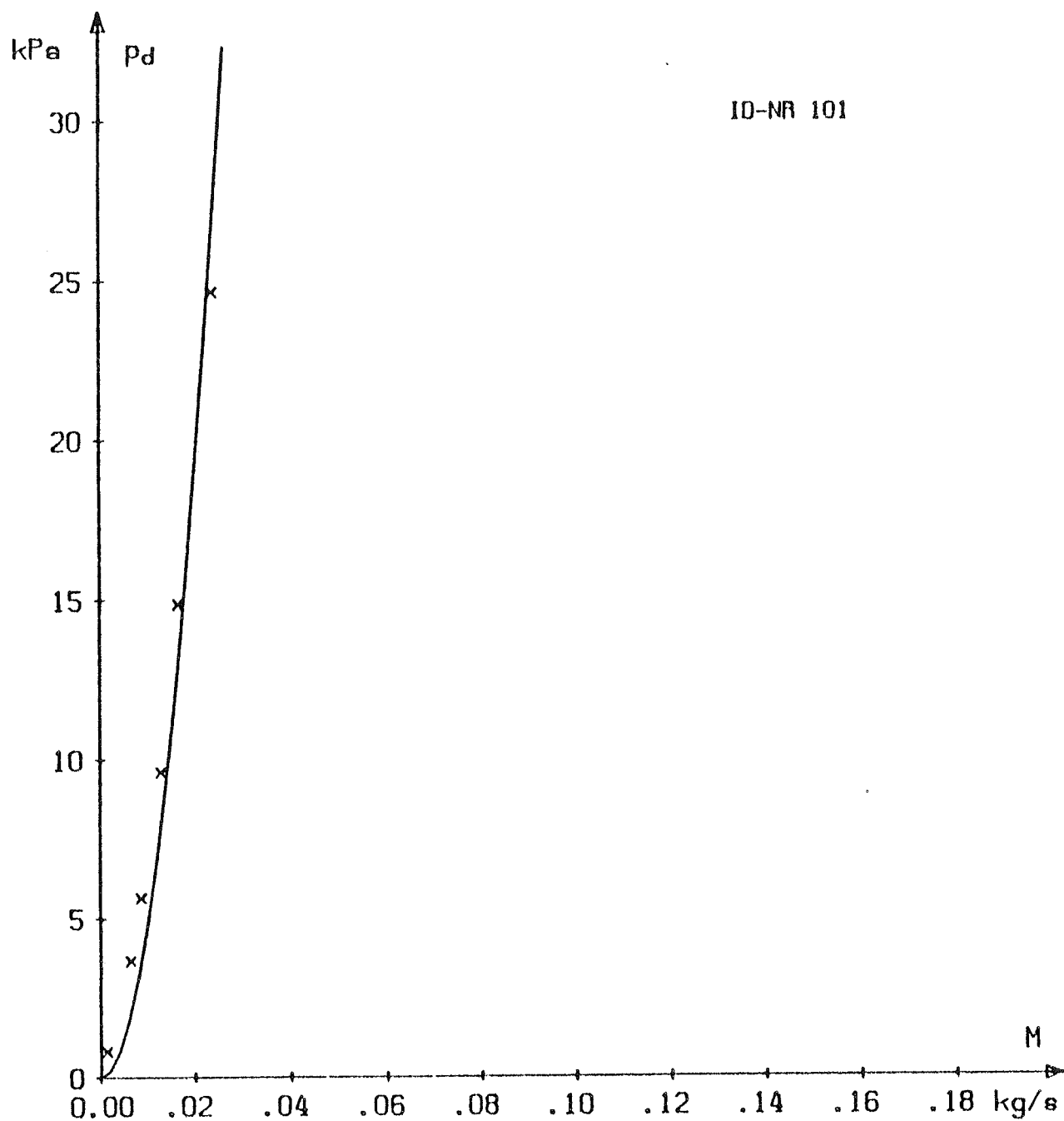


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 40% ethylenglykol-vand blanding ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant(rekvirent...: Noabyg
Assensvej 30
5750 Ringe 155
Telf: 09 62 35 04

Solfangerens ID-nr*.....: 102

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist på fig. 2.1.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,38 m
Bredde.....: 0,98 m
Højde (total).....: 0,08 m

Solfangerens vægt tom.....: 36 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 3,4 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol-vand, OK

Anbefalet koncentration.....: 38% (vol)

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,018 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	3,8 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	16 mm
Transparent areal.....:	0,92 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....:	3 x 15
Kanalernes indv. dimensioner....:	ca. 6 mm x 6 mm
Kanalernes godstykkelse.....:	1,25 mm
Fladetykkelse (mellem kanalerne):	2 x 1,25 mm
Forbindelsesteknik.....:	rulle- og punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	19 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	50 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld med sormalet al-folie
Tykkelse.....:	ca. 40 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en helstøbt ramme i glasfiberarmeret polyester med sort overflade, hvori glasset er anbragt i en forsækning i rammen, og det fastholdes og tættes v.hj.a. en sort silikone fugemasse. Absorberen er en sammenbygning af to almindelige panelradiatorer af fabrikat Caldo, idet vandkasserne er sammensvejst. Absorberen fastholdes af de fire tilslutningsrør, der er ført ud gennem rammen og tætnet med sort silikone fugemasse. Bagpladen er limet til den udragende kant på rammen og er forsynet med fire udluftningshuller. Udluftningen af hulrummet mellem glasset og absorberen sker således gennem isoleringen.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan fastgøres i den udragende del af bunden og rammen. Den er beregnet til anbringelse uden på tagbeklædningen, idet der ikke er muligheder for inddækninger.

Tilslutningerne består af fire 15 mm stålrør med udvendig gevind, der stikker ud af siderne.

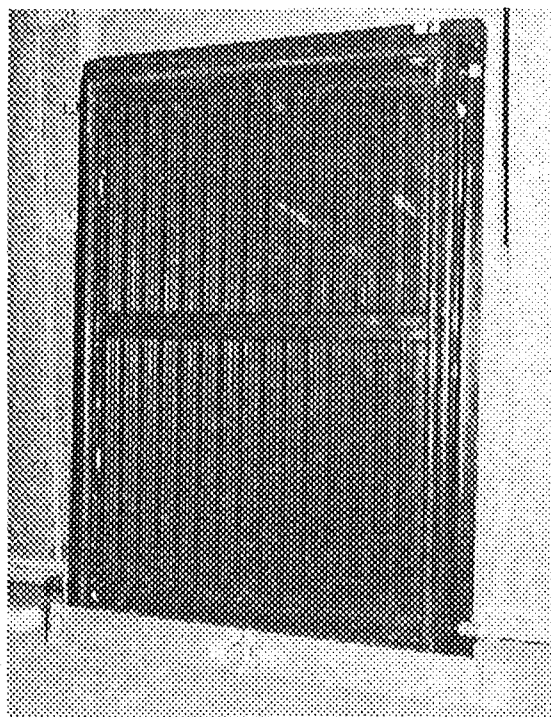


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juni 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,88 - 7,6 (T_m - T_l)/E - 0,023 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 9,3 - 0,012 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,88 - 7,9 (T_m - T_l)/E - 0,024 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($0,92\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 38% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,018 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet

for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Bortset herfra medførte stagnationsprøven ikke synlige forandringer.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
939	0,0193	25,8	21,7	10,22	87,5
-	0,0195	26,1	21,7	10,17	87,3
-	0,0193	26,1	21,7	10,19	86,9
-	0,0195	25,8	21,7	10,26	88,0
941	0,0198	26,7	41,0	8,14	71,8
-	0,0198	26,8	41,0	8,13	72,0
-	0,0198	26,5	41,0	8,08	71,5
-	0,0195	26,1	41,1	8,03	70,0
921	0,0183	25,3	72,5	4,85	41,5
-	0,0182	25,3	72,5	4,85	41,3
-	0,0182	25,2	72,6	4,81	40,9
-	0,0183	25,3	72,6	4,75	40,5
921	0,0184	25,6	89,4	2,73	23,6
-	0,0184	25,5	89,4	2,62	22,7
-	0,0184	25,5	89,4	2,67	23,1
-	0,0184	25,5	89,4	2,58	22,4

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 0,92 m²

s	M	T _l	T _l	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0188	22,4	74,9	5,23	8,44
-	0,0188	22,4	74,9	5,24	8,43
-	0,0188	22,4	74,9	5,24	8,45
-	0,0187	22,4	74,9	5,24	8,35
45,0	0,0187	22,6	75,0	5,41	8,70
-	0,0187	22,6	75,0	5,41	8,70
-	0,0187	22,6	74,9	5,41	8,69
-	0,0187	22,6	75,0	5,41	8,68
22,5	0,0185	22,7	74,9	5,57	8,95
-	0,0185	22,6	74,8	5,59	8,97
-	0,0185	22,6	74,8	5,60	9,01
-	0,0185	22,7	74,8	5,62	9,00

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 0,92 m².

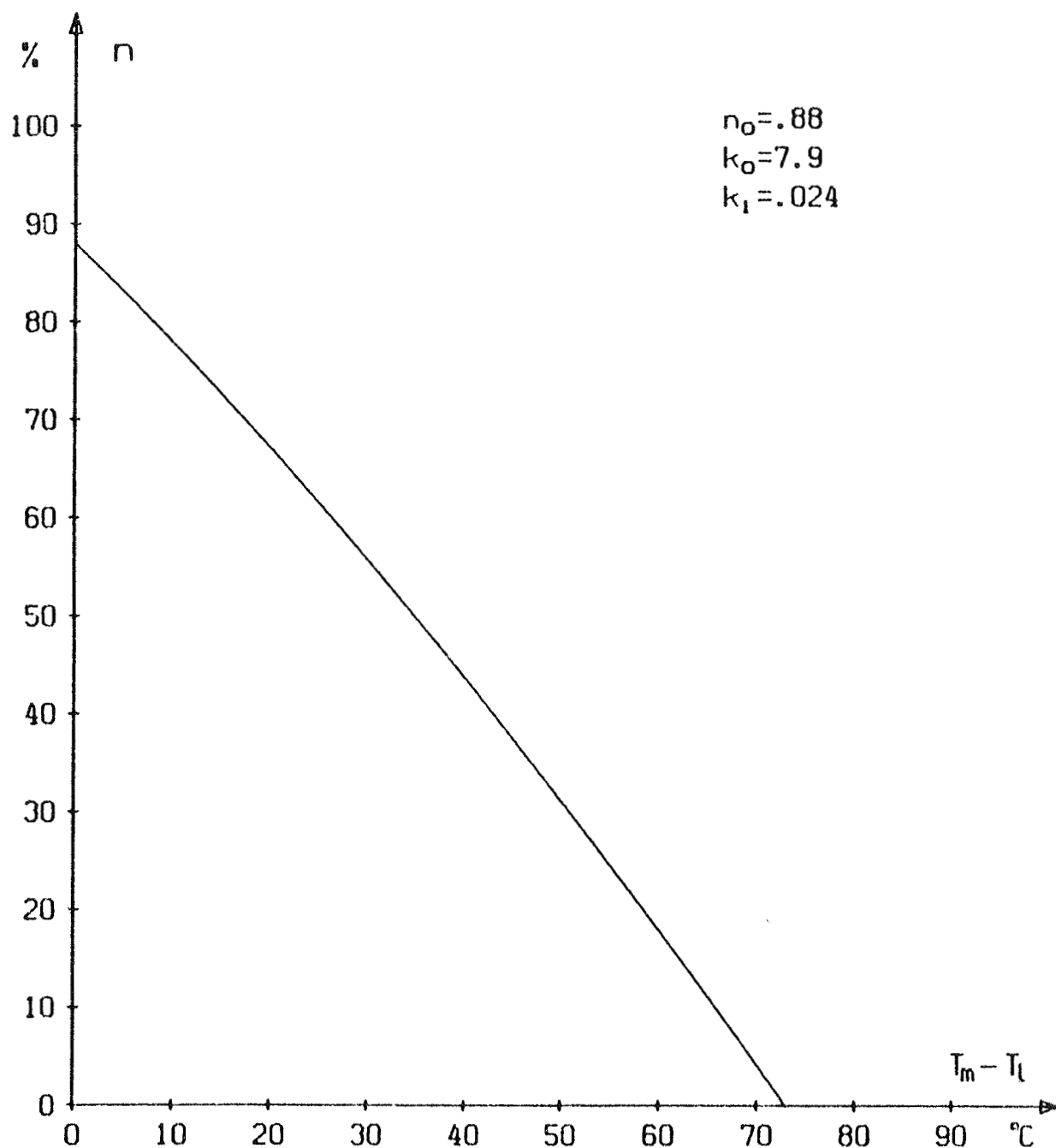


Fig. 4.1 Effektiviteten af solfangeren ved følgende forhold:
Hældning 45° ; Intensitet 800 W/m^2 ; Indfaldsvinkel mindre end 30° ; Lufthastighed mindst 5 m/s ; Væskestrømning ca. $0,018 \text{ kg/s}$; Væske 38% vol. propylenglykol; Benyttet areal $0,92 \text{ m}^2$.

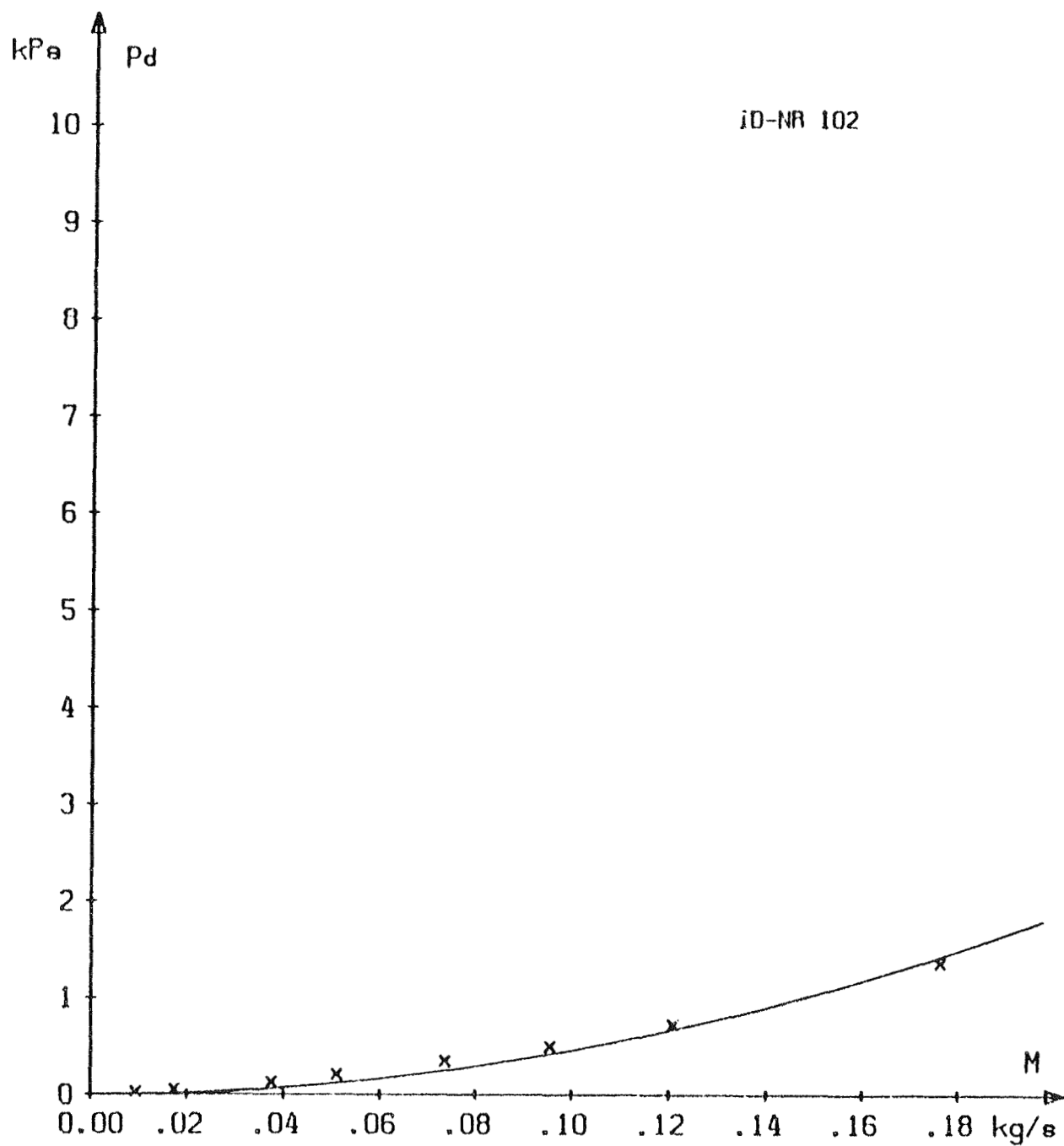


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved følgende forhold:
Væsken er 38% vol. propylenglykol-vand blanding,
og temperaturen er ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Elektropower ApS
Datavej 48
3460 Birkerød
Telf: 02 81 62 22

Solfangerfabrikant.....: Stiebel Eltron,
Østrig

Solfangerens betegnelse.....: SOL 20

Solfangerens ID-nr*.....: 103

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist på fig. 2.1. En skitse af solfangeren er vist på fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,08 m

Bredde.....: 1,14 m

Højde (total).....: 0,13 m

Solfangerens vægt tom.....: 42 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 3,5 l

Anbefalet væsketype.....: PKL 90

Anbefalet koncentration.....: ufortyndet PKL 90

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,04 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 350 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....	2
Yderste lag	
Materiale.....	acryl
Tykkelse af transparent lag.....	3 mm
Tykkelse af luftlaget.....	0 - ca. 50 mm
Inderste lag	
Materiale.....	polyesterfolie
Tykkelse af det transparente lag:	0,1 mm
Tykkelse af luftlaget.....	ca. 20 mm
Transparent areal.....	2,03 m ²

2.2 Absorber

Type.....	kanalplade
Materiale.....	stål
Kanalsystem.....	langsgående-paralelle
Antal kanaler.....	29
Kanalernes indv. dimensioner.....	ca. 30 x 4 mm (oval)
Pladetykkelse (en plade).....	0,63 mm
Forbindelsesteknik.....	rulle- og punktsvejsning
Absorberbelægning.....	sort maling
Absorberens vægt (tom).....	20,2 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering, inderst

Materiale.....	mineraluld
Tykkelse.....	ca. 25 mm

Bagsideisolering, yderst

Materiale.....	polyurethanskum med aluminiumfolier
Tykkelse.....	ca. 20 mm

Kantisolering

Materiale.....	mineraluld
Tykkelse.....	ca. 20 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil, der er svejst sammen i hjørnerne. De to transparente lag er fastgjort til rammen ved hjælp af glaslister, der er sammensvejst i hjørnerne og er popnippet til rammen. Det yderste transparente lag består af en acrylplade der er udformet som en firdelt opad hvælvet kuppel. Det inderste transparente lag er en polyesterfolie, der er spændt ud under kuplen. Tætningen mellem kuplen og glaslisten er udført med en gummitætningsliste. Absorbatoren består af to profilerede stålplader, der er sammensvejst, så der opstår tætliggende langsgående kanaler. Absorbatoren fastholdes af en bøjle omkring tilslutningsstudsene i hvert hjørne. Isoleringen fastholdes af rammeprofilets fod. Der er ingen udluftningshuller til luftlagene, men de står i forbindelse med hinanden via et hul i folien i hvert hjørne.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan fastgøres til underlaget med fire skruer, der går igennem indsatte rør i rammeprofilet i hjørnerne. Solfangeren kan indbygges i taget, idet man anvender det monteringsog inddækningssystem, der leveres til solfangeren.

Tilslutningerne kan ske til to af de fire bagud vendende stutse med 20 mm udvendigt gevind.

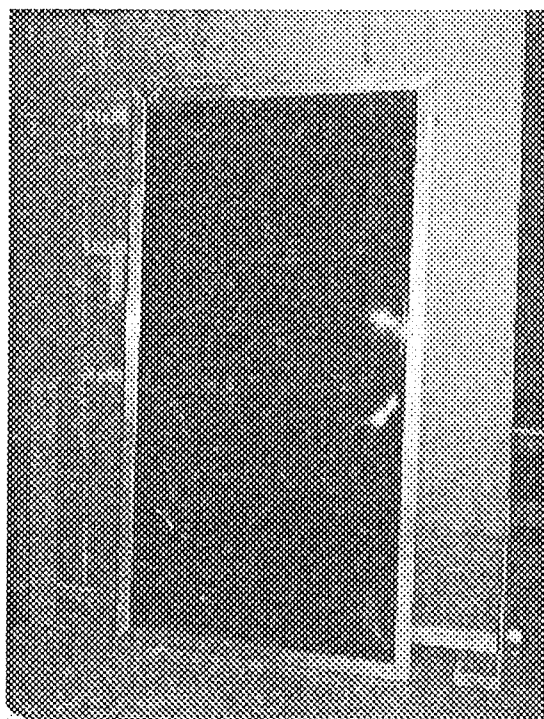


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

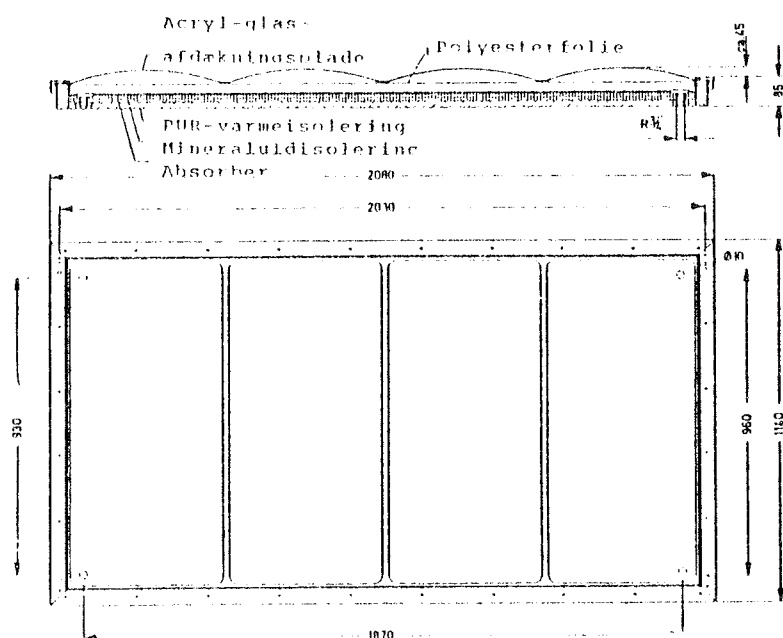


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 juni 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,88 - 7,6 (T_m - T_l)/E - 0,023 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 9,3 - 0,012 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,88 - 7,9 (T_m - T_l)/E - 0,024 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($0,92m^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 38% vol. propylenglykol
- væskestrømmingen er ca. 0,018 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet

for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
956	0,0318	24,4	27,1	15,8	71,2
-	0,0320	24,4	27,2	15,8	71,4
-	0,0320	24,5	27,1	15,9	72,1
-	0,0318	24,5	27,1	15,9	71,7
958	0,0359	26,3	45,1	11,7	60,4
-	0,0355	26,2	45,1	11,8	60,6
-	0,0353	26,2	45,1	11,9	60,3
-	0,0357	26,2	45,0	11,8	60,8
958	0,0355	26,1	71,4	8,3	44,7
-	0,0353	26,2	71,3	8,3	44,4
-	0,0355	26,1	71,3	8,2	43,9
-	0,0355	26,2	71,3	8,2	43,9
958	0,0353	26,2	93,1	5,4	29,6
-	0,0353	26,2	93,1	5,2	28,9
-	0,0353	26,2	93,1	5,2	28,7
-	0,0353	26,2	93,2	5,2	29,0

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,03 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0339	22,8	75,7	5,7	5,56
-	0,0348	22,8	75,8	5,6	5,54
-	0,0348	22,8	75,8	5,5	5,51
-	0,0350	22,8	75,8	5,5	5,50
45,0	0,0322	23,0	75,8	5,9	5,46
-	0,0322	23,0	75,8	6,0	5,54
-	0,0320	22,9	75,8	6,0	5,53
-	0,0320	22,9	75,8	6,0	5,52
22,5	0,0350	23,1	75,8	5,6	5,58
-	0,0350	23,0	75,8	5,6	5,61
-	0,0350	23,0	75,8	5,6	5,60
-	0,0348	23,0	75,8	5,6	5,60

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,03 m².

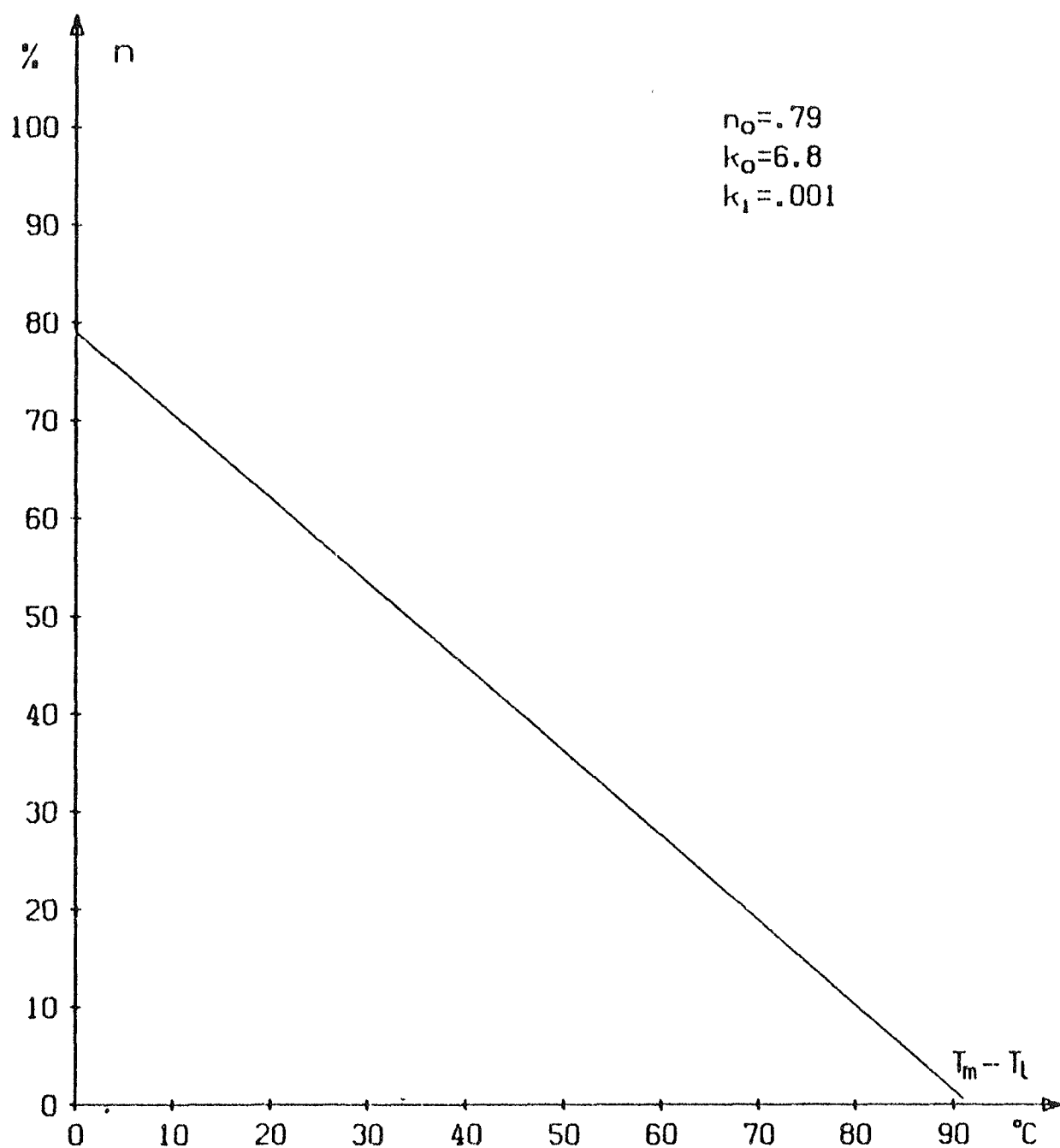


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-
faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst
5 m/s. Væske PKL 90. Væskestrøm $0,035 \text{ kg/s}$.
Benyttet areal $2,03 \text{ m}^2$.

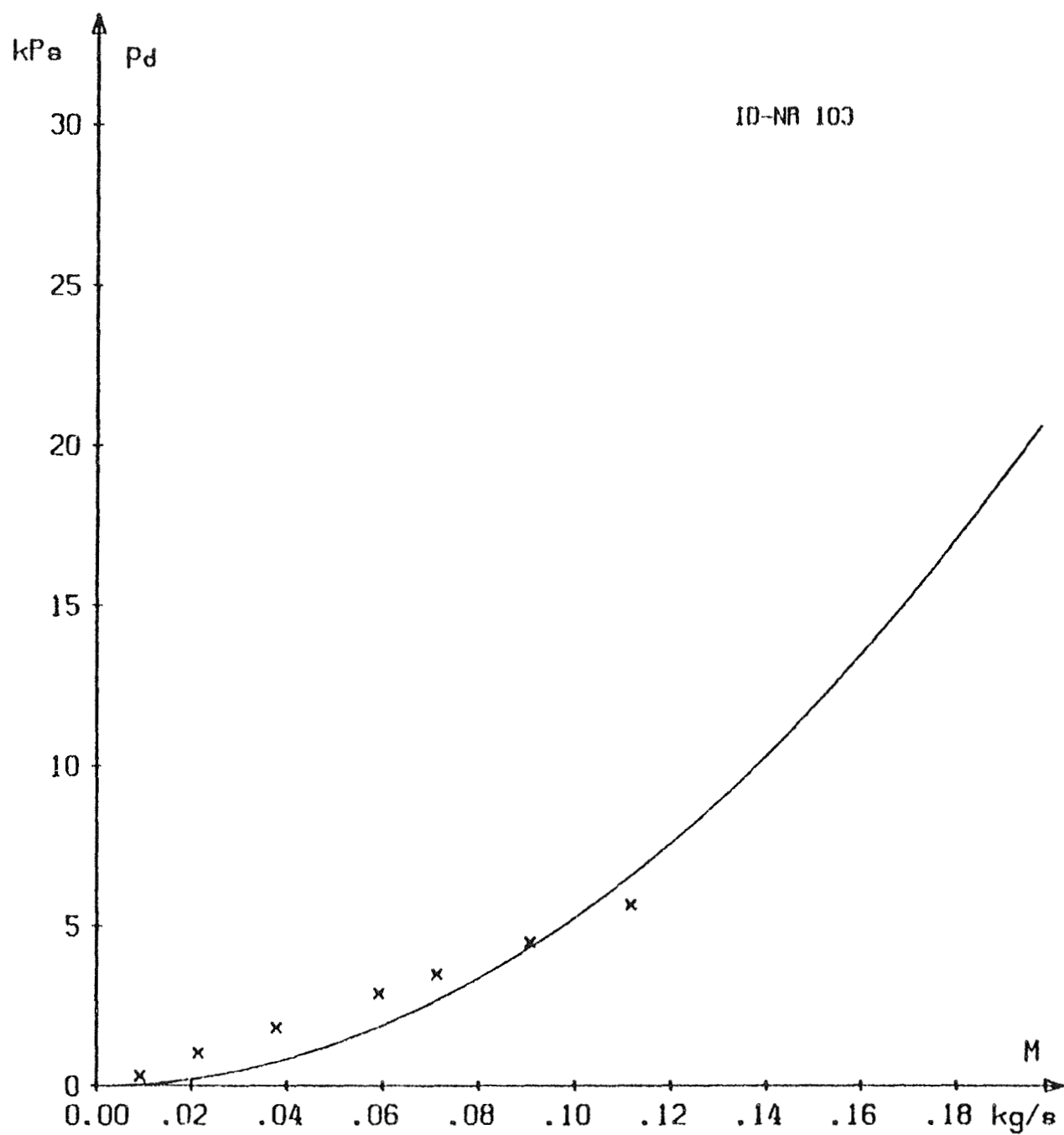


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af PKL 90 ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Ans Solvarme
Mågevej 19
8643 Ans By
Telf: 06 87 08 08

Solfangerens betegnelse.....: Type 2,5
Solfangerens ID-nr*.....: 104

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,50 m
Bredde.....: 1,06 m
Højde (total).....: 0,16 m

Solfangerens vægt tom.....: 132 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 9,6 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,047 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 500 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	30 mm
Transparent areal.....:	2,35 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	parallelle - tværgående
Antal kanaler.....:	72 (3 pr. 100 mm)
Kanalernes indv. dimensioner....:	ca 18 mm x ca. 9 mm (trekantede)
Kanalernes godstykkelse.....:	1,25 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	2,5 mm
Forbindelsesteknik.....:	rullesvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	ca. 44 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	100 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	20 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse, der er bukket op i 0,9 mm galvaniseret stålplade. Kassen er afstivet med tværgående z-profiler for hver halve meter.

Glasset er to-delt og fastholdes til kassens sider med glaslister af 0,9 mm galvaniseret stålplade. Tætningen af glasset er udført med gummilister og siliconefugemasse.

Absorberen består af en plan og en profileret stålplade, der er svejst sammen, så der opstår tværgående kanaler mellem langsgående vandkasser. Absorberen understøttes af kassens profiler og isoleringen. Forbindelsesrørene til solfangeren er monteret i en isoleret kapsel på den ene af solfangerens lange sider.

Der er ingen ventilationshuller i solfangeren.

Solfangeren er i senere udgave opbygget i en kasse af aluminium i stedet for galvaniseret stål.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Den er ellers kun beregnet til montering med de lange sider vandret og med sammenbygning af de korte sider.

Tilslutningen sker til de to 22 mm stålrør, der stikker ud i hver ende af afdækningskapslen.



Fig. 2.1 Foto af solfangeren

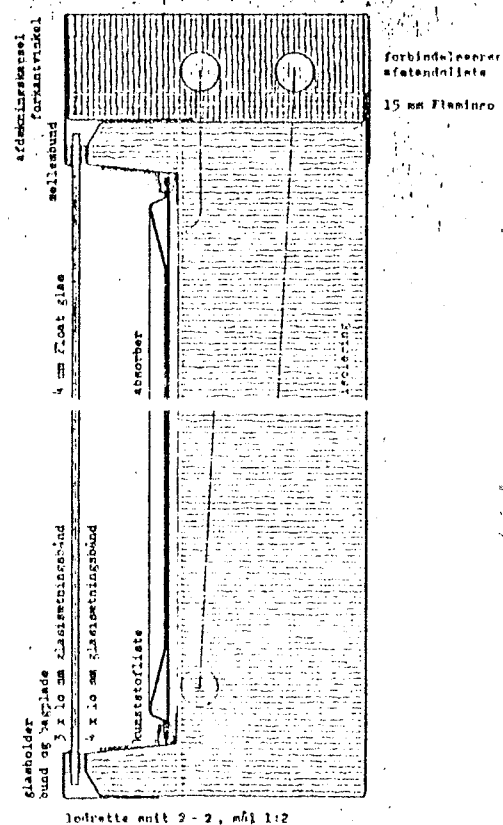
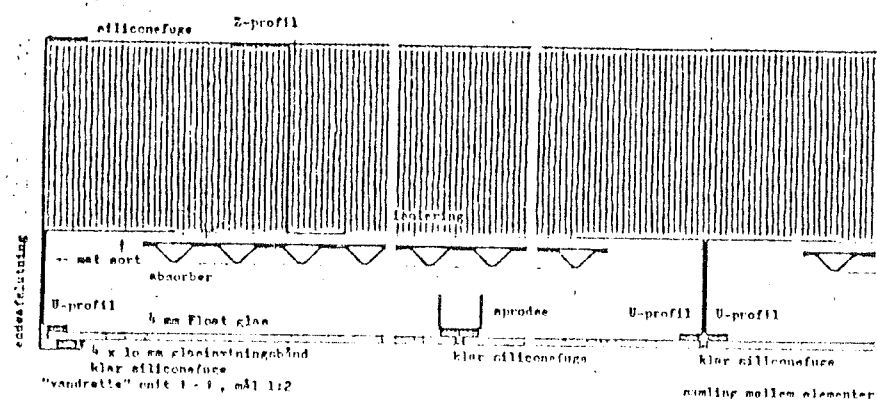


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 juli 1979
Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A
Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^{\circ}$ fra vandret.

$$n = 0,78 - 8,2 (T_m - T_1)/E - 0,022 (T_m - T_1)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,8 - 0,013 \alpha$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,78 - 8,5 (T_m - T_1)/E - 0,023 (T_m - T_1)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($2,35\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er propylenglykol (50% vol.)
- væskestrømningen er ca. 0,047 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ingen.

E	M	T _l	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
974	0,0414	25,4	25,5	11,13	0,731
-	0,0412	25,4	25,5	11,12	0,729
-	0,0408	25,4	25,5	11,14	0,723
-	0,0410	25,4	25,5	11,22	0,730
974	0,0426	26,7	42,1	8,91	0,611
-	0,0426	26,8	42,1	8,90	0,610
-	0,0422	26,8	42,1	8,92	0,608
-	0,0422	26,8	42,1	9,01	0,614
974	0,0421	27,9	71,8	4,63	0,321
-	0,0421	27,8	71,8	4,83	0,334
-	0,0421	27,9	71,8	4,81	0,333
-	0,0421	27,6	71,8	4,84	0,339
974	0,0412	28,6	93,0	1,97	0,134
-	0,0414	28,7	93,0	1,98	0,136
-	0,0412	29,0	93,0	2,00	0,137
-	0,0412	28,8	93,0	2,05	0,140

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
Det benyttede areal er 2,35 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0430	23,5	77,0	5,75	7,78
-	0,0435	23,5	77,0	5,78	7,94
-	0,0433	23,4	77,0	5,79	7,89
-	0,0432	23,5	77,0	5,80	7,91
45,0	0,0420	23,6	76,9	6,19	8,23
-	0,0420	23,6	76,9	6,17	8,22
-	0,0416	23,6	76,9	6,17	8,18
-	0,0418	23,6	76,9	6,17	8,19
22,5	0,0416	23,8	76,8	6,35	8,46
-	0,0416	23,8	76,8	6,35	8,44
-	0,0416	23,8	76,8	6,35	8,46
-	0,0416	23,8	76,8	6,34	8,46

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,35 m².

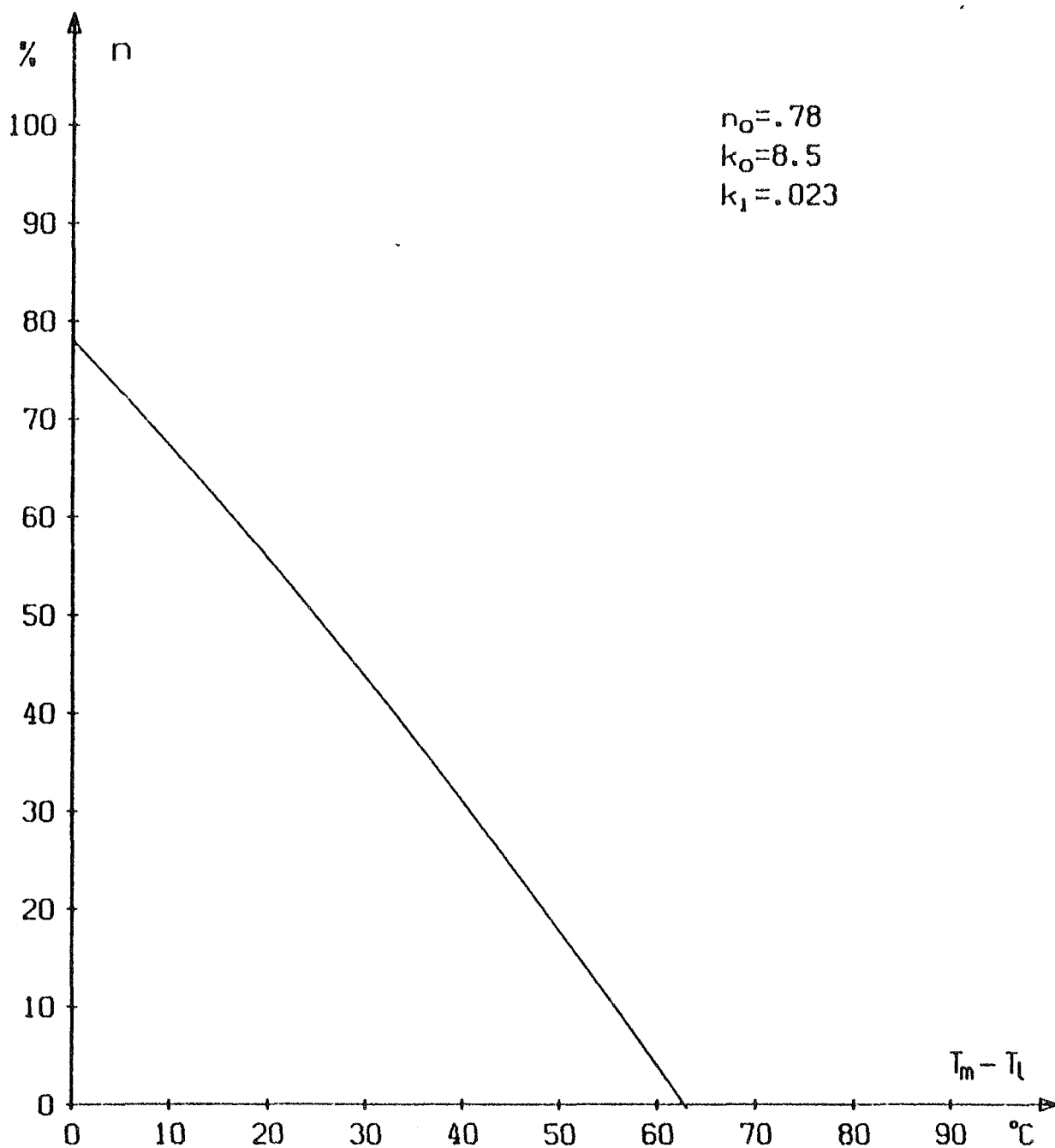


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 50% propylenglykol. Væskestrøm $0,047 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $2,35 \text{ m}^2$.

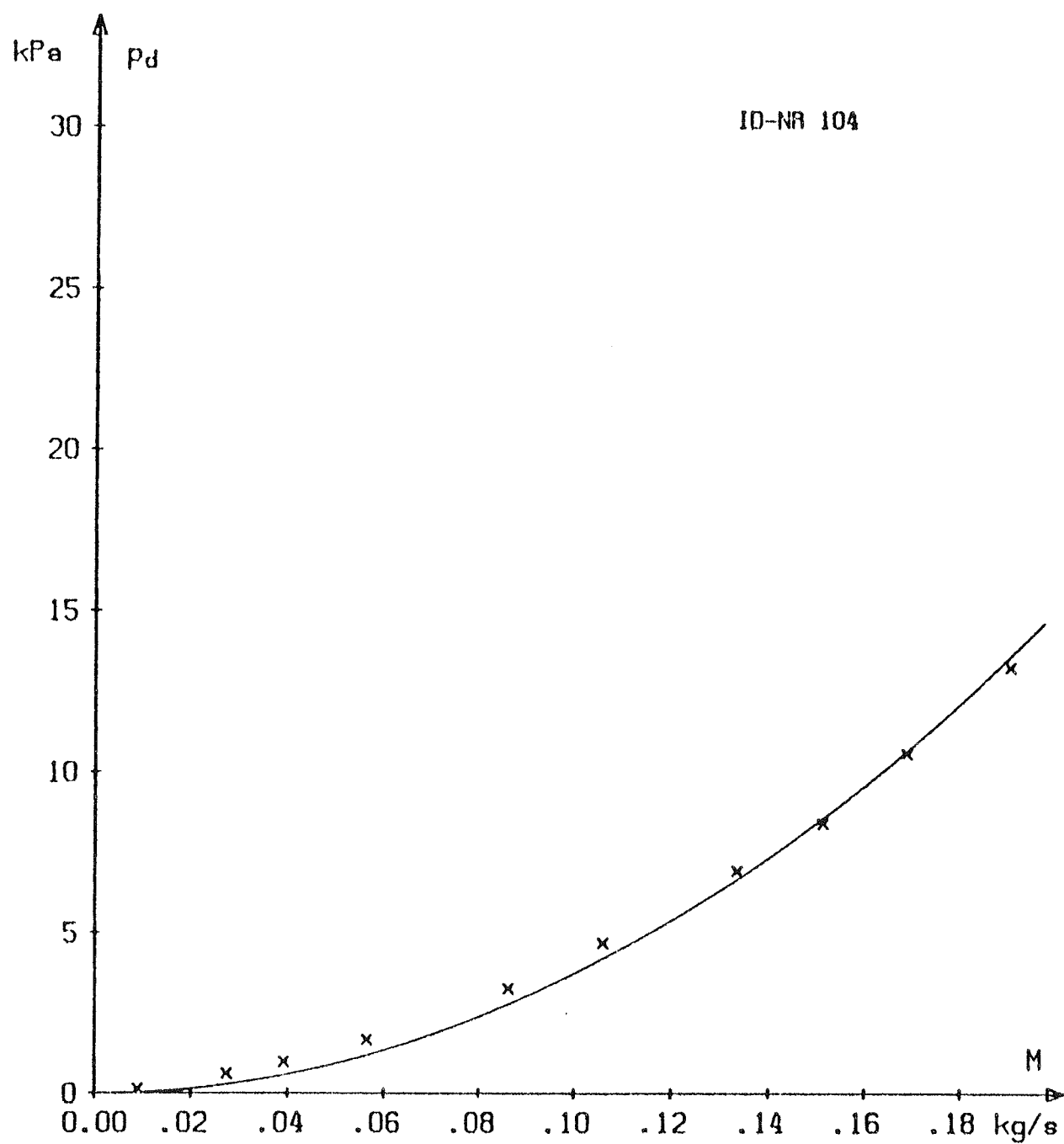


Fig. 4.2 Tryktab over selfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Alternative Energy Consultants
ARILD ApS
Rørløkken 95, Postbox 29,
2730 Herlev
Telf: 02 94 09 44

Solfangerens betegnelse.....: AEC - Solfanger

Solfangerens ID-nr*.....: 105

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist på fig. 2.1.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,04 m

Bredde.....: 0,84 m

Højde: 0,06 m

Solfangerens vægt tom.....: 28,6 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,3 l

Anbefalet væsketype.....: olie, Esso Isopar L

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,030 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 250 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikation af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20 mm
Transparent areal.....:	1,54 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	aluminium
Kanalsystem.....:	langsgående - parallelle
Antal kanaler.....:	14
Kanalerne's indv. dimensioner.....:	ca. 11 mm x 5 mm
Kanalerne's godstykkelse.....:	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,5 mm
Forbindelsesteknik.....:	Roll Bond
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	6,5 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	28 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	28 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en ramme af et bukket aluminiumsprofil med en indadvendende flig øverst og nederst. Rammen er samlet i hjørnerne med udvendige vinkelbeslag og popnitter. Glasset hviler på rammens øverste flig med mellemlæg af en gummitætningsliste. Glasset er i skrå stilling understøttet med to bæreklodser ved den nederste kant. Glassets tætning og fastgørelse er udført ved hjælp af en silikonefuge mellem glas og ramme. Absorberen fastholdes af kantisoleringen og tilslutningsstudsene, der er ført ud gennem de lange sider uden tætning. Isoleringen består af præfabrikerede polyurethanskumsplader. Bagsiden er en aluminiumsplade (0,75 mm), der hviler på rammens nederste flig og er fastgjort til denne med popnitter. Der er ingen udluftningshuller, men der er mulighed for udluftning ved tilslutningsstudsenes gennemføringer.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Den kan fastgøres ved hjælp af vinkelbeslag i siderne.

Tilslutningerne kan ske til de to aluminiumsstudse med dimensionen 16/13 mm. Det anbefales at anvende en gummislange mellem solfanger og fordelerrør.

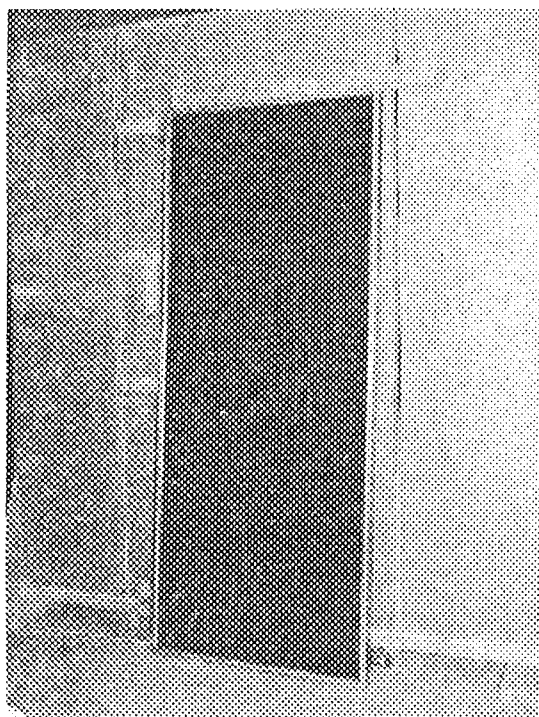


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 august 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,74 - 6,4 (T_m - T_l)/E - 0,027 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 7,5 - 0,010 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,74 - 6,6 (T_m - T_l)/E - 0,027 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,54m^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er olie, Esso Isopar L
- væskestrømningen er ca. 0,030 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen.

E	M	T _l	T _f	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
954	0,0325	26,7	25,3	14,8	0,703
-	0,0325	26,8	25,3	14,8	0,700
-	0,0325	26,6	25,3	14,7	0,697
-	0,0323	26,6	25,2	14,8	0,698
954	0,0310	26,5	44,3	12,0	0,562
-	0,0315	26,6	44,3	11,9	0,565
-	0,0314	26,7	44,4	11,8	0,562
-	0,0314	26,8	44,4	12,0	0,566
951	0,0300	25,6	76,0	6,2	0,298
-	0,0300	25,6	76,0	6,3	0,301
-	0,0298	25,5	76,0	6,3	0,300
-	0,0300	25,5	76,0	6,2	0,297
951	0,0298	25,9	94,8	2,6	0,129
-	0,0298	26,1	94,8	2,6	0,126
-	0,0297	26,2	94,8	2,6	0,126
-	0,0298	26,2	94,8	2,7	0,133

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
Det benyttede areal er 1,54 m²

s	M	T _l	T _l	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0322	22,6	75,7	7,09	6,91
-	0,0322	22,4	75,8	7,10	6,91
-	0,0320	22,4	75,8	7,11	6,88
-	0,0320	22,5	75,8	7,11	6,88
45,0	0,0307	23,2	75,8	7,51	7,11
-	0,0307	23,2	75,7	7,50	7,08
-	0,0305	23,2	75,8	7,51	7,07
-	0,0307	23,1	75,7	7,50	7,07
22,5	0,0307	23,3	75,7	7,73	7,33
-	0,0305	23,3	75,7	7,73	7,32
-	0,0305	23,3	75,7	7,73	7,32
-	0,0305	23,3	75,7	7,75	7,32

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,54 m².

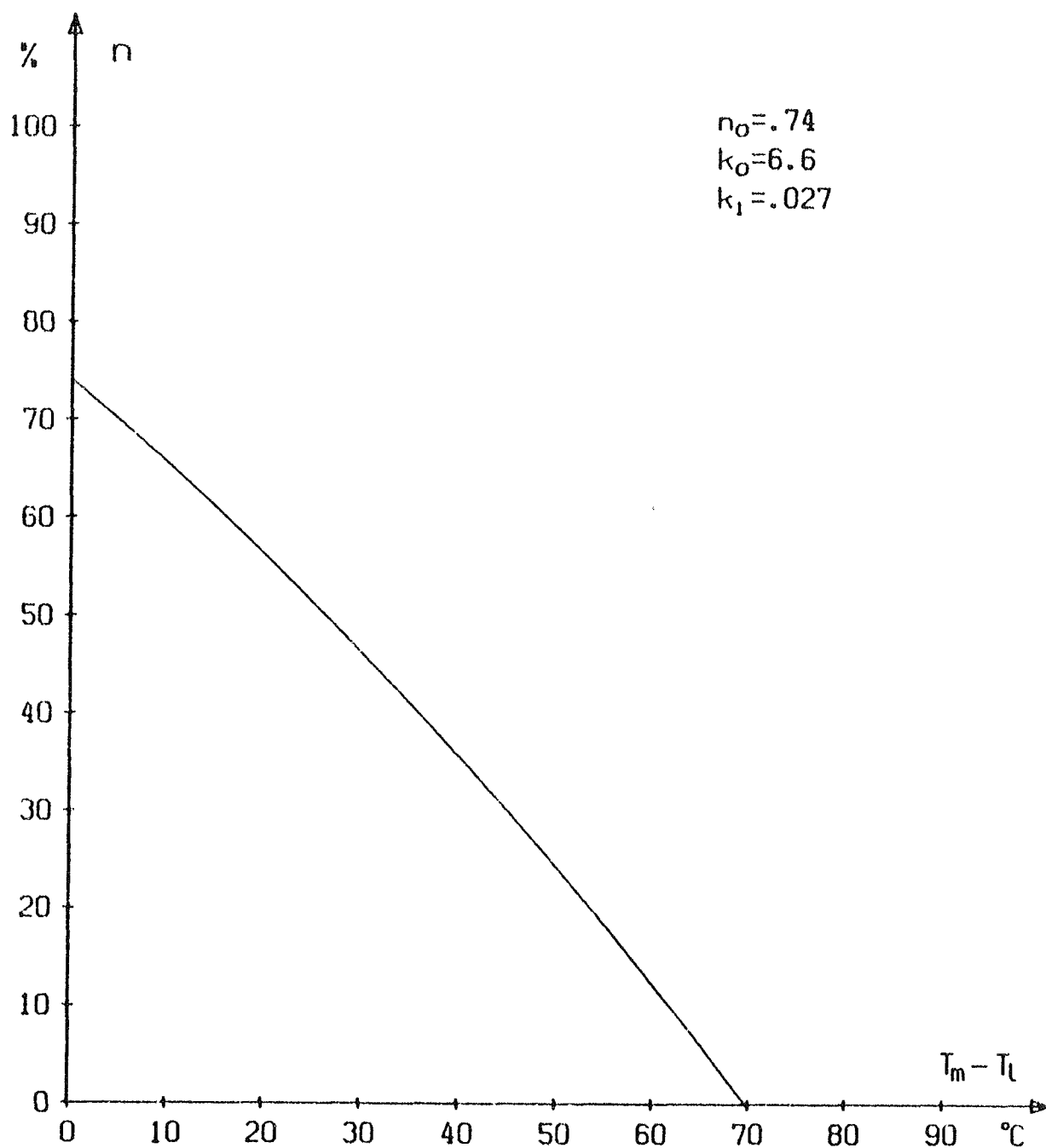


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væsken er olie, Esso Isopar L. Gennemstrømningen er ca. $0,030 \text{ kg/s}$. Det benyttede areal er $1,54 \text{ m}^2$.

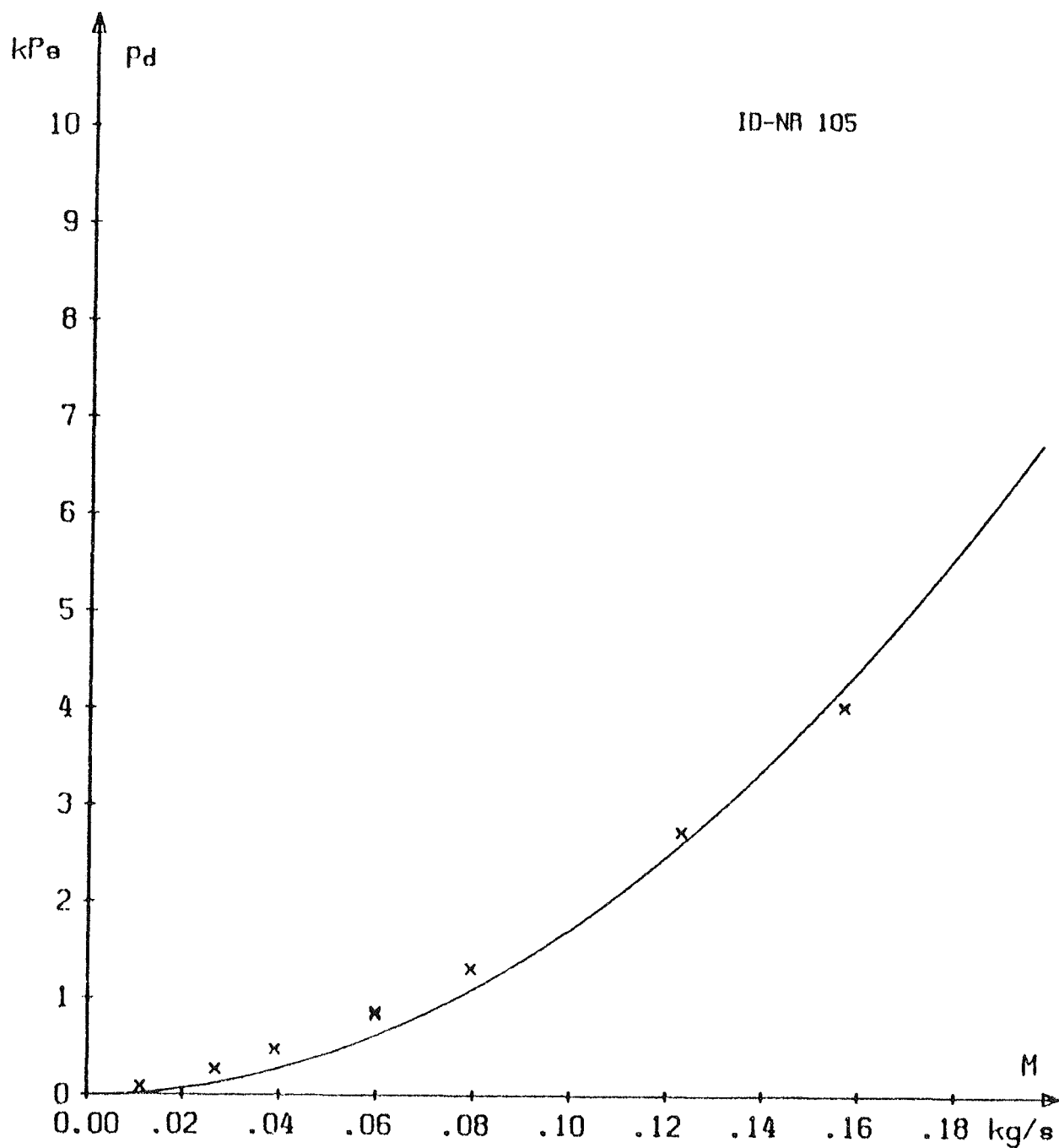


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af olie, Esso Isopar L ved en temperatur temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Dæmptek
Rønhøjvej 28
8300 Odder
Telf.: 06 54 21 44
Solfangerens ID-nr*.....: 110

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,20 m
Bredde.....: 0,86 m
Højde: 0,12 m

Solfangerens vægt tom.....: 45 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,3 l

Anbefalet væsketype.....: olie, BP Solfangerolie

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,030 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 300 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 100 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....	1
Materialer.....	glas
Tykkelse af transparent lag...	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....	ca. 35 mm
Transparent areal.....	1,49 m ²

2.2 Absorber

Type.....	kanalplade
Materialer.....	aluminium
Kanalsystem.....	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....	14
Kanalerne indv. dimensioner....	5 mm x 15 mm
Kanalerne godstykkelse.....	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,5 mm
Forbindelsesteknik.....	Roll Bond
Absorberbelægning.....	sort maling
Absorberens vægt (tom).....	6,5 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materialer.....	mineraluld
Tykkelse.....	50 mm
Kantisolering.....	ingen ud over rammen af træ

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en ramme af imprægneret fyrretræ (20 x 120 mm). De korte sider er dobbelte med en ca. 5 cm bred spalte imellem. Rammen er samlet ved tapning og limning. Glasset hviler på de tre sider på en indvendig liste og fastholdes af tre glaslister af træ og 2 hafter ved den inderste side. Glasset er nederst ført ud over en inddækningsplade af aluminium. Glasset tættes ved hjælp af fugebånd. Rammen og glaslisterne er afdækket med en kapsel af aluminium. Absorberpladens to aluminiumsstudse er ført ud uden tætning i spalten mellem den inderste og den yderste del af de korte sider. Isoleringen fastholdes af bagpladen, der består af en 4 mm træfiberplade sømmet til rammen. Der er ingen udluftningshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både indbygges i taget og monteres udenpå. Solfangeren fastgøres med beslag til rammen.

Tilslutningen til solfangeren kan ske med 18 mm skærringfittings og fordelerrørene kan anbringes i spalten i kassens korte sider og via huller føres til naboelementerne.

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i oktober 1979.
Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A
Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,78 - 7,4 (T_m - T_l)/E - 0,022 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,1 - 0,008 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,78 - 7,6 (T_m - T_l)/E - 0,023 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,49\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er BP Solfangerolie
- væskestrømningen er ca. $0,030\text{ kg/s}$

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Bortset herfra medførte stagnationsprøven ikke synlige forandringer.

E	M	T _l	T _l	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
920	0,0297	25,4	21,8	16,14	74,0
-	0,0297	25,4	21,8	16,04	73,3
-	0,0297	25,4	21,8	16,10	73,6
-	0,0297	25,4	21,8	16,14	73,8
922	0,0304	26,0	35,6	13,41	64,0
-	0,0304	25,2	35,6	13,47	64,3
-	0,0304	24,9	35,6	13,42	64,0
-	0,0304	24,9	35,6	13,30	63,4
922	0,0300	26,0	56,0	9,56	46,6
-	0,0300	26,1	56,0	9,53	46,4
-	0,0300	26,2	56,0	9,56	46,6
-	0,0299	26,3	56,0	9,53	46,2
917	0,0302	27,1	90,4	2,91	15,2
-	0,0301	27,1	90,4	3,02	15,6
-	0,0301	27,1	90,4	2,98	15,4
-	0,0302	27,2	90,4	2,97	15,4

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,49 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0297	24,1	73,7	7,57	7,46
-	0,0298	24,1	73,7	7,60	7,51
-	0,0298	24,1	73,7	7,62	7,54
-	0,0299	24,0	73,7	7,62	7,54
45,0	0,0298	24,5	73,7	7,76	7,74
-	0,0298	24,5	73,7	7,76	7,74
-	0,0297	24,4	73,7	7,77	7,72
-	0,0297	24,3	73,7	7,78	7,71
22,5	0,0298	24,2	73,7	7,93	7,87
-	0,0298	24,2	73,7	7,93	7,87
-	0,0297	24,2	73,7	7,94	7,87
-	0,0297	24,2	73,7	7,95	7,87

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,49 m².

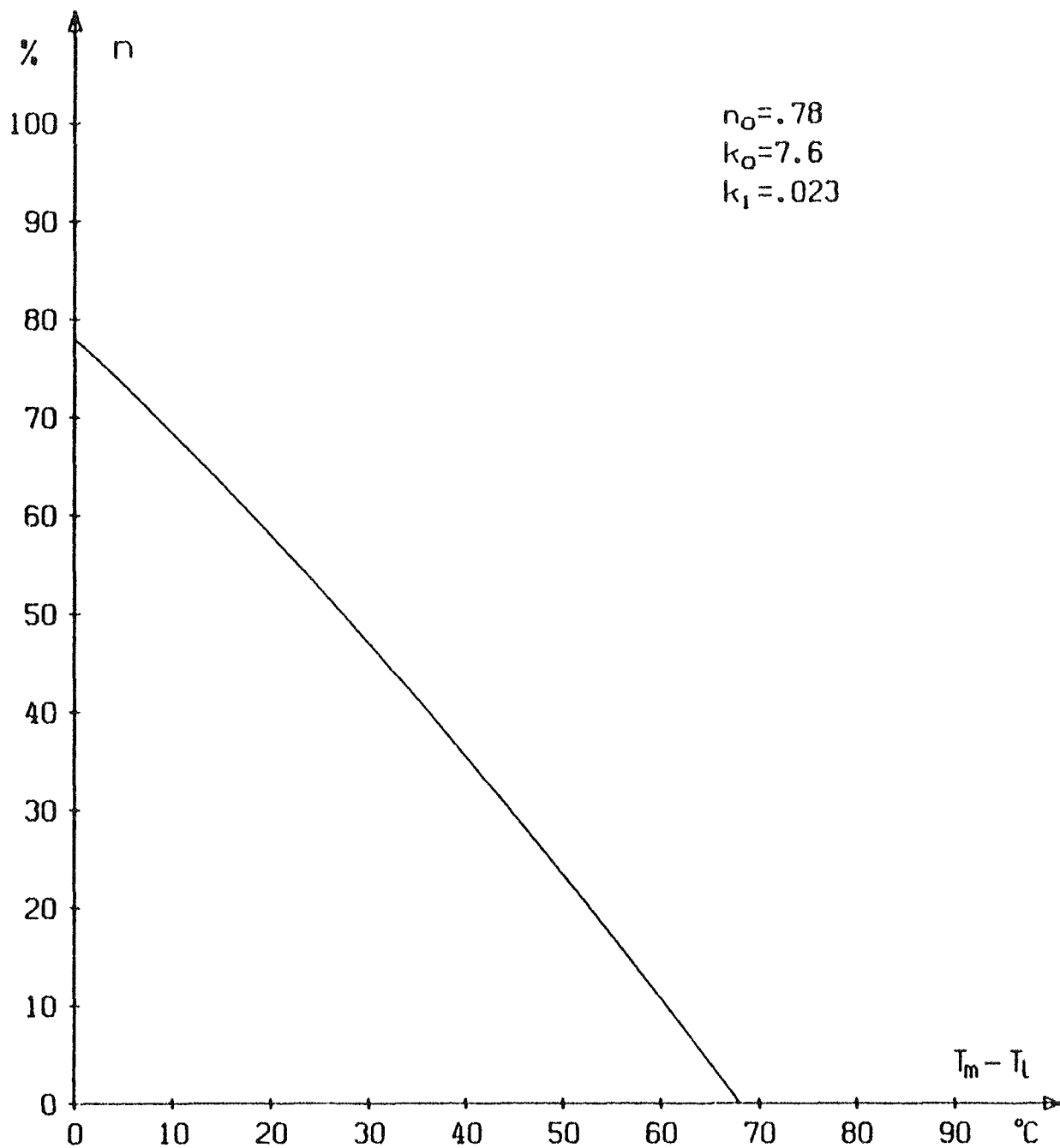


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske BP Solfangerolie. Væskestrøm $0,030 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,49 \text{ m}^2$.

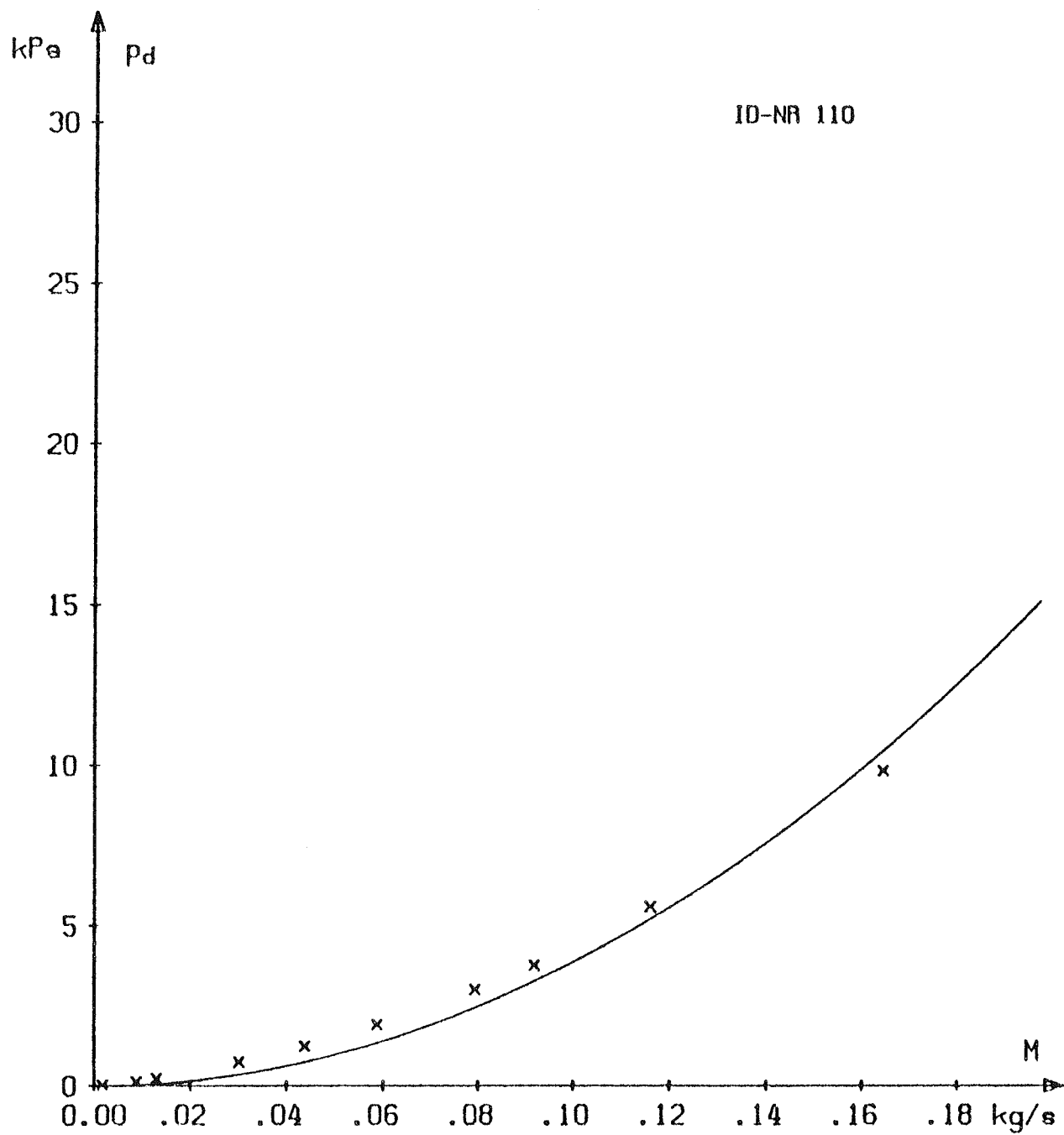


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af BP Solfangerolie ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent)..: Je-Bu Consult ApS
postboks 18
Dronningholmsvej 2
5700 Svendborg
Telf: 09 21 54 99

Solfangerens betegnelse.....: Je-Bu Modulsolfanger type 5

Solfangerens ID-nr*.....: 111

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,07 m

Bredde.....: 1,04 m

Højde: 0,08 m

Solfangerens vægt tom.....: 72 kg

Solfangerens væskeindhold.....: ca. 4,4 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol

Anbefalet koncentration.....: 30% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,039 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1000 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 600 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20 mm
Transparent areal.....:	1,96 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	tværgående-parallelle
Antal kanaler.....:	3 x 40
Kanalerne indv. dimensioner....:	ca. 8 mm x 4 mm (trekantede)
Kanalerne godstykkelse.....:	1,25 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,25 mm x 2
Forbindelsesteknik.....:	rulle- og punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	40 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	ca. 35 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	ca. 25 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse af 1 mm aluminiumsplade samlet med vinkelbeslag og popnitter i hjørnerne. Til kassens sider er der med popnitter fastgjort en kantskinne, der består af en bukket 1,5 mm aluminiumsplade samlet i hjørnerne med popnitter. Glasset hviler på en gummiliste, der ligger på kantlisten. Glassets tætning og fastgørelse er udført ved hjælp af en klar silicone fuge mellem glasset og kantlisten. Absorberen består af to profilerede stålplader, der er svejst sammen, så der opstår tværgående kanaler mellem langsgående vandkasser. Absorberen er fastgjort til kassens bund ved hjælp af 4 støttevinkler af stål, der er svejst til absorberen og popnittet til bunden med et gummiunderlæg imellem. Absorberens fire tilslutningsstudse er ført ud gennem solfangerens korte sider. Gennemføringerne er tætnet med polyurethanskummet. Der er et 3 mm ventilationshul i hver af solfangerens korte sider.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan monteres indbygget i eller uden på taget. Fastgørelsen kan ske ved hjælp af beslag og bolte, der skrues ind i "Bear-nuts" i solfangerens korte sider.

Tilslutningen kan ske til alle fire eller de to af de udragende studse med udvendigt 1/2" gevind.

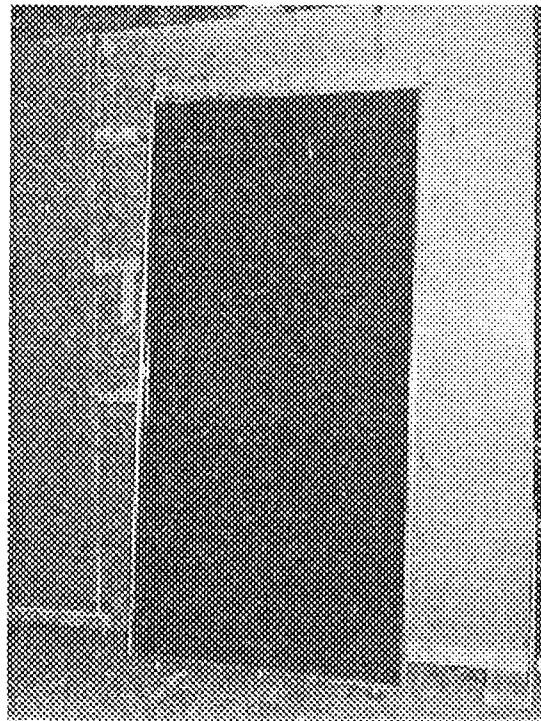


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

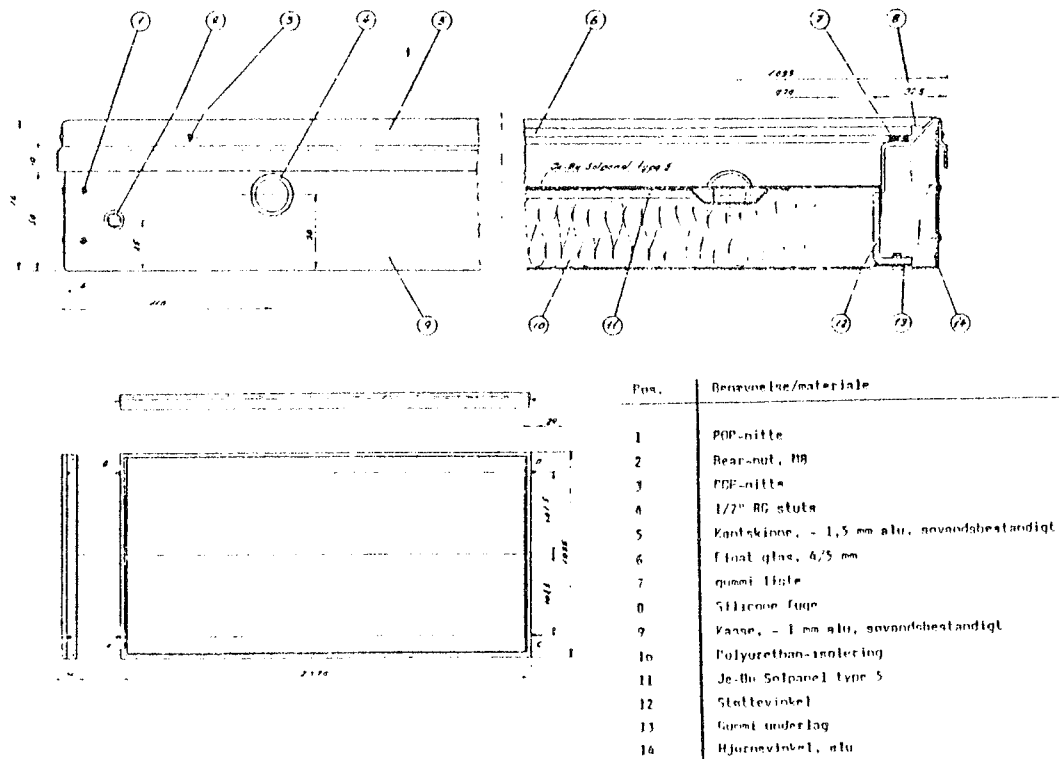


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 november 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,82 - 6,0 (T_m - T_l)/E - 0,039 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 7,9 - 0,005 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,82 - 6,1 (T_m - T_l)/E - 0,039 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,96\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 30% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,039 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen.

E	M	T _l	T _f	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
906	0,0393	25,2	20,1	9,47	81,4
-	0,0393	25,2	20,1	9,48	81,5
-	0,0393	25,2	20,1	9,52	81,8
-	0,0393	25,2	20,1	9,54	82,1
898	0,0390	25,0	37,2	8,11	70,3
-	0,0393	25,0	37,2	8,10	70,9
-	0,0393	25,1	37,1	8,11	71,0
-	0,0392	25,1	37,1	8,13	71,1
906	0,0397	26,0	55,3	6,26	55,5
-	0,0396	26,0	55,3	6,25	55,2
-	0,0397	26,0	55,3	6,26	55,5
-	0,0396	26,0	55,3	6,23	55,0
912	0,0393	25,9	75,1	4,15	36,5
-	0,0393	25,9	75,2	4,13	36,4
-	0,0393	25,9	75,1	4,18	36,7
-	0,0393	25,9	75,1	4,19	36,9
913	0,0391	26,5	91,6	2,26	19,9
-	0,0391	26,4	91,6	2,24	19,8
-	0,0392	26,5	91,6	2,22	19,6
-	0,0391	26,4	91,6	2,24	19,7

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,96 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0392	22,6	78,5	5,04	7,57
-	0,0393	22,7	78,5	5,03	7,59
-	0,0392	22,6	78,5	5,04	7,58
-	0,0393	22,7	78,5	5,03	7,57
45,0	0,0393	22,8	78,6	5,12	7,71
-	0,0392	22,8	78,5	5,11	7,67
-	0,0392	22,7	78,5	5,11	7,68
-	0,0390	22,3	78,5	5,10	7,56
22,5	0,0390	22,6	78,5	5,20	7,78
-	0,0392	22,6	78,5	5,22	7,85
-	0,0390	22,5	78,5	5,21	7,77
-	0,0390	22,6	78,5	5,22	7,81

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,96 m².

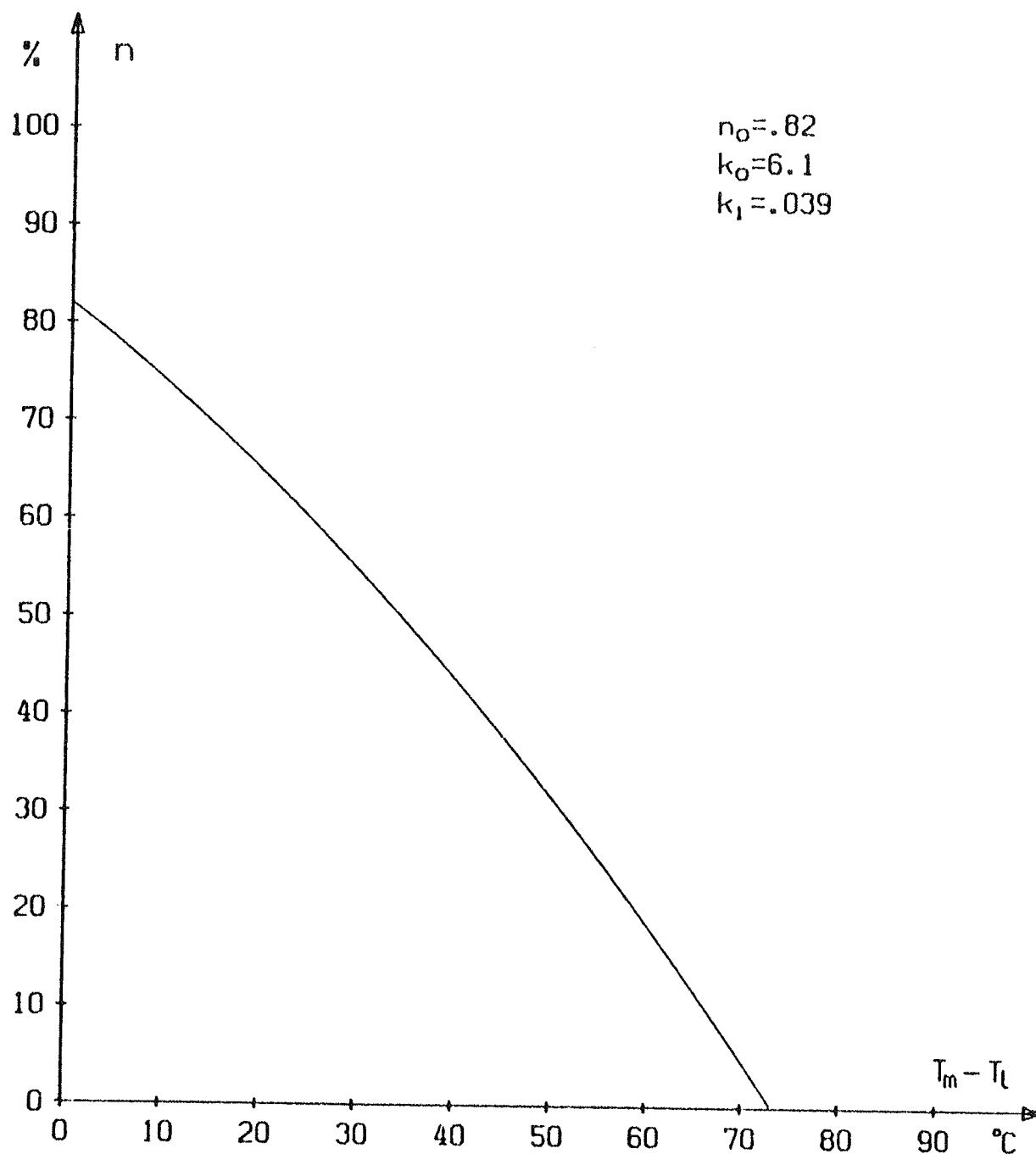


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 30% vol. propylenglykol. Væskestrøm $0,039 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,96 \text{ m}^2$.

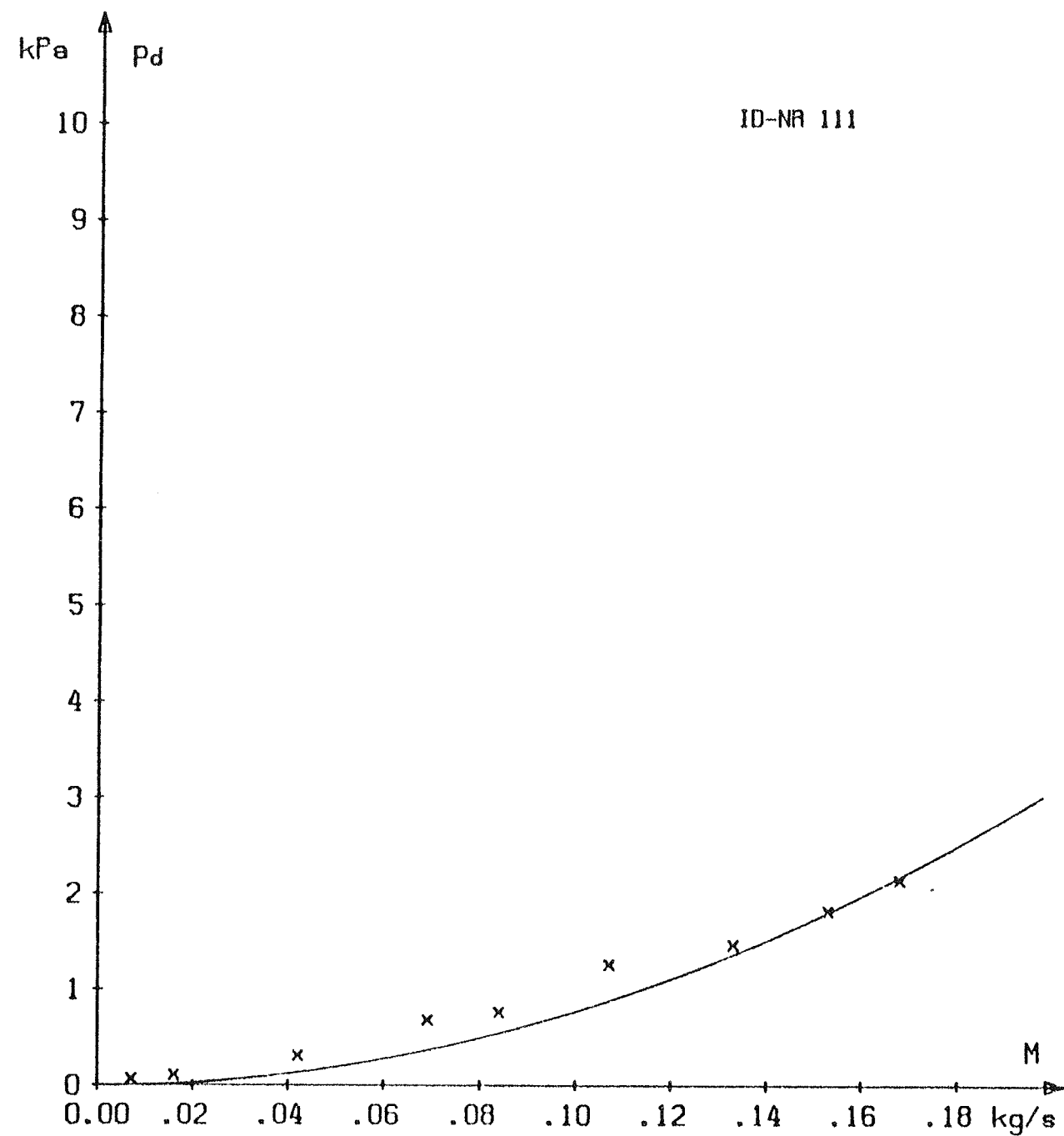


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 30% vol. propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Corona-Vex 1980
Assens
9550 Mariager
Telf: 08 58 37 79
Solfangertype.....: SEL 210
Solfangerens ID-nr*.....: 112

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,08 m
Bredde.....: 1,07 m
Højde: 0,11 m

Solfangerens vægt tom.....: 80 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 4,5 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol

Anbefalet koncentration.....: 38% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,040 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 600 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20 mm
Transparent areal.....:	1,97 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	stål
Rørsystem.....:	parallelle - langsgående
Antal rør.....:	8
Rørdimensioner (udv.).....:	30 mm x 10 mm og 30 mm x 30 mm
Rørets vægtykkelse.....:	2 mm
Plademateriale.....:	stål
Pladetykkelse.....:	1 mm
Plade-rør forbindelsesteknik....:	klemning
Absorberbelægning.....:	selektiv, sort nikkel
Absorberens vægt (tom).....:	25 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	ca. 60 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld, hård
Tykkelse.....:	ca. 25 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse af 0,9 mm galvaniseret stålplade, der er samlet i hjørnerne med indvendige vinkelbeslag og popnitter. Til siderne er der popnitteret en T-formet kantskinne af aluminium. Glasset hviler på en gummiliste, der ligger på kantskinnen. Glasset fastholdes af glaslister af vinkelprofiler af aluminium. Glaslisterne er skruet fast. Tætningen er udført med en gummiliste mellem glasset og glaslisten. Både kantlisterne og glaslisterne er kun stødt sammen i hjørnerne. Absorberen består af en rørrist af firkantede stålrør, hvortil der er fastgjort en stålplade ved hjælp af z-formede profiler svejst til pladen. Absorberen fastholdes af de fire tilslutningsstudse, der er ført ud gennem solfangerens lange sider. Gennemføringerne er tætnet med fugemasse. Der er ingen ventilationshuller i solfangeren.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske direkte til kassen eller ved hjælp af tilslutningsstudsene.

Tilslutningen kan ske til studsene med udvendigt 1" gevind, idet man kan benytte alle fire eller kun to af dem.

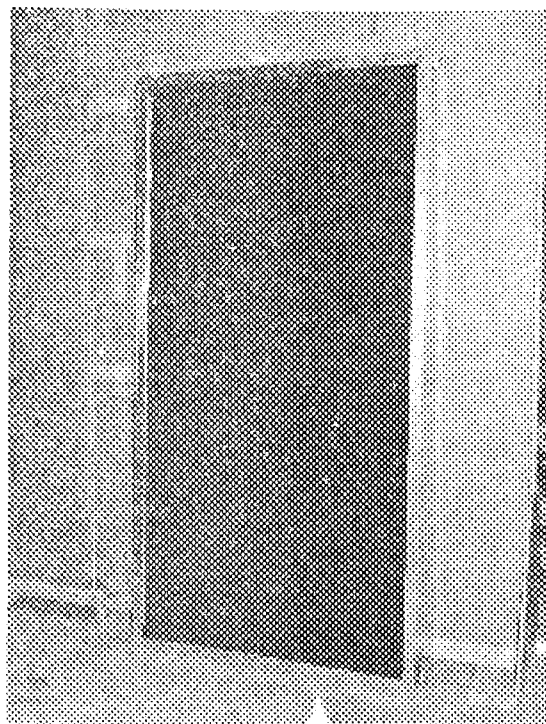


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

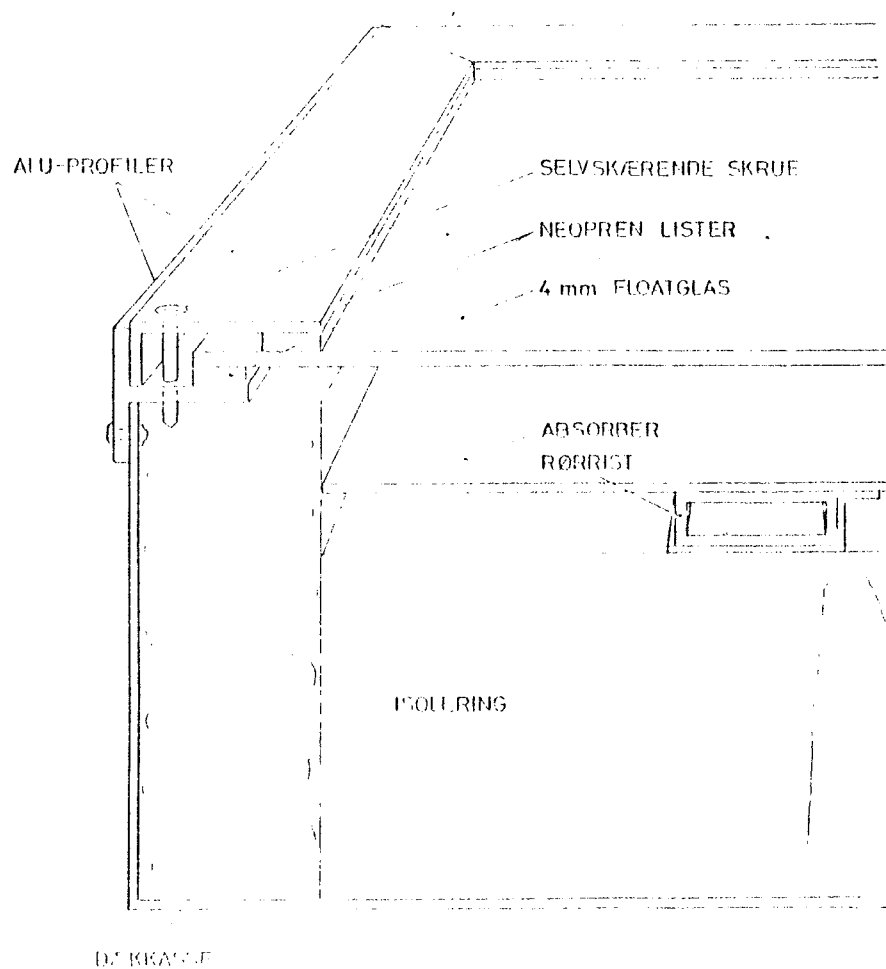


Fig. 2.2 Længdesnit i solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 november 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,66 - 4,5 (T_m - T_l)/E - 0,011 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 5,3 - 0,011 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,66 - 4,7 (T_m - T_l)/E - 0,012 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,97\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 38% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,040 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen.

E	M	T _l	T _f	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
908	0,0392	24,4	18,0	8,03	67,0
-	0,0392	24,1	18,0	8,04	67,1
-	0,0394	24,1	18,0	8,00	66,9
-	0,0392	24,3	18,0	7,98	66,6
904	0,0389	25,6	39,8	6,65	56,7
-	0,0389	25,5	39,9	6,70	57,2
-	0,0390	25,6	39,8	6,73	57,6
-	0,0389	25,6	39,9	6,72	57,3
912	0,0380	25,2	59,1	5,37	45,5
-	0,0380	25,2	59,1	5,36	45,6
-	0,0378	25,2	59,1	5,39	45,6
-	0,0378	25,3	59,1	5,40	45,6
901	0,0380	25,7	76,0	4,20	36,9
-	0,0380	25,8	76,0	4,20	36,8
-	0,0380	25,7	76,1	4,19	36,8
-	0,0380	25,7	76,1	4,21	36,9
908	0,0375	26,2	93,2	2,96	26,1
-	0,0373	26,1	93,2	2,96	25,9
-	0,0368	26,0	93,2	3,00	25,9
-	0,0372	26,2	93,2	3,02	26,3

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,97 m²

s	M	T _l	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0378	23,2	79,3	3,13	4,54
-	0,0376	23,1	79,3	3,14	4,51
-	0,0378	23,1	79,3	3,17	4,58
-	0,0376	23,0	79,3	3,17	4,56
45,0	0,0376	23,1	79,3	3,30	4,76
-	0,0376	23,0	79,3	3,31	4,78
-	0,0376	22,9	79,3	3,32	4,78
-	0,0375	22,9	79,3	3,32	4,77
22,5	0,0376	22,2	79,2	3,55	5,05
-	0,0375	22,4	79,2	3,55	5,04
-	0,0375	22,3	79,2	3,55	5,05
-	0,0376	22,3	79,2	3,55	5,07

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 , lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,97 m².

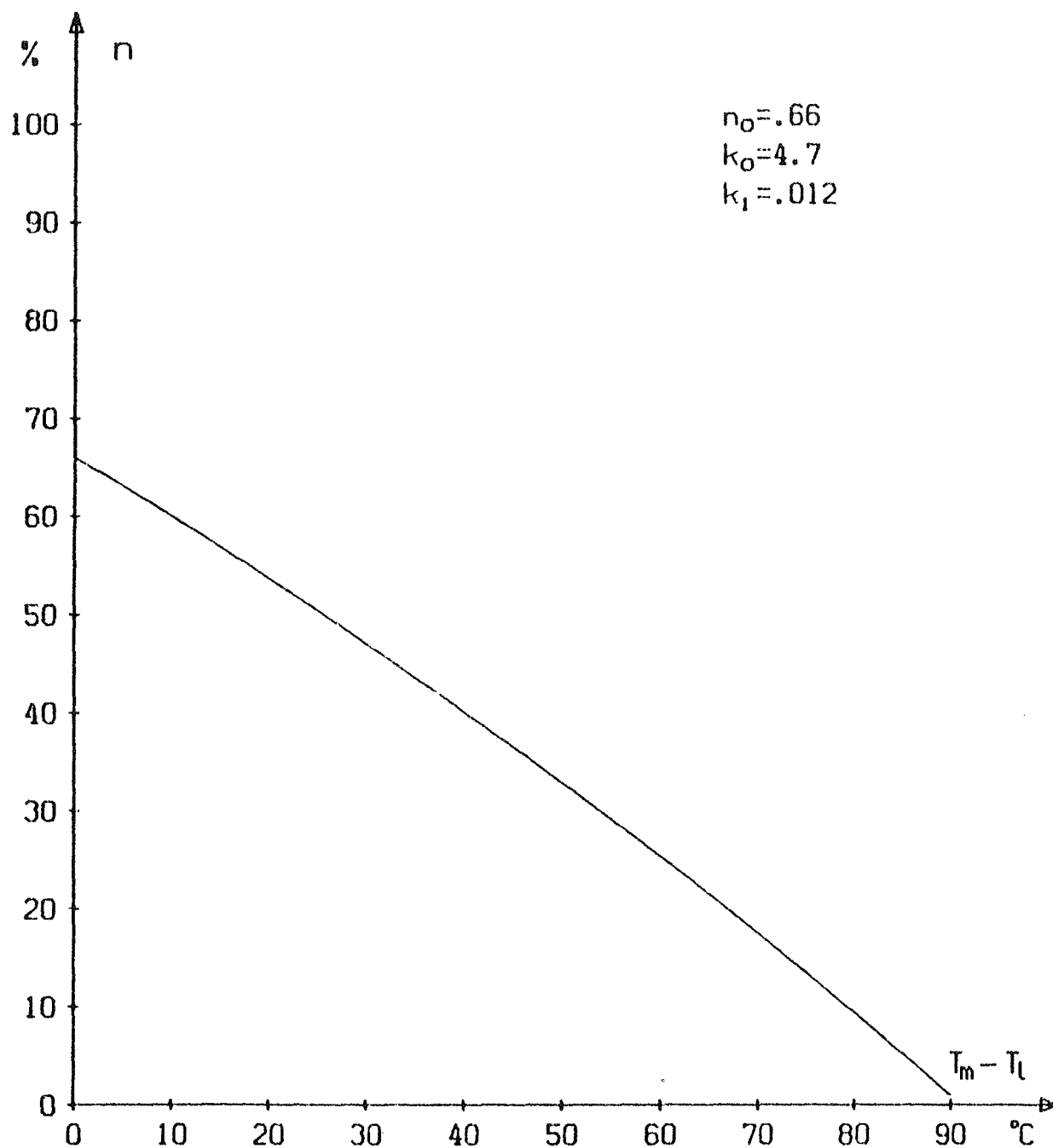


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 38% propylenglykol. Væskestrøm $0,040 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,97 \text{ m}^2$.

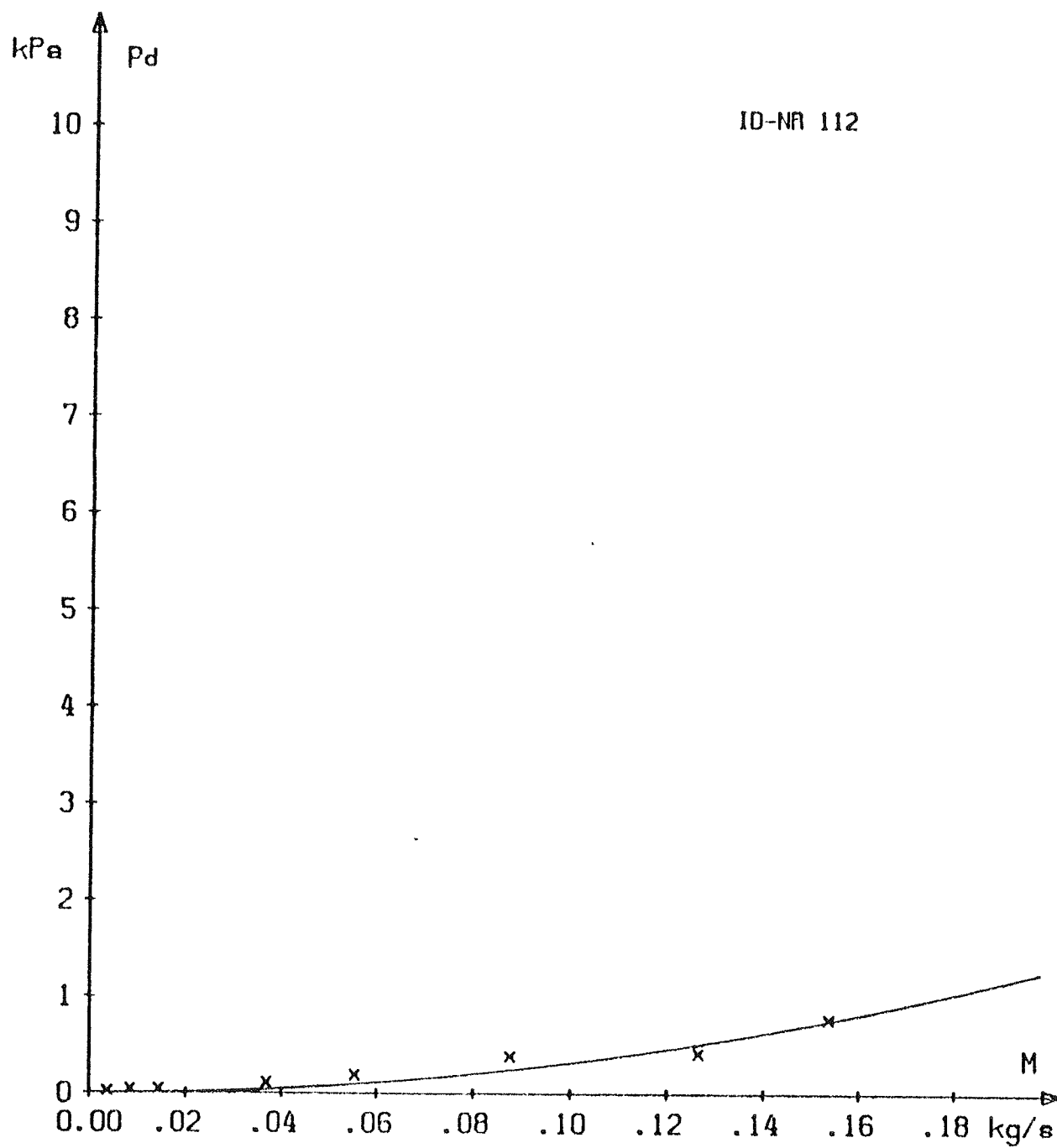


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 38% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C..

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Calosol
Strandgade 67
1410 København K
Telf: 01 57 10 34

Solfangerfabrikant.....: Amcor, Israel.

Solfangerens ID-nr*.....: 113

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist på fig. 2.1.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,93 m
Bredde.....: 1,24 m
Højde: 0,09 m

Solfangerens vægt tom.....: 58 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 4,5 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol

Anbefalet koncentration.....: 38% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm..: 0,041 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 600 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 600 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 25 mm
Transparent areal.....:	2,06 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	kobber
Rørsystem.....:	parallelle-langsgående
Antal rør.....:	11
Rørdimensioner(du/di).....:	15,9/14,5 mm
Plademateriale.....:	stål
Pladetykkelse.....:	1 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	klemning
Absorberbelægning.....:	selektiv
Rørristens vægt (tom) (kobber)...:	11 kg
Pladernes vægt (stål).....:	27 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum og aluminiumsfolie
Tykkelse.....:	37 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	ca. 25 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil, der er samlet i hjørnerne med udvendige vinkelbeslag og popnitter. Det treansparente lag er af glas og opdelt i tre dele. Glassene fastholdes af glaslister af stålplade og tætnes med u-formede gummilister, der er skubbet ind over glassets kanter. Absorberen består af en rørrist med en profileret pladestrimmel fastklemt til hvert rør. Mellem absorberen og bagsideisoleringen er der et luftlag. Isoleringen fastholdes af bagpladen af ABS-plast, der ligger på rammeprofilets indadvendende fod. Absorberens 4 tilslutningsrør er ført ud i siderne igennem gummiklodser. Solfangeren er forsynet med to dræn- og ventilationshuller med diameteren 18 mm i den ene af de korte sider.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske ved hjælp af beslag, der boltes på solfangerens sider.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de udragende studse med udvendigt 1" gevind. Man kan anvende alle fire tilslutninger eller kun de to af dem.

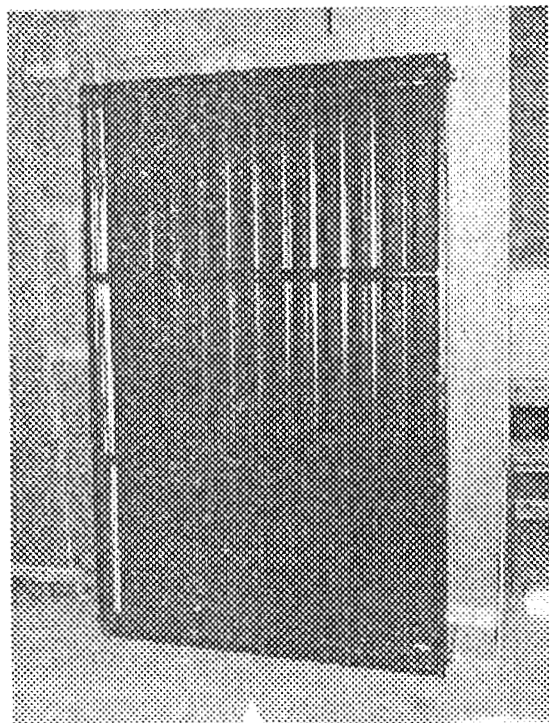


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i november 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,74 - 5,0 (T_m - T_l)/E - 0,016 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 5,8 - 0,006 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,74 - 5,1 (T_m - T_l)/E - 0,017 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($2,06\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 38% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. $0,041\text{ kg/s}$

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ingen.

E	M	T _l	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
918	0,0401	25,1	20,7	9,01	73,7
-	0,0401	25,1	20,7	8,99	73,4
-	0,0401	25,1	20,7	9,08	74,2
-	0,0402	25,1	20,7	9,03	74,0
902	0,0409	25,5	39,0	7,46	64,8
-	0,0409	25,5	39,0	7,45	64,7
-	0,0409	25,4	39,0	7,40	64,3
-	0,0409	25,1	39,0	7,44	64,7
911	0,0401	25,9	58,6	6,00	52,0
-	0,0401	25,9	58,6	6,00	52,0
-	0,0401	25,9	58,6	5,94	51,5
-	0,0400	25,8	58,7	5,97	51,6
901	0,0390	25,7	74,7	4,75	41,2
-	0,0391	25,9	74,7	4,78	41,7
-	0,0391	25,9	74,7	4,74	41,3
-	0,0395	25,9	74,7	4,75	41,8
906	0,0389	26,3	92,9	3,20	28,3
-	0,0390	26,3	92,9	3,21	28,4
-	0,0389	26,3	92,9	3,22	28,5
-	0,0389	26,3	92,9	3,30	29,1

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,06 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0390	21,4	78,9	3,81	5,38
-	0,0390	21,4	78,9	3,80	5,38
-	0,0391	21,4	78,9	3,80	5,40
-	0,0390	21,4	78,9	3,81	5,38
45,0	0,0390	21,8	78,9	3,89	5,54
-	0,0390	21,8	78,9	3,88	5,54
-	0,0391	21,8	78,9	3,88	5,54
-	0,0391	21,8	78,9	3,88	5,53
22,5	0,0391	21,9	78,8	3,95	5,67
-	0,0390	21,9	78,9	3,96	5,65
-	0,0391	21,9	78,8	3,95	5,67
-	0,0390	21,9	78,8	3,95	5,64

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,06 m².

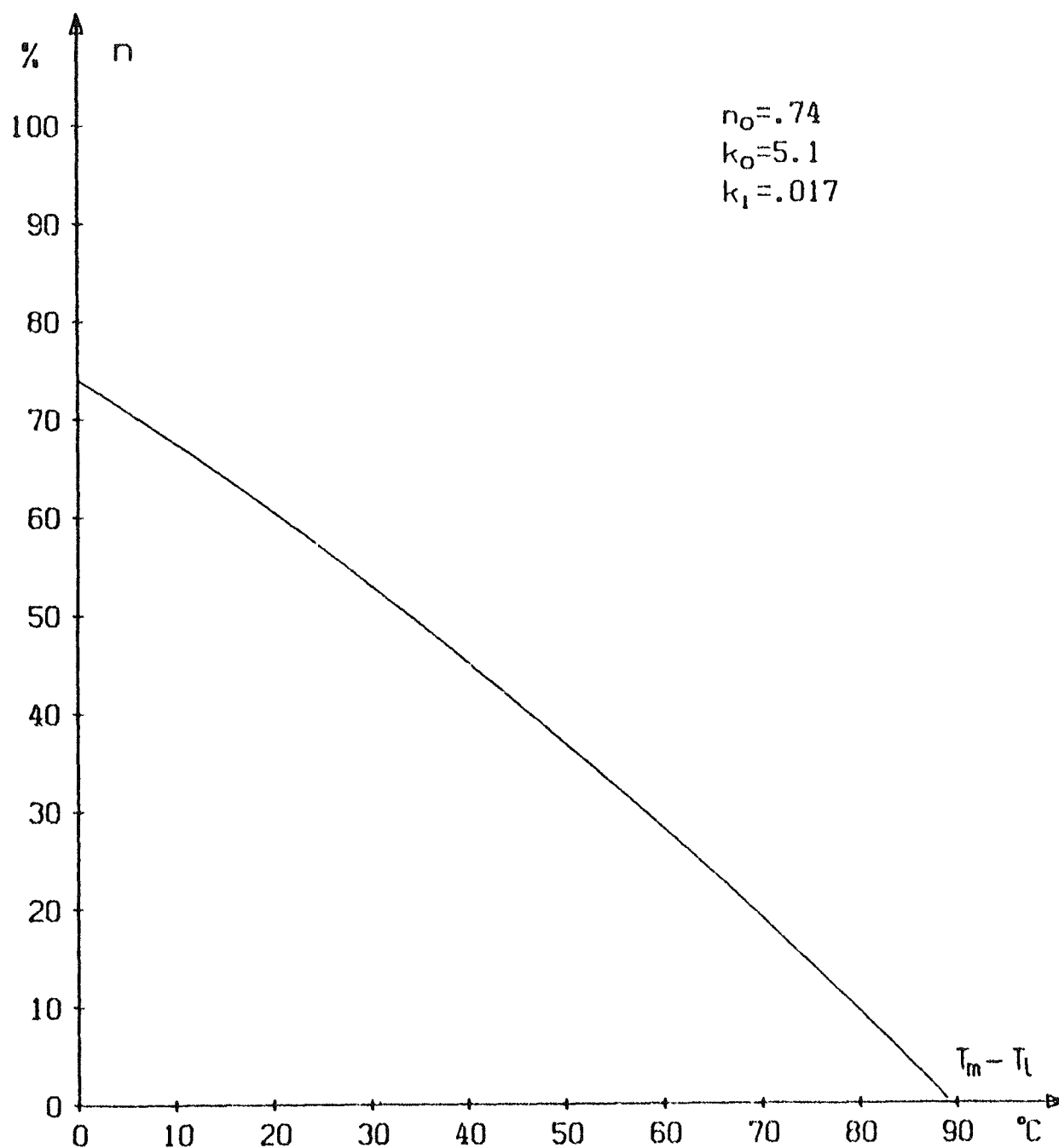


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 38% propylenglykol. Væskestrøm $0,041 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $2,06 \text{ m}^2$.

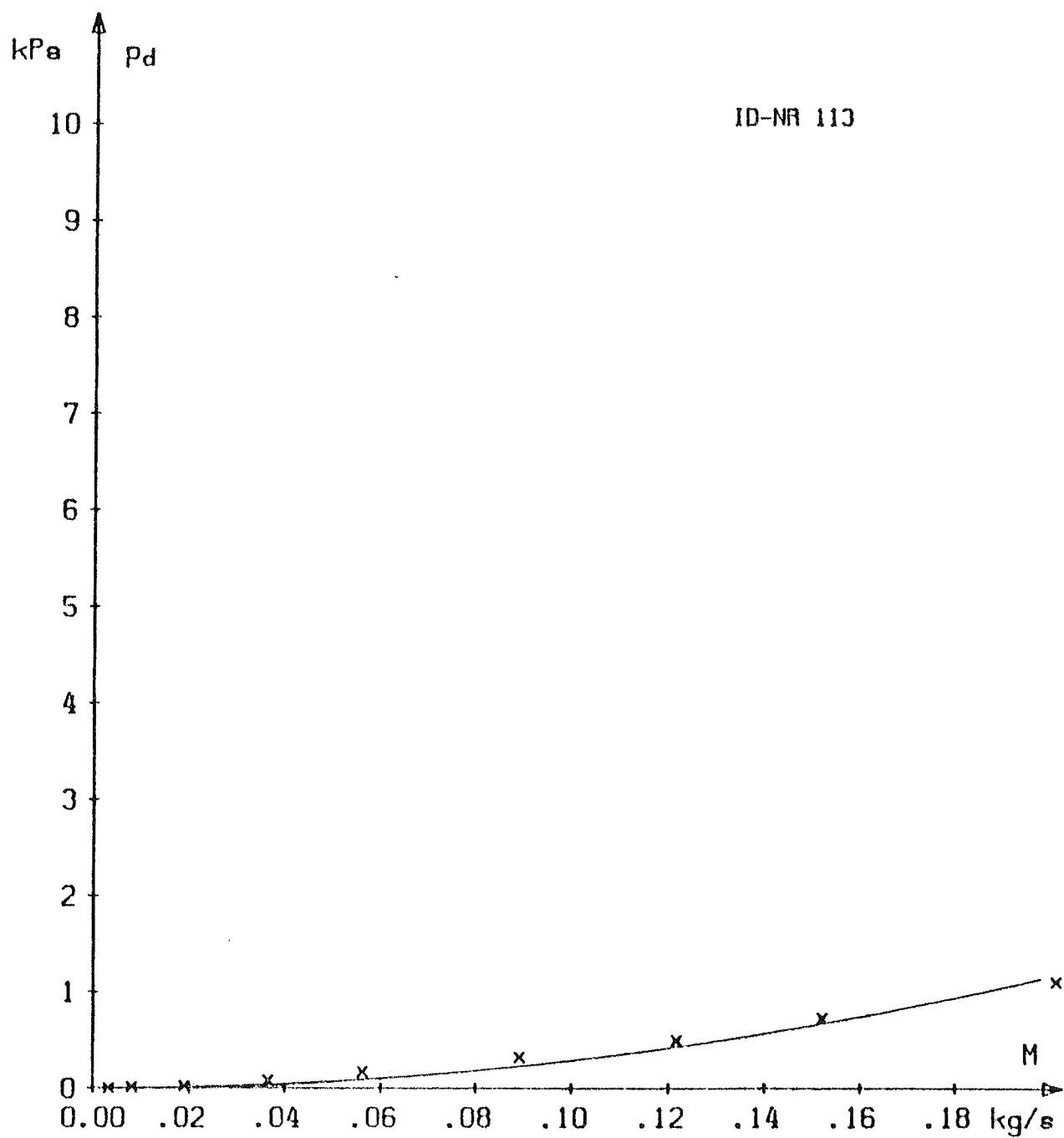


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 38% vol. propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Solteknik
Bolbrovej 9
2960 Rungsted
Telf: 02 86 93 14

Solfangerens betegnelse.....: Sunline

Solfangerens ID-nr*.....: 116

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1. og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,03 m

Bredde.....: 0,83 m

Højde.....: 0,11 m

Solfangerens vægt tom.....: 42 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,3 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol, PKL 300

Anbefalet koncentration.....: ufortyndet PKL 300

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,031 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 200 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 18 mm
Transparent areal.....:	1,57 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	aluminium
Kanalsystem.....:	parallelle-langsgående med tværforbindelser
Antal kanaler.....:	19
Kanalerne indv. dimensioner....:	10 x 4 mm
Kanalerne godstykkelse.....:	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,5 mm
Forbindelsesteknik.....:	Roll-Bond
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	6,4 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	70 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil med en godstykkelse på 2 mm. Rammeprofilet er samlet i hjørnerne med indvendige vinkelbeslag og popnitter. Glasset ligger på en flig på rammeprofilet og fastholdes af glaslister af et vinkelprofil af aluminium. Glaslisterne fastholdes af skruer af rustfrit stål. Glassets tætninger er udført ved fugning mellem glassets kant og rammeprofilet. Absorberen fastholdes af isoleringen og de to tilslutningsstudse, der er ført ud gennem gummityller i solfangerens korte sider. Isoleringen fastholdes af rammeprofilets fod og er på bagsiden forsynet med asfaltimprægneret pap. Leveres også med en 0,5 mm aluminiumplade som bagside. Solfangeren er ikke forsynet med huller for ventilation af hulrummet mellem glasset og absorberen, men kan ventileres gennem bagsideisoleringen.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan monteres uden på taget eller indbygges, idet et inddækningssystem kan leveres. Solfangeren kan fastgøres ved hjælp af klemmer, der stikkes ind i en rille i rammeprofilet, og skrues fast til underlaget.

Tilslutningen kan ske til de to 18 mm aluminiumsstudse ved hjælp af klemringsfittings eller slange.

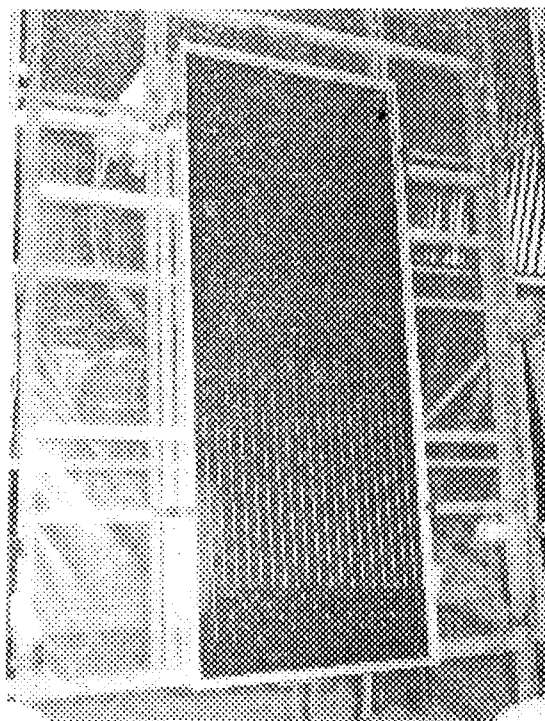


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

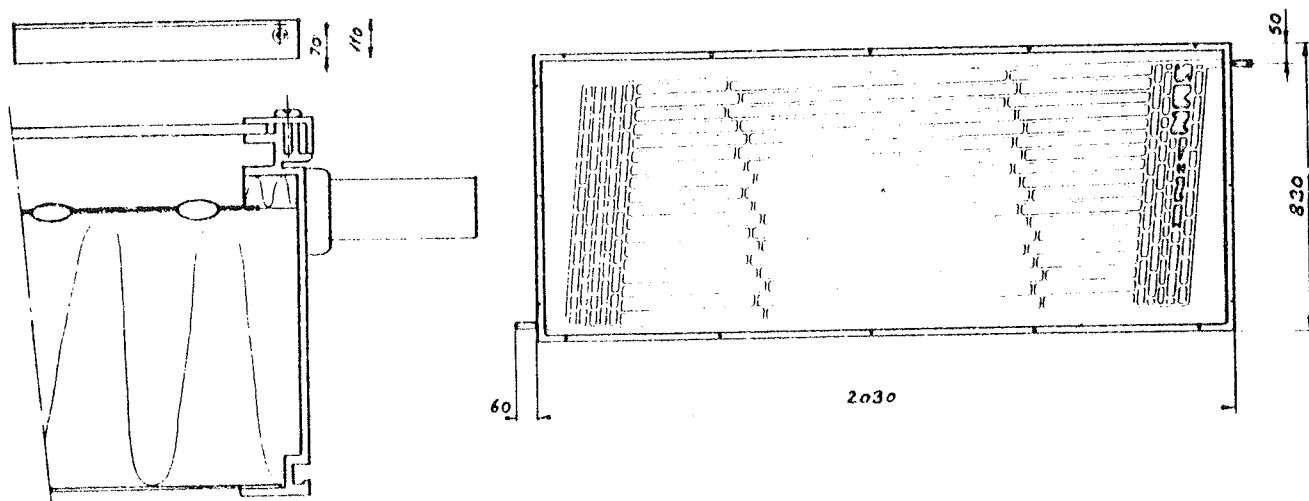


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 december 1979.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,83 - 6,6 (T_m - T_l)/E - 0,024 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,0 - 0,013 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,83 - 6,9 (T_m - T_l)/E - 0,025 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,57\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er PKL 300
- væskestrømningen er ca. 0,031 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven revnede glasset. Solfangeren blev skiftet og ved stagnationsprøvning af denne skete der ingen skade.

E	M	T _L	T _l	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
923	0,0316	23,6	21,5	10,09	80,5
923	0,0318	23,6	21,5	10,09	80,7
923	0,0318	23,7	21,5	10,13	81,0
923	0,0318	23,5	21,6	10,16	81,5
923	0,0314	24,1	39,5	8,53	68,7
923	0,0316	24,1	39,4	8,45	68,2
923	0,0314	24,1	39,3	8,46	68,0
923	0,0314	24,2	39,3	8,57	68,9
923	0,0307	24,8	57,5	6,73	53,7
923	0,0307	24,8	57,5	6,81	54,2
923	0,0307	24,8	57,6	6,80	54,0
923	0,0305	24,7	57,6	6,79	53,7
923	0,0326	24,0	77,0	4,20	35,8
923	0,0327	24,1	77,1	4,10	35,0
923	0,0326	24,2	77,1	4,17	35,5
923	0,0326	24,2	77,2	4,17	35,5
923	0,0323	24,7	94,4	2,30	19,7
923	0,0322	24,7	94,4	2,31	19,6
923	0,0322	24,8	94,5	2,29	19,5
923	0,0322	24,8	94,4	2,30	19,6

Tabel 4.1. Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerbældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,57 m².

s	M	T_l	T_1	T_d	k
grader	kg/s	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2\text{^{\circ}\text{C}}$
67,5	0,0305	22,3	80,5	5,39	7,09
67,5	0,0303	22,3	80,5	5,38	7,11
45,0	0,0302	22,0	80,5	5,69	7,47
45,0	0,0300	22,0	80,5	5,68	7,42
45,0	0,0302	22,0	80,5	5,70	7,48
45,0	0,0300	22,0	80,4	5,70	7,44
22,5	0,0302	21,9	80,4	5,87	7,67
22,5	0,0300	21,9	80,4	5,87	7,67
22,5	0,0302	22,0	80,5	5,88	7,71
22,5	0,0302	22,1	80,4	5,88	7,73

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,57 m².

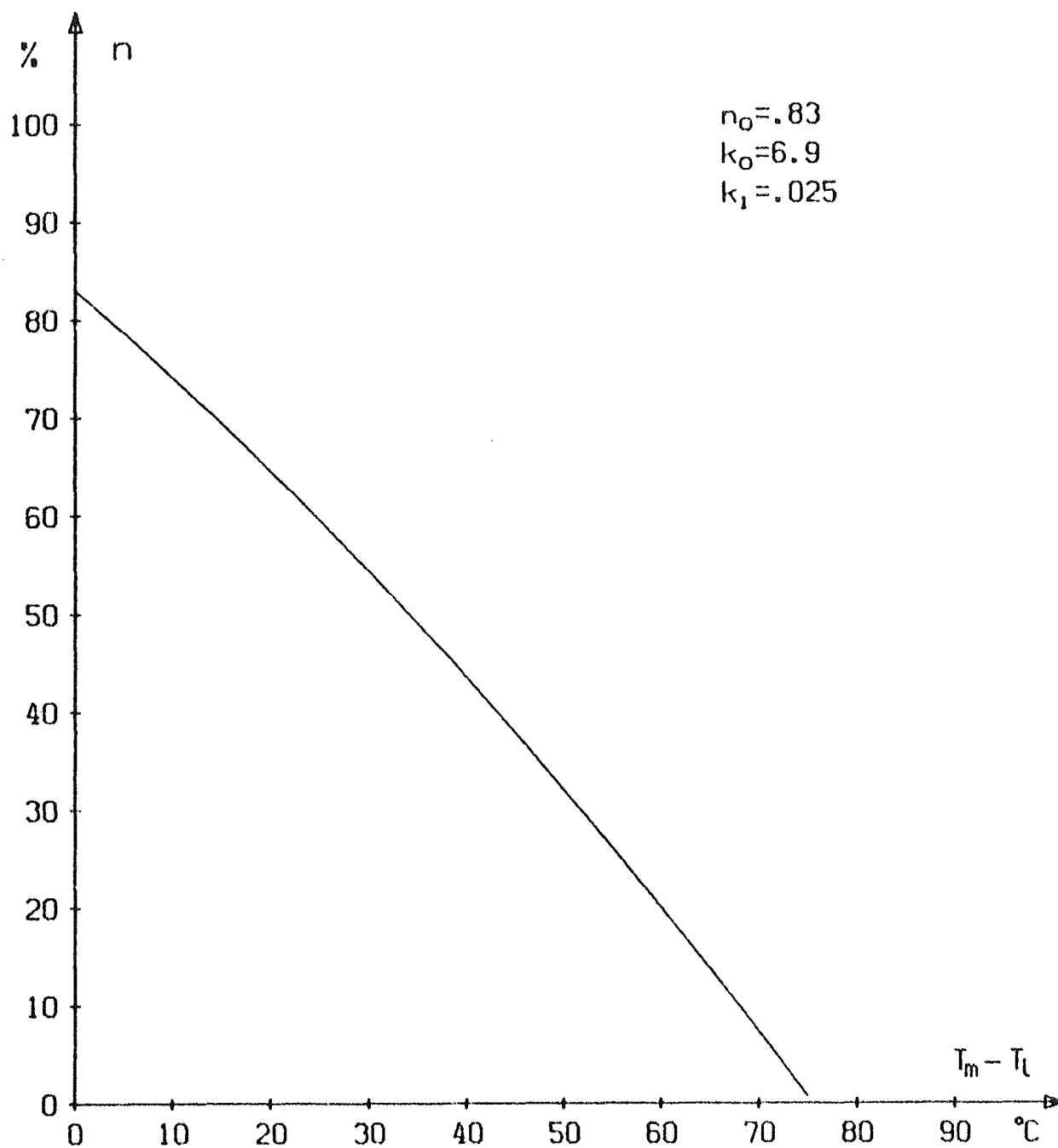


Fig. 4.1 Effektiviteten af solfangeren ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 .
Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed
mindst 5 m/s . Væske PKB 300. Væskestrøm $0,031 \text{ kg/s}$.
Benyttet areal $1,57 \text{ m}^2$.

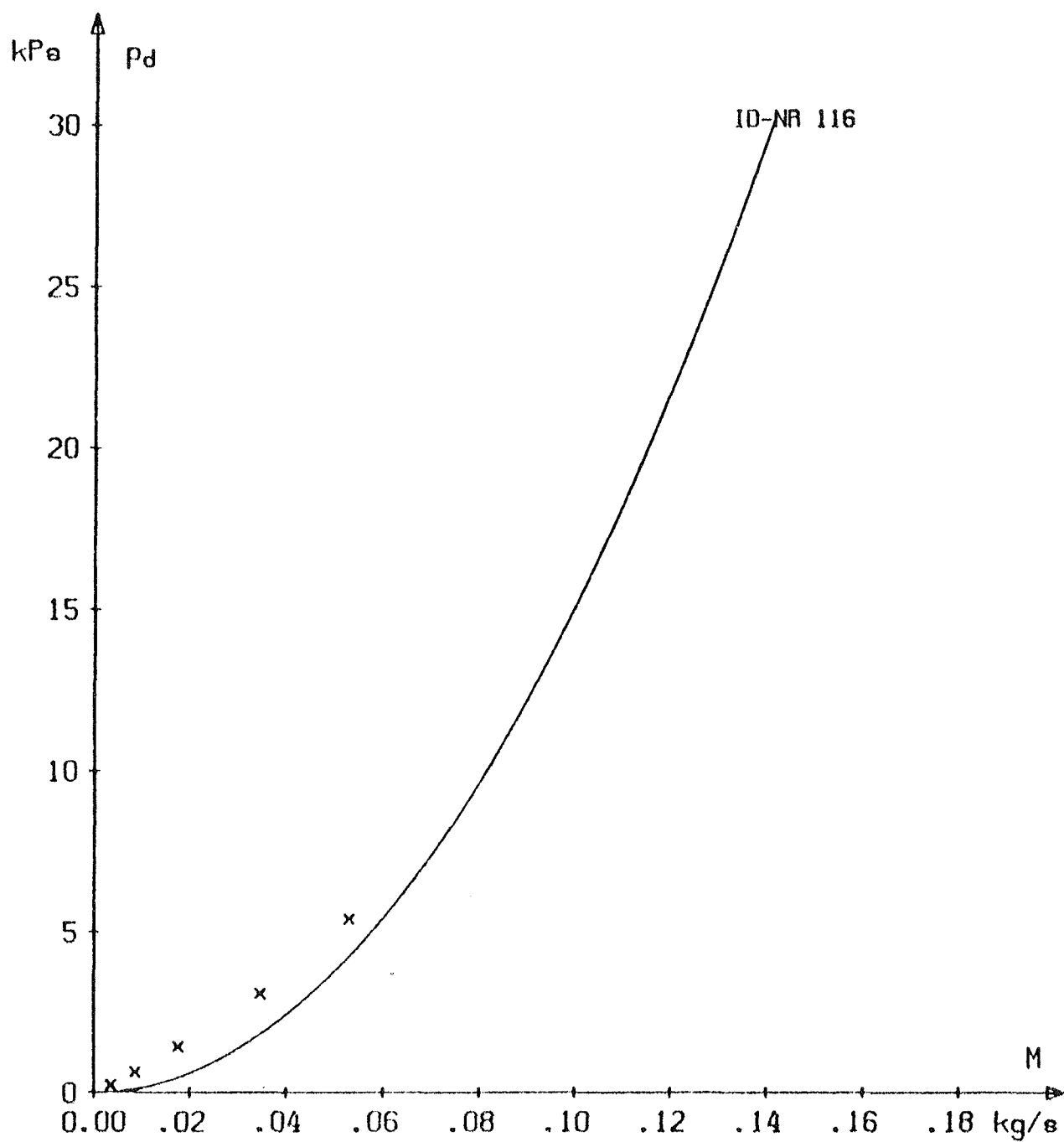


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af PKL 300 ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Max Sibbern
Vangedevej 168
2860 Søborg
Telf: 01 67 14 44

Solfangerfabrikant.....: TeknoTerm, Sverige
Solfangerens betegnelse.....: SunUnit
Solfangerens ID-nr*.....: 117

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,10 m
Bredde.....: 0,5 m
Højde: 0,06 m

Solfangerens vægt tom.....: 33 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2 l

Anbefalet væsketype.....: vand

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,019 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 150 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 150 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	6 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20 mm
Transparent areal.....:	0,96 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	parallelle langsgående
Antal kanaler.....:	8
Kanalernes indv. dimensioner....:	3 mm x 46 mm
Kanalernes godstykkelse.....:	0,8 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,6 mm
Forbindelsesteknik.....:	rulle- og punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	13,5 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	25 mm
Kantisolering.....:	ingen

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op af et u-formet profil og en bagplade, hvortil isoleringen og absorberen er fastgjort. Bagpladen består af en 1,25 mm aluminiumplade, der er bukket, så siderne udgør underlag for profilglasset. Profilglasset har dimensionerne 0,5 m x 0,05 m x 2,0 m og dets overflade er mønstret. Glasset fastholdes og tættes til bagpladen ved hjælp af fugemasse. Absorberen er i enderne tilsluttet fordelerrør af kobber. Enderne i solfangerelementet er åbne ved leveringen men lukkes af fastgørelsesbeslagene og inddækningerne.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen sker ved hjælp af et specielt monteringsystem.

Tilslutningen til solfangeren sker med 15 mm kobberrør, som skydes ind i røret, der er forbundet til absorberen. Røret fastgøres med 1/2" RG teleskop/hurtigkoblinger. Solfangerne kobles således i parallellforbindelse. Røret og dets isolering beskyttes af inddækningsprofilerne.

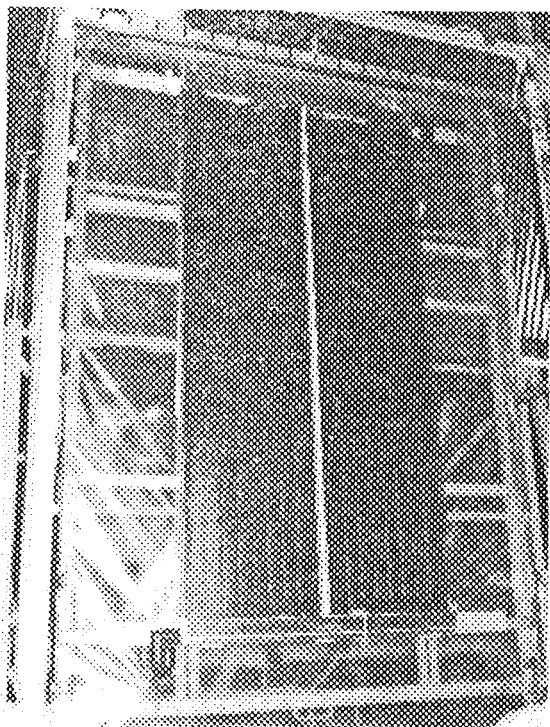


Fig. 2.1 Foto af solfangeren



Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i januar 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,82 - 8,9 (T_m - T_l)/E - 0,018 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 9,2 - 0,005 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,82 - 9,0 (T_m - T_l)/E - 0,018 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($0,96\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er vand
- væskestrømningen er ca. 0,019 kg/s pr. element

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Beskrivelsen af solfangeren er baseret på et element, men effektivitetsprøvningen er udført på to elementer.

E	M	T_1	T_1	T_d	η
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
872	0,0393	24,1	20,0	8,40	82,2
-	0,0393	24,2	20,0	8,32	81,5
-	0,0393	24,2	20,1	8,28	81,3
-	0,0391	24,2	20,2	8,30	81,0
872	0,0390	24,7	41,6	6,25	60,8
-	0,0390	24,7	41,7	6,26	61,0
-	0,0391	24,7	41,6	6,23	61,0
-	0,0391	24,8	41,6	6,23	60,8
872	0,0376	25,2	65,8	3,65	34,3
-	0,0377	25,1	65,8	3,62	34,1
-	0,0374	25,2	65,8	3,68	34,5
-	0,0376	25,2	65,8	3,68	34,5
873	0,0367	25,3	88,8	0,87	8,1
-	0,0367	25,4	88,8	0,90	8,3
-	0,0367	25,3	88,8	0,91	8,4
-	0,0367	25,2	88,8	0,92	8,5

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,92 m² (2 elementer)

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0379	22,5	78,0	5,68	8,94
-	0,0382	22,5	78,0	5,67	8,93
-	0,0382	22,3	78,0	5,66	8,91
-	0,0379	22,3	78,0	5,67	8,90
45,0	0,0378	22,7	78,1	5,71	8,97
-	0,0376	22,7	78,1	5,72	8,95
-	0,0378	22,7	78,1	5,71	8,95
-	0,0376	22,6	78,1	5,71	8,91
22,5	0,0378	23,3	78,1	5,77	9,18
-	0,0378	23,3	78,2	5,75	9,14
-	0,0378	23,3	78,2	5,75	9,16
-	0,0378	23,5	78,2	5,74	9,14

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,92 m² (2 elementer)

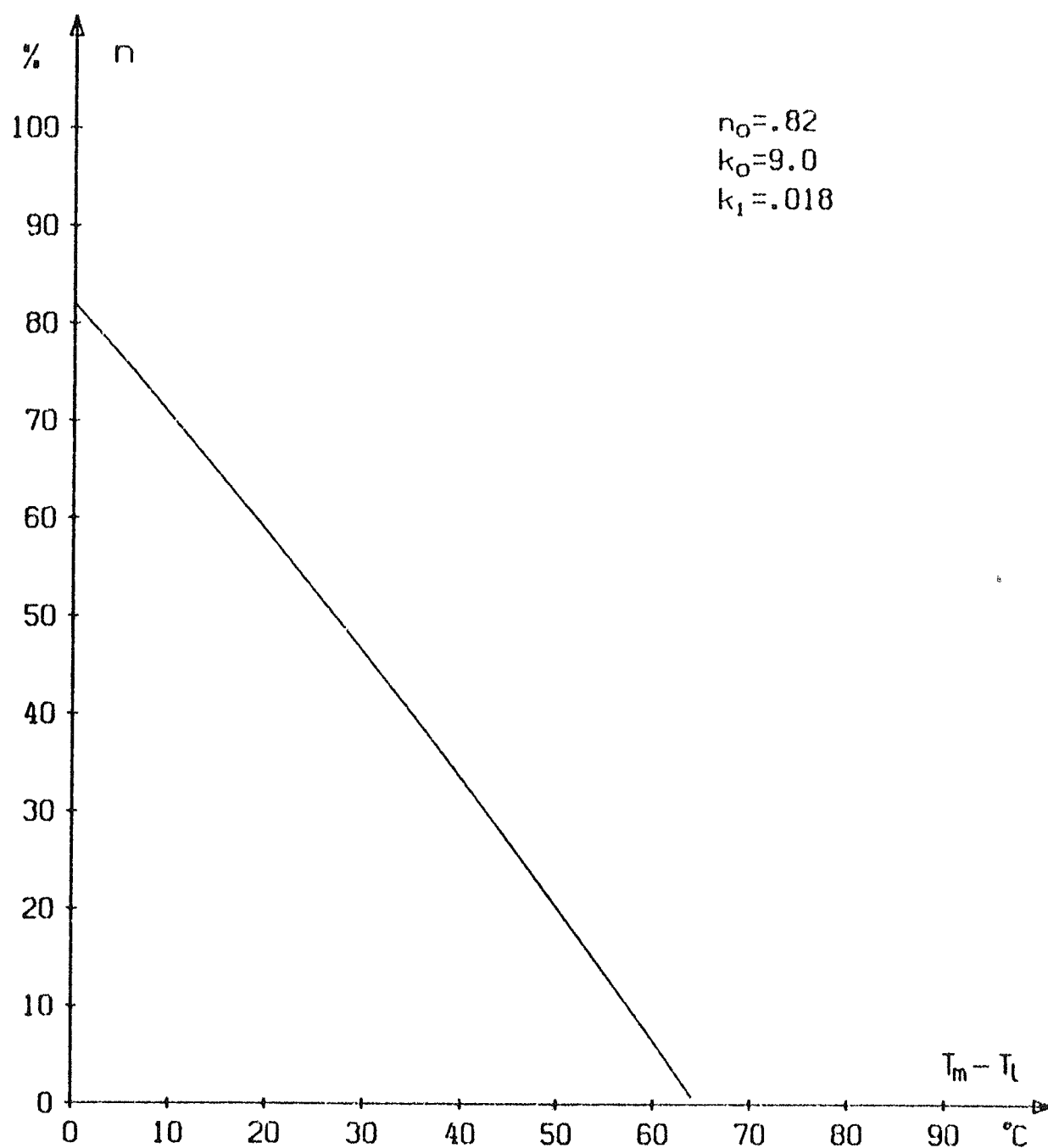


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væsken er vand. Væskestrøm $0,019 \text{ kg/s}$ pr. element. Benyttet areal $0,96 \text{ m}^2$ pr. element.

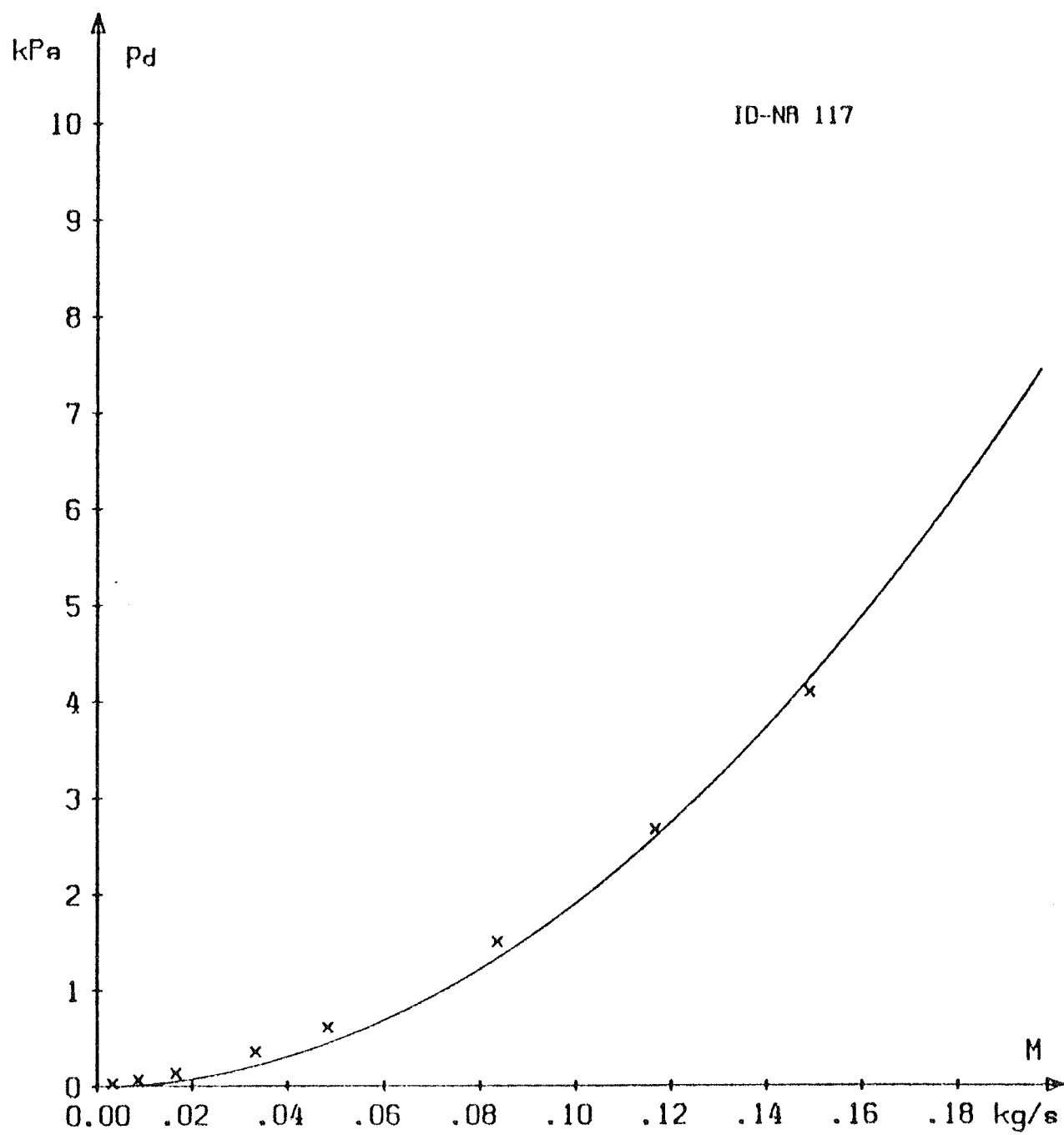


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren (et element) ved varierende gennemstrømning af vand ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Dansk Solvarme K/S
Kabelvej 5
V. Hassing Strand
9310 Vodskov
Telf: 08 25 62 66

Solfangerfabrikant.....: Robinsons Development.
England.

Solfangerens betegnelse.....: Polypanel, type 02

Solfangerens ID-nr*.....: 118

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,09 m

Bredde.....: 1,35 m

Højde: 0,06 m

Solfangerens vægt tom.....: 13 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 11 l

Anbefalet væsketype.....: vand

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,24 kg/s /0,17 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 130 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 130 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....: ingen

Belyst areal.....: 2,27 m²

2.2 Absorber

Type.....: kanalplade
Materiale.....: sort polypropylen
Kanalsystem.....: tætliggende parallelle-langsgående
Kanalernes Indv. dimensioner.....: 4 mm x 4mm
Kanalernes godstykkelse.....: 0,5 mm
Pladetykkelse.....: 5 mm
Forbindelsesteknik.....: ekstruderet
Absorberbelægning.....: ingen
Absorberens vægt (tom).....: 7 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering.....: ingen

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en absorber, der er fastgjort til en ramme af aluminiumsprofiler. Solfangeren er uden transparente lag og isolering. Absorberen består af en ekstruderet kanalplade af plast, der er svejst til fordelerrør af plast.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske til vinkelbeslag på rammens lange sider.

Tilslutningen til solfangeren sker til de fire udragende ender af fordelerrørene med udvendig diameter på 42 mm. Forbindelsen mellem absorberelementerne indbyrdes og til tilslutningsrørene af PVC udføres ved hjælp af gummislanger og slangebånd.

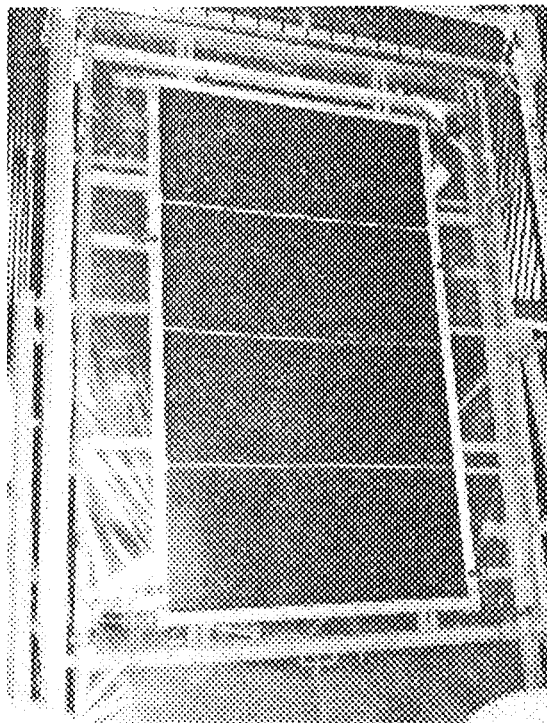


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

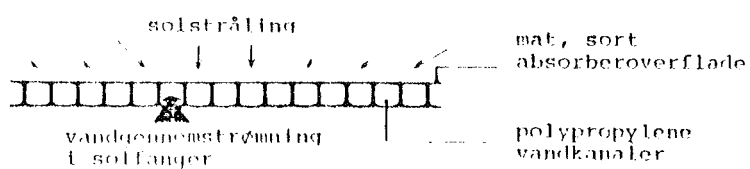


Fig. 2.2 Skitse af tværsnit i absorberen.

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 januar 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,89 - 35,2 (T_m - T_l)/E - 0,25 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 37,9 + 0,007 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,89 - 35,1 (T_m - T_l)/E - 0,25 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på belyst areal ($2,27 \text{ m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er vand
- væskestrømningen er ca. $0,17 \text{ kg/s}$.

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Den anbefalede vandstrøm er fem gange større end den normalt anvendte i prøveproceduren. Derfor har man ved prøvningen forsøgt at benytte den anbefalede vandstrøm, hvilket dog ikke fuldt ud var muligt. Det skal iøvrigt bemærkes, at solfangeren er meget følsom over for vindpåvirkninger. Supplerende målinger viste, at varmetabskoefficienten på $35 \text{ W/m}^2\text{°C}$ faldt til $31 \text{ W/m}^2\text{°C}$ og $21 \text{ W/m}^2\text{°C}$, når vindhastigheden h.h.v. var 2 m/s og 0 m/s .

E	M	T _l	T _l	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
877	0,1672	24,1	19,3	2,92	102,6
-	0,1672	24,0	19,3	2,91	102,2
-	0,1675	24,1	19,3	2,90	102,3
-	0,1673	24,0	19,3	2,91	102,2
869	0,1677	24,9	38,2	0,80	28,5
-	0,1677	24,9	38,2	0,81	28,8
-	0,1632	24,9	38,2	0,81	28,6
-	0,1678	25,0	38,2	0,81	28,6
866	0,1668	24,0	29,5	1,76	62,4
-	0,1675	24,2	29,5	1,76	62,8
-	0,1672	24,2	29,5	1,77	63,0
-	0,1670	24,3	29,5	1,78	63,2
864	0,1685	25,1	41,5	0,37	13,4
-	0,1683	25,1	41,5	0,37	13,3
-	0,1683	25,0	41,5	0,37	13,3
-	0,1683	25,0	41,5	0,37	13,4

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
Det benyttede areal er 2,27 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,1706	21,7	39,3	2,02	38,26
-	0,1711	21,7	39,3	2,02	38,36
-	0,1706	21,7	39,3	2,02	38,25
-	0,1711	21,7	39,4	2,04	38,73
45,0	0,1710	21,5	39,3	2,01	37,61
-	0,1711	21,9	39,3	1,99	38,20
-	0,1710	22,0	39,3	1,99	38,13
-	0,1715	21,7	39,3	2,00	37,86
22,5	0,1715	22,2	39,4	1,95	38,00
-	0,1716	22,3	39,4	1,94	37,96
-	0,1715	22,4	39,4	1,96	38,42
-	0,1713	22,3	39,4	1,95	38,04

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,27 m².

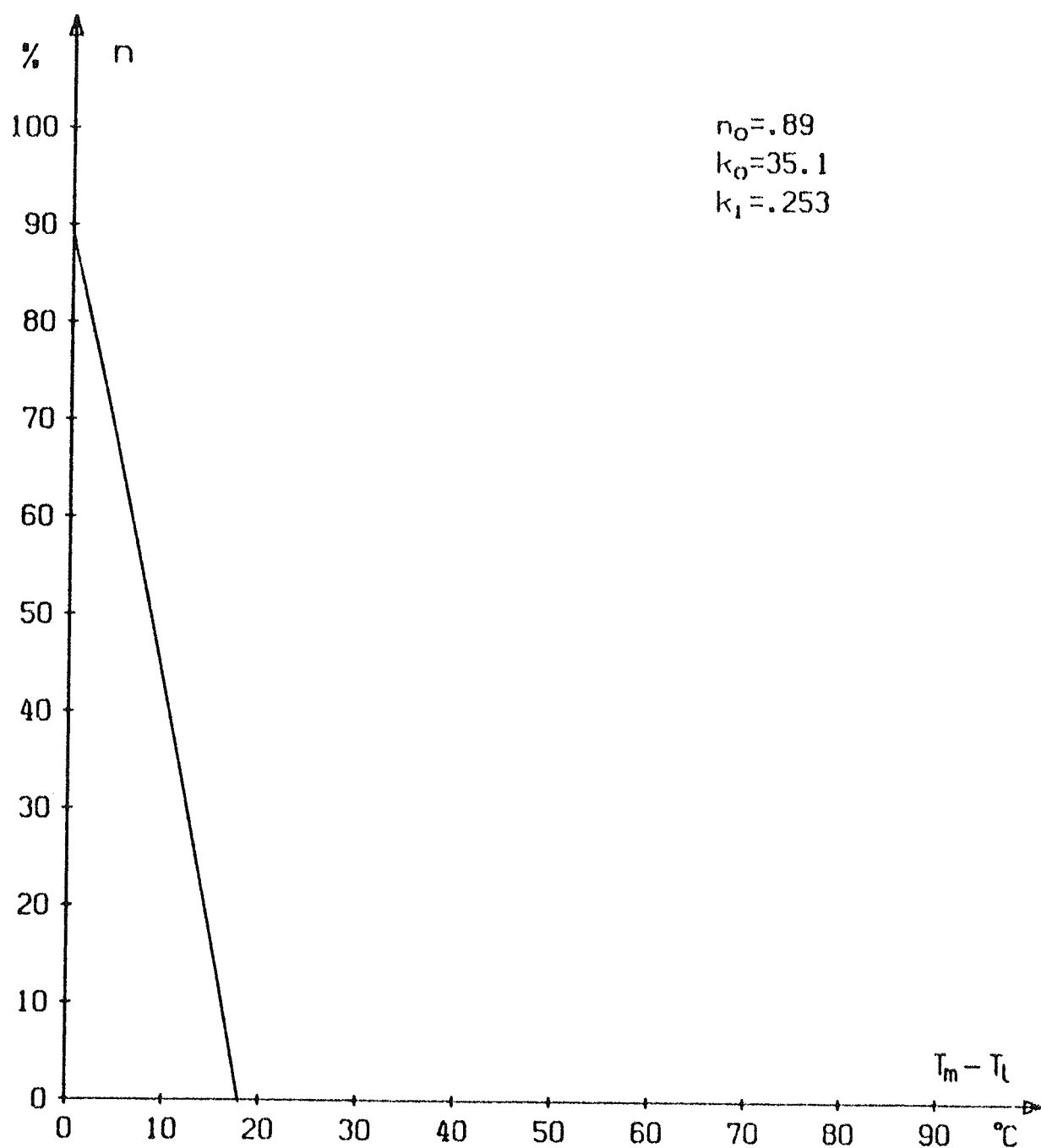


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske er vand. Væskestrøm $0,17 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $2,27 \text{ m}^2$.

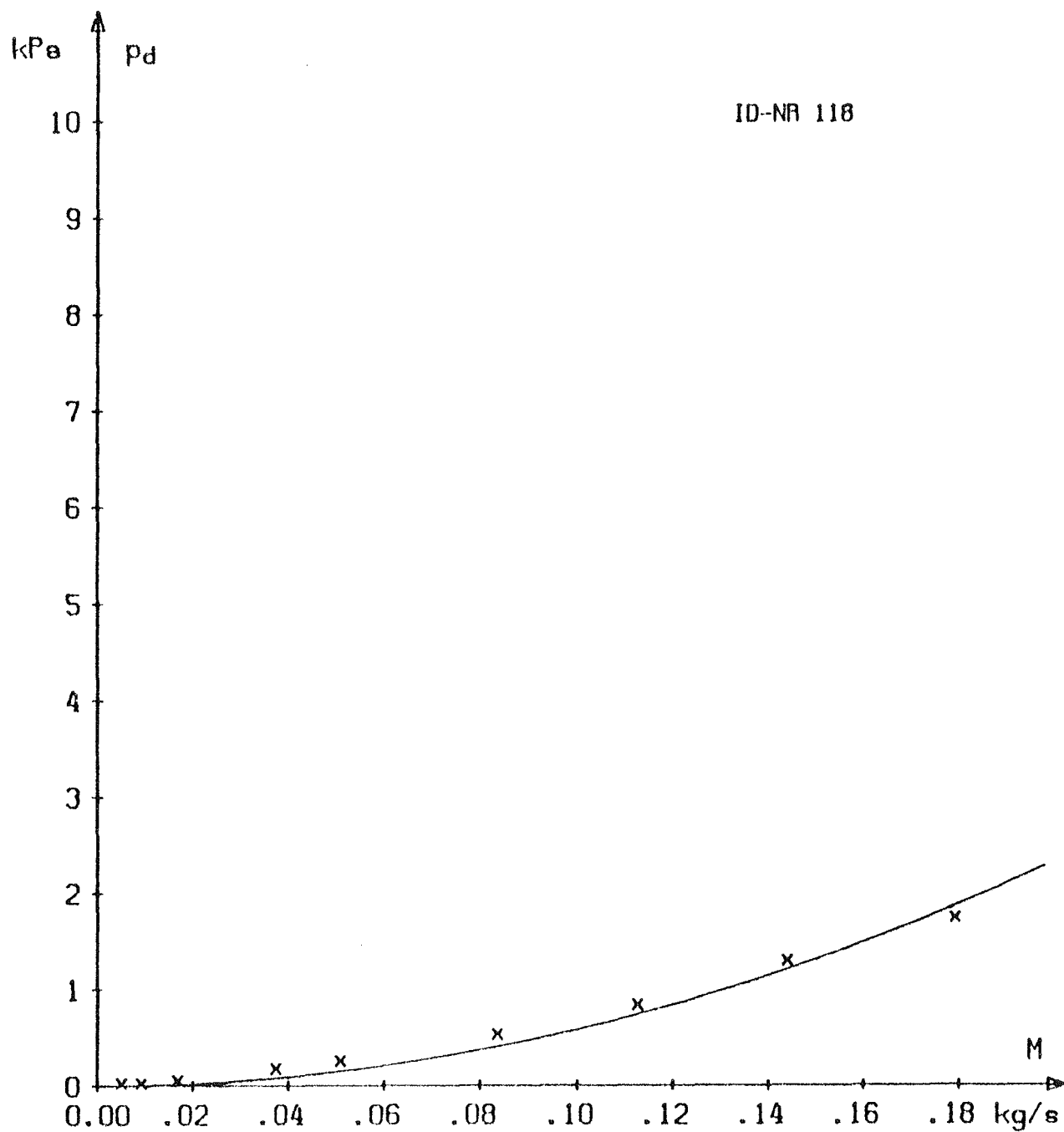


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af vand ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Zachomatik
Nyvej 8
6430 Nordborg
Telf: 04 45 03 65
Solfangerens betegnelse.....: Solfanger, type 3
Solfangerens ID-nr*.....: 119

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,80 m
Bredde.....: 0,80 m
Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 35 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,4 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol, Glycoshell Plus

Anbefalet koncentration.....: 33% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,028 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 800 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 35 mm
Transparent areal.....:	1,38 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	kobber
Rørsystem.....:	parallelle-langsgående
Antal rør.....:	13
Rørafstand.....:	60 mm
Rørdimensioner(du/di).....:	8,0 mm /6,4 mm og 22 mm /20 mm
Plademateriale.....:	kobber
Pladetykkelse.....:	0,4 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	lodning
Absorberbelægning.....:	selektiv, sort kobberoxyd
Absorberens vægt (tom).....:	8,4 kg

2.3 Isolering

Bagsidelisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	50 mm
Kantisolering.....:	ingen

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er opbygget i en kasse, der er bukket op af en 1 mm aluminiumsplade. Siderne er samlet med udvendige vinkelbeslag og popnitter. Øverst er siderne bukket ud, så de både udgør underlag og glasliste for fastgørelse af glasset. Tætningen er udført med et fugebånd på begge sider af glasset. Absorberen består af en rørrist, hvortil der er fastgjort en profileret kobberplade ved lodning. Absorberens fordelerrør er ført ud gennem kassens sider. Gennemføringerne er tætnet med fugemasse. Der er ingen ventilationshuller i solfangeren.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er både beregnet for montering uden på taget og til indbygning. Fastgørelsen kan ske ved hjælp af beslag til kassens sider og bund.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de udragende fordelerrør, der er forsynet med halve 3/4" unioner. Solfangerne kobles normalt sammen i parallellforbindelse.

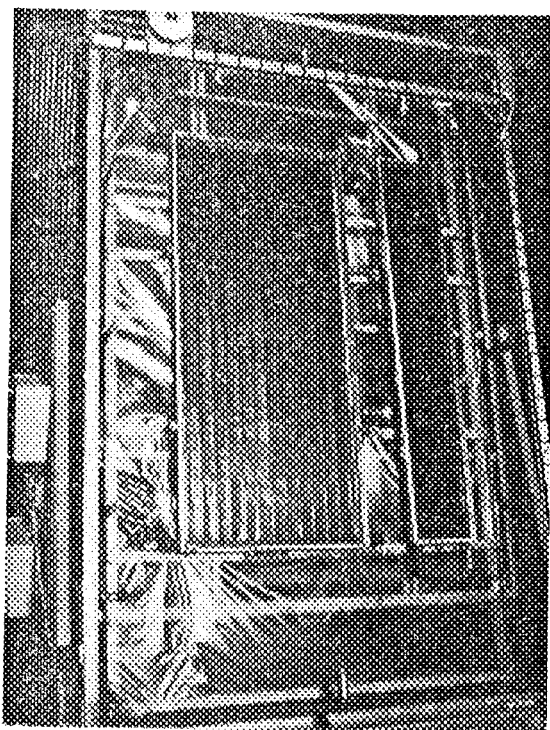


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

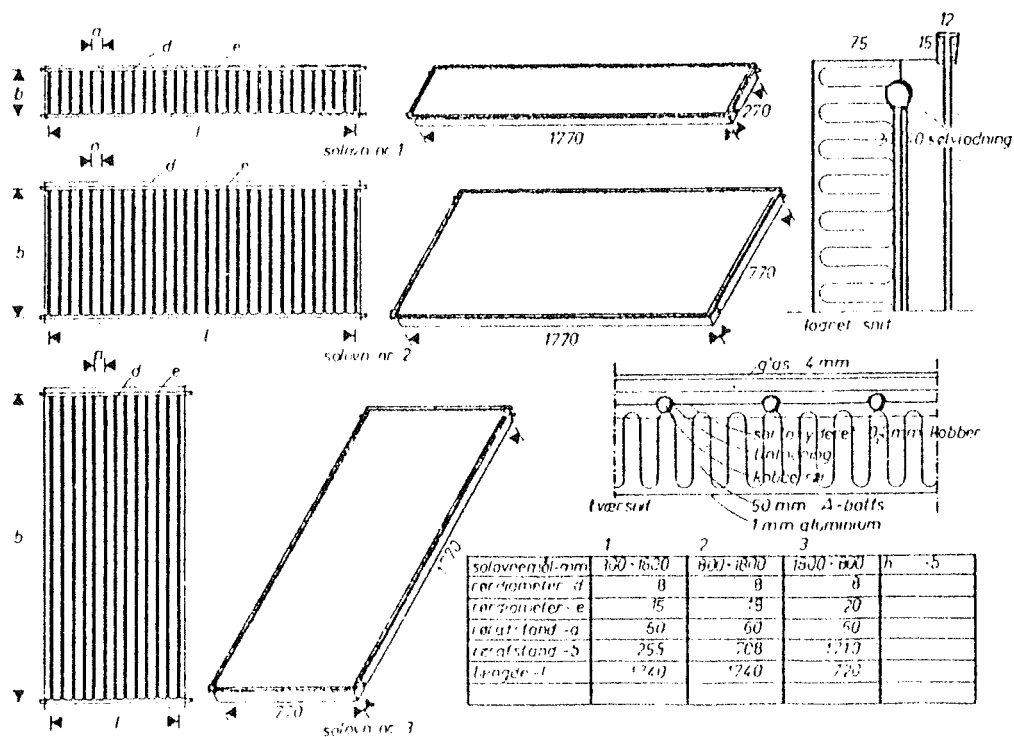


Fig. 2.2. Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i februar 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,74 - 4,9 (T_m - T_l)/E - 0,025 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 6,8 - 0,011 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,74 - 5,1 (T_m - T_l)/E - 0,026 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,38\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 33% vol. ethylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,028 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

For den ene af de to andre typer af solfangeren (type 2), som er vist på fig. 2.2, skønnes det at resultaterne for den prøvede solfanger (type 3) også gælder, idet denne stort set har samme dimensioner.

For solfangeren af type 1 må man, baseret på en sammenlignende måling af varmetab regne med en 30% større varmetabskoefficient. Da solfangerkonstruktionerne ellers er ens, skønnes det, at de har samme starteffektivitet, n_0 .

E	M	T _l	T _l	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
901	0,0273	24,9	18,1	9,45	75,4
-	0,0273	24,9	18,1	9,49	75,6
-	0,0273	25,0	18,1	9,46	75,2
-	0,0271	25,0	18,0	9,51	75,5
901	0,0285	25,4	41,8	7,38	62,6
-	0,0285	25,5	41,8	7,39	62,7
-	0,0285	25,4	41,8	7,40	62,8
-	0,0283	25,4	41,8	7,42	62,8
890	0,0275	24,8	60,8	5,76	48,5
-	0,0277	24,7	60,8	5,78	48,8
-	0,0275	24,8	60,8	5,75	48,4
-	0,0277	24,8	60,8	5,76	48,6
888	0,0287	24,3	78,4	3,87	34,4
-	0,0285	24,5	78,4	3,90	34,5
-	0,0287	24,6	78,4	3,91	34,8
-	0,0287	24,6	78,4	3,96	35,2
891	0,0291	24,9	92,2	2,61	23,7
-	0,0290	24,9	92,2	2,68	24,2
-	0,0291	24,9	92,2	2,63	23,8
-	0,0291	25,0	92,2	2,58	23,5

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,38 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0284	22,8	77,7	4,15	6,12
-	0,0284	22,8	77,7	4,11	6,06
-	0,0284	22,9	77,7	4,13	6,09
-	0,0284	22,9	77,7	4,14	6,11
45,0	0,0282	23,0	77,7	4,29	6,33
-	0,0284	23,1	77,7	4,28	6,35
-	0,0282	23,0	77,7	4,29	6,33
-	0,0284	23,1	77,7	4,29	6,34
22,5	0,0282	23,2	77,7	4,44	6,57
-	0,0282	23,2	77,7	4,44	6,57
-	0,0282	23,2	77,7	4,44	6,58
-	0,0282	23,2	77,7	4,44	6,59

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,38 m².

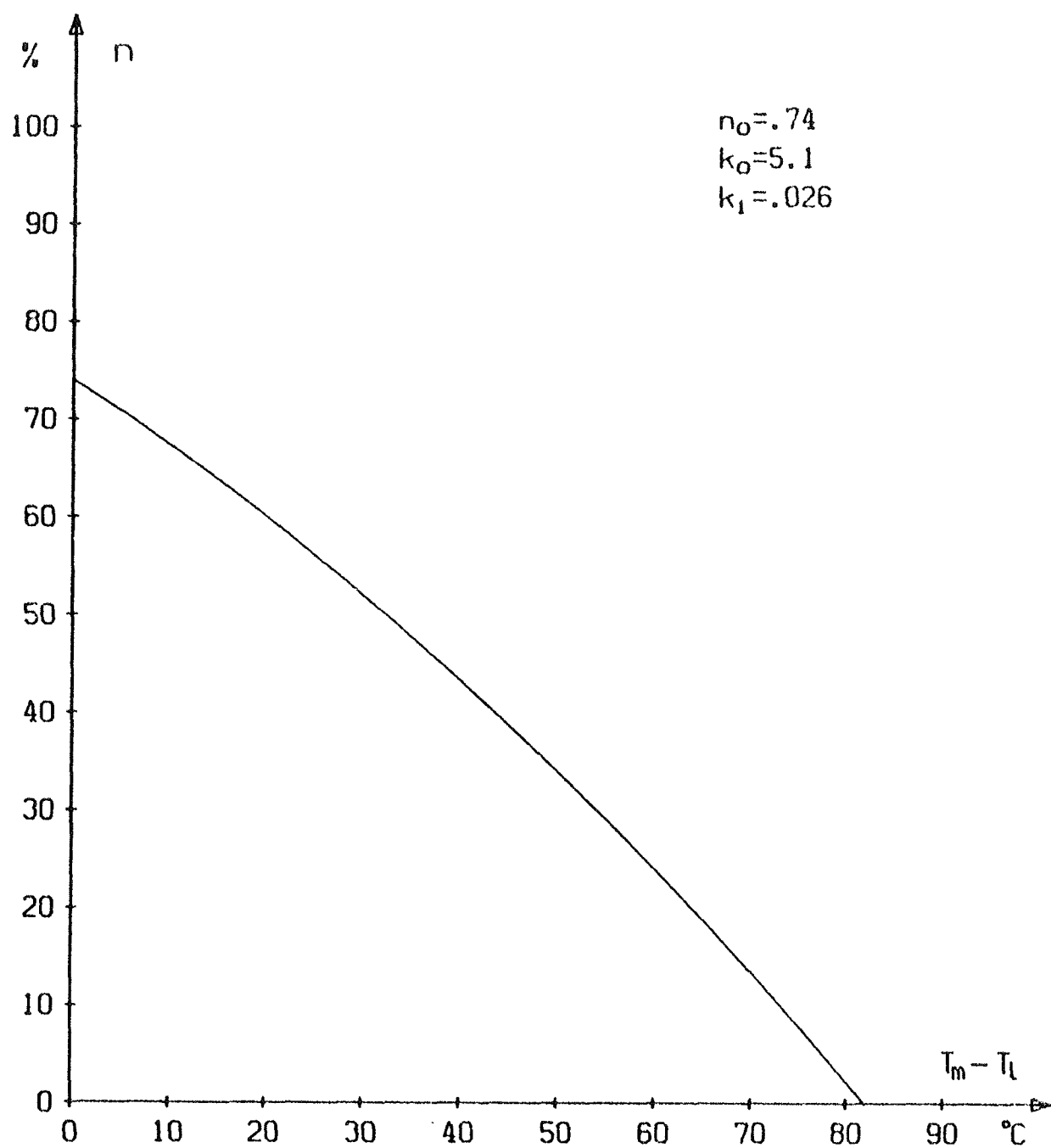


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 33% ethylenglykol. Væskestrøm $0,028 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,38 \text{ m}^2$.

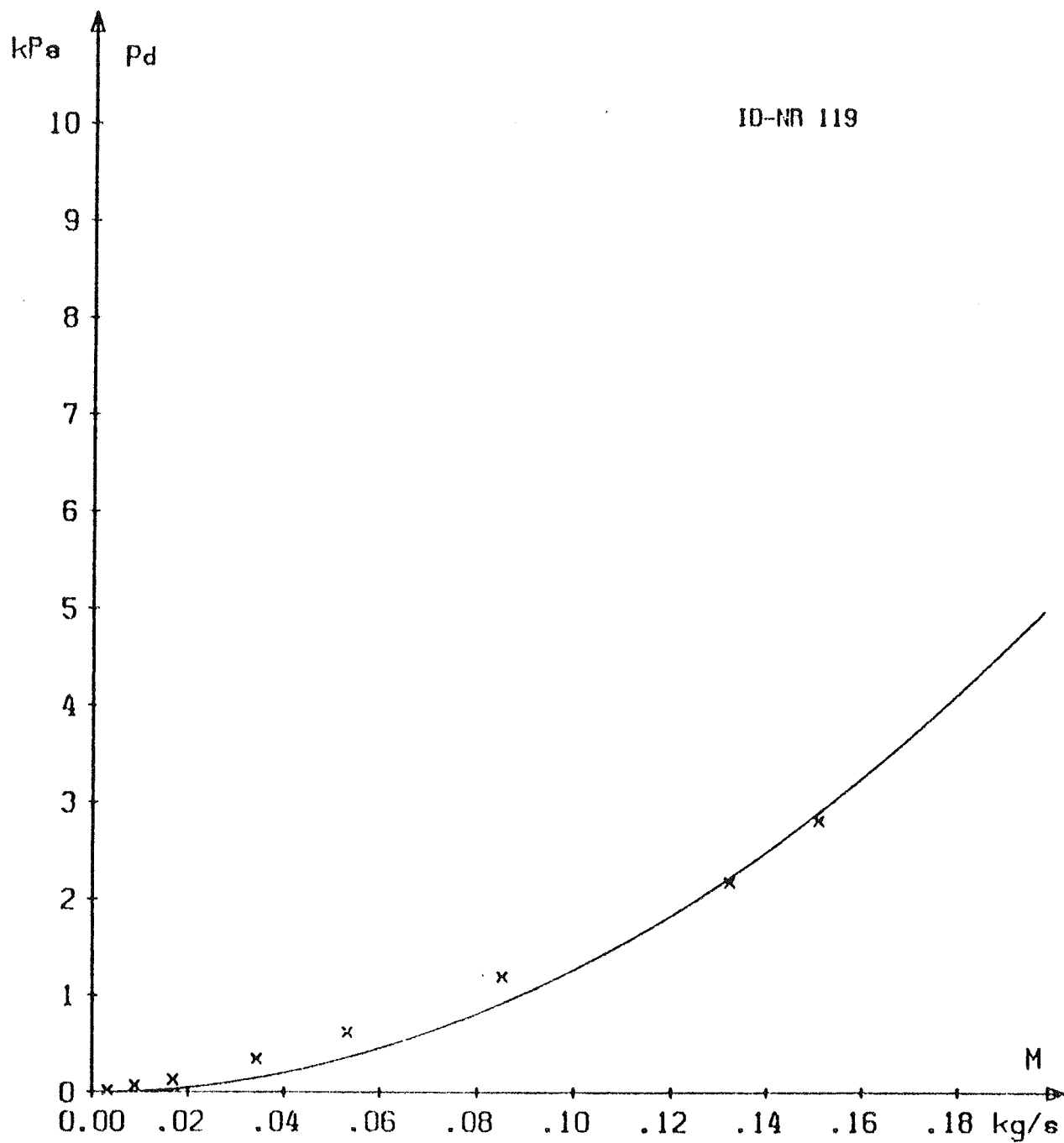


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 33% ethylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Fläkt Danmark A/S
Meterbuen 33
2740 Skovlunde
Telf: 02 91 44 11

Solfangerfabrikant.....: Fläkt, Sverige

Solfangerens betegnelse.....: SUNTERM, Type RSAB-2-10-20

Solfangerens ID-nr*.....: 121

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,05 m

Bredde.....: 1,05 m

Højde: 0,07 m

Solfangerens vægt tom.....: 30 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2,7 kg

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol-vand

Anbefalet koncentration.....: 35% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,028 kg/s / 0,04 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 300 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glasfiberarmeret polyester med UV-beskyttelseslag
Tykkelse af transparent lag..:	1 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 20 mm
Transparent areal.....:	2,00 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	kobber
Rørsystem.....:	rørslyng - tværgående
Antal rør (slag).....:	20 (10 pr. m)
Rørdimensioner (du/di).....:	12,4 mm/11,4 mm
Plademateriale.....:	kobber
Pladetykkelse.....:	0,25 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	lodning
Absorberbelægning.....:	selektiv, sort krom
Absorberens vægt (tom).....:	7,4 kg (3,7 kg/m ²)

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	50 mm
Kantisolering.....:	ingen

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse af 0,7 mm galvaniseret stålplade. Kassen er i hjørnerne samlet med popnitter i ombukkede flige og har tværstivere pr. 0,5 m, som samtidig tjener som understøtninger for det transparente lag. Dette er fastgjort til en udragende flig på siderne ved hjælp af uformede glaslister af plastbelagt stålplade, der trykkes ind over fligen og polyesterpladen. Tætningen mellem flig og polyesterplade er udført ved hjælp af tape. Absorberen er fastholdt af rammen og tværstiverne. Absorberens to tilslutningsstudse er ført ud af kassens korte sider gennem gummityller. Solfangeren har fire 8 mm ventilationshuller i hver af de lange sider.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan monteres uden på taget eller indbygges deri, idet et indbygningssystem kan leveres. Solfangeren fastgøres til underlaget ved hjælp af vinkelbeslag.

Tilslutningerne til solfangeren kan ske til de udragende rør, der har dimensionen 12/10 mm.

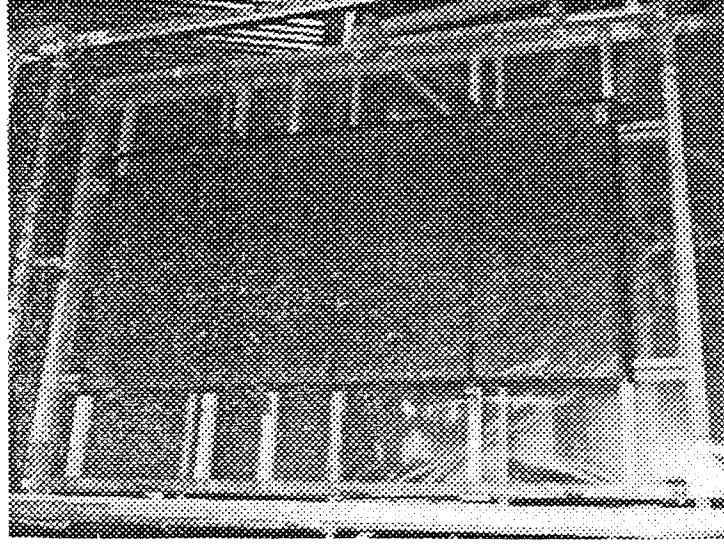


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

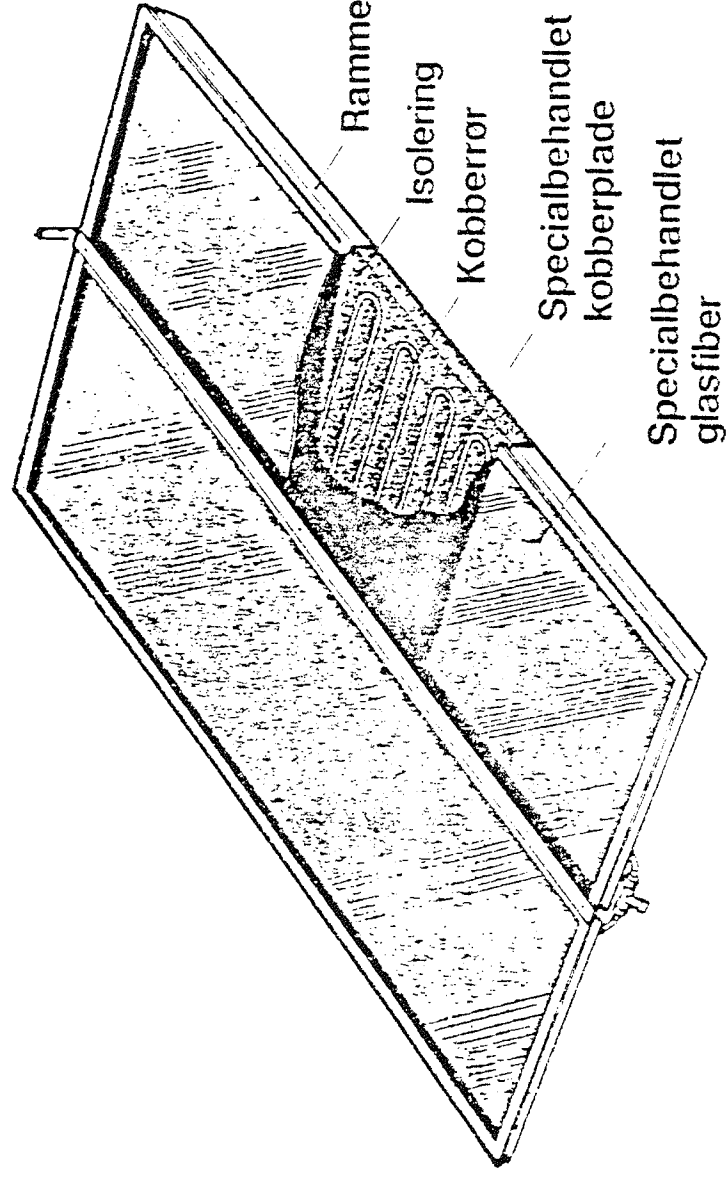


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i marts 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,73 - 3,5 (T_m - T_l)/E - 0,052 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 7,7 - 0,012 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,73 - 3,7 (T_m - T_l)/E - 0,054 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($2,00\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 35% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. $0,04\text{ kg/s}$

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Det skal bemærkes, at den afprøvede solfanger kun er 2 m lang mod normalt 4 m. Dette forventes at være uden betydning for resultatet.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
884	0,0380	25,3	17,1	8,97	74,0
-	0,0380	24,9	17,1	8,92	73,5
-	0,0380	25,2	17,1	8,93	73,8
-	0,0378	25,3	17,0	8,96	73,8
794	0,0400	25,8	41,8	6,49	63,8
-	0,0398	25,7	41,8	6,48	64,0
-	0,0400	25,7	41,8	6,44	63,3
-	0,0400	26,0	41,9	6,42	63,2
794	0,0414	26,2	61,0	4,62	47,0
-	0,0412	26,3	60,9	4,60	46,7
-	0,0414	26,3	60,9	4,65	47,4
-	0,0414	26,3	60,9	4,61	47,0
801	0,0413	26,6	78,7	2,93	30,2
-	0,0413	26,5	78,8	2,88	29,7
-	0,0413	26,7	78,7	2,92	30,0
-	0,0413	26,7	78,7	2,95	30,3
803	0,0412	26,9	94,9	1,26	13,0
-	0,0416	26,8	94,9	1,25	13,0
-	0,0417	26,9	94,9	1,28	13,4
-	0,0414	27,0	94,9	1,26	13,1

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerbældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,00 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0412	22,9	77,4	4,44	6,93
-	0,0413	22,8	77,4	4,45	6,95
-	0,0413	22,7	77,4	4,45	6,93
-	0,0413	22,8	77,4	4,44	6,96
45,0	0,0408	23,5	77,5	4,58	7,20
-	0,0408	23,5	77,5	4,57	7,19
-	0,0407	23,5	77,5	4,57	7,16
-	0,0407	23,5	77,5	4,58	7,18
22,5	0,0408	23,7	77,3	4,73	7,45
-	0,0408	23,8	77,4	4,73	7,48
-	0,0410	23,7	77,3	4,70	7,44
-	0,0410	23,7	77,3	4,71	7,47

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,00 m².

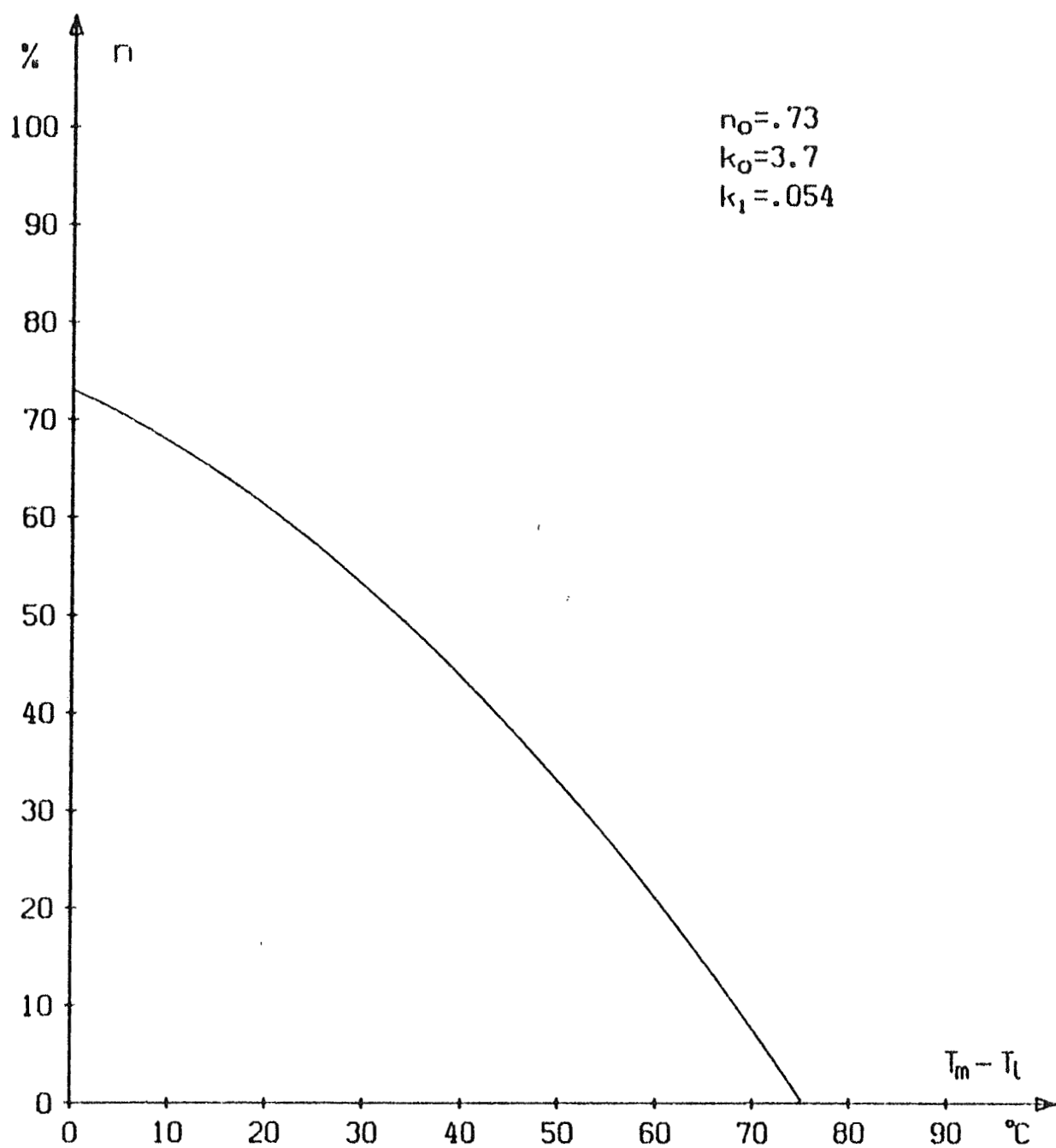


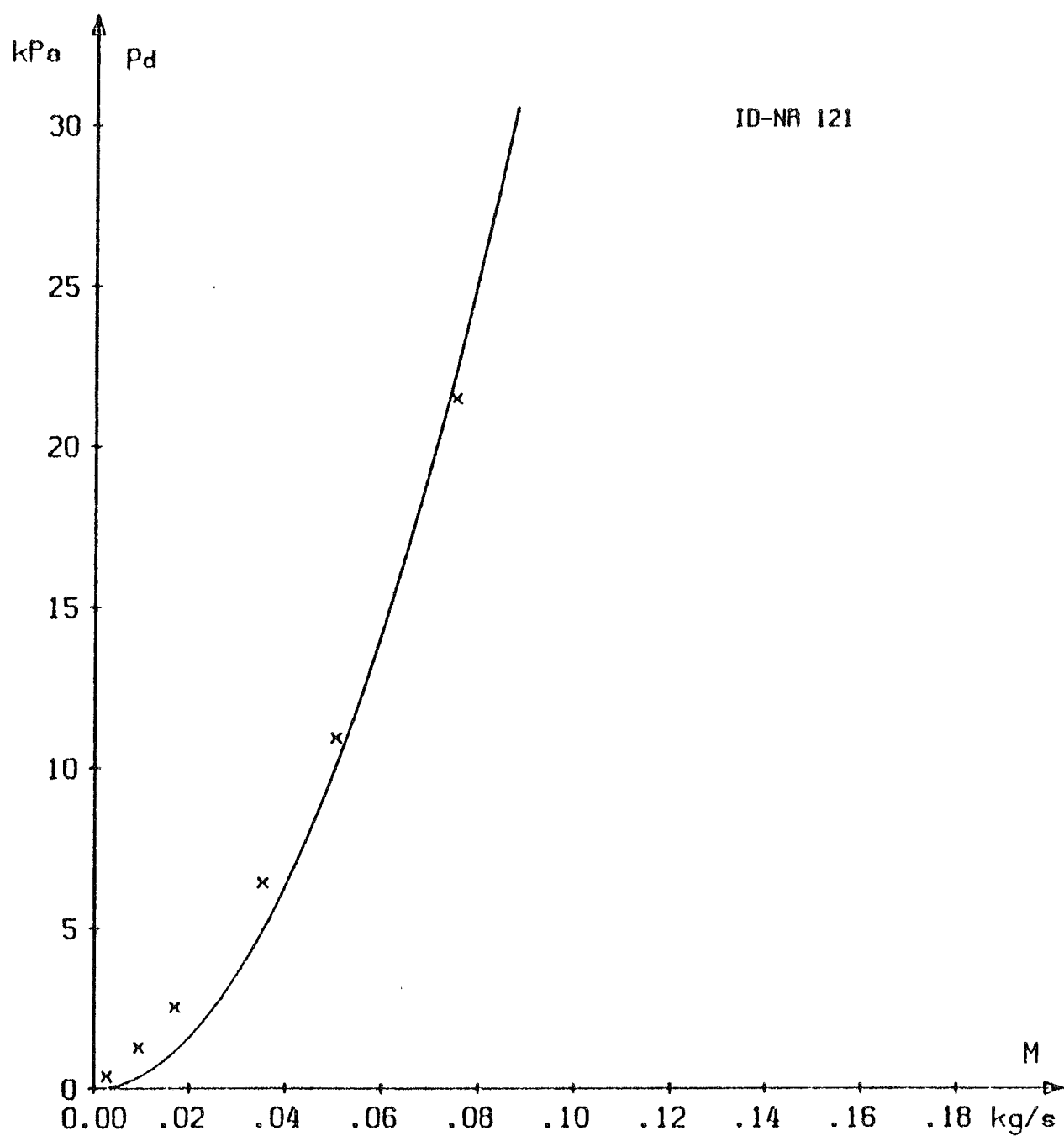
Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væske 35% vol. propylenglykol . Væskestrøm $0,04 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $2,00 \text{ m}^2$.



ID-NR 121

Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 35% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: HS-Kedler, Tarm
Box 30
6880 Tarm
Telf. (07) 37 15 11

Solfangerens betegnelse.....: Type II

Solfangerens ID-nr*.....: 124

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,17 m

Bredde.....: 0,915 m

Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 60 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,15 l

Anbefalet væsketype.....: HS-Varmetransmissionsvæske,
PKL 300

Anbefalet koncentration.....: ufortyndet

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,035 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 250 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	2
Yderst	
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	7 mm
Inderst	
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	34 mm
Transparent areal.....:	1,81 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	aluminium
Kanalsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....:	20
Kanalernes indv. dimensioner.....:	ca. 8 mm x 3 mm
Kanalernes godstykkelse.....:	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,5 mm
Forbindelsesteknik.....:	Roll Bond
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	7,3 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering	
Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	50-60 mm
Kantisolering	
Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	35 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en ramme i et ekstruderet aluminiumsprofil med påstøbt kantisolering. Rammen er samlet i hjørnerne med skruer af rustfrit stål og tætnet med lim. De lange sider holdes sammen af 3 stag.

Det yderste glas er anbragt på en flig på rammeprofilet med et fugebånd imellem. Glasset fastholdes af glaslister af sorteloxeret aluminium, der er fastgjort til rammeprofilet med skruer af rustfrit stål. Tætningen er udført med et fugebånd mellem glasset og glaslisten. Det inderste glas er anbragt oven på kantisoleringen og fastholdes af nogle afstandsstykker, der sidder mellem glassene.

Absorberen er anbragt, så den ligger imod kantisoleringen, som derved også tjener som afstandsholder op til glasset. Absorberens tilsætningsstudse er ført diagonalt ud igennem rammens korte sider igennem en gummitylle.

Bagsideisoleringen er udstøbt i rammen og fastholdes af den indadvendende del af rammeprofilets fod. Isoleringens frie overflade udgør bagsiden.

Hulrummet mellem absorberen og glasset er ventileret med 6 huller med en diameter på 6 mm, der er anbragt i den nederste side.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både monteres indbygget i og uden på taget. Fastgørelsen kan ske til den udadvendende del af rammeprofilets fod.

Tilslutningerne kan ske med 18 mm klemringfittings til de udragende aluminiumstudse med dimensionen 18 mm x 1,5 mm.

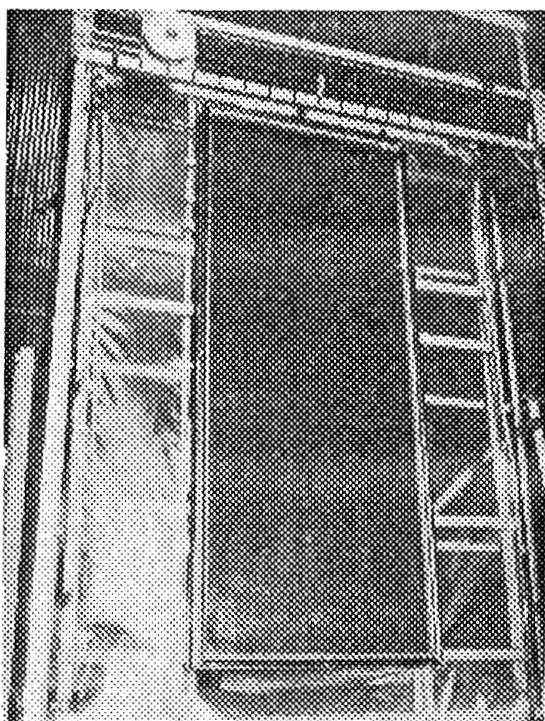
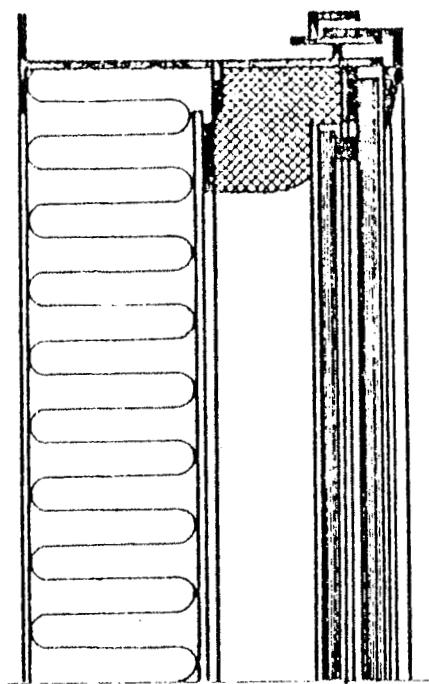


Fig. 2.1 Foto af solfangeren



m. 2 lag glas

Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i april 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,72 - 5,2 (T_m - T_1)/E - 0,007 (T_m - T_1)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 5,5 - 0,004 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,72 - 5,3 (T_m - T_1)/E - 0,007 (T_m - T_1)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,81\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er PKL 300
- væskestrømningen er ca. 0,035 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Desuden blev den gule kantisolering brun.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
887	0,0374	25,0	18,3	8,78	74,7
-	0,0374	25,2	18,2	8,76	74,3
-	0,0375	25,6	18,2	8,72	74,3
-	0,0375	25,6	18,2	8,73	74,5
898	0,0354	26,3	38,8	7,60	61,2
-	0,0352	26,4	38,8	7,60	60,8
-	0,0355	26,1	38,6	7,55	61,0
-	0,0355	26,1	38,6	7,60	61,5
896	0,0352	25,8	58,6	6,26	51,1
-	0,0352	25,8	58,7	6,28	51,1
-	0,0355	25,5	58,6	6,25	51,3
-	0,0354	25,6	58,6	6,22	51,0
893	0,0364	26,2	77,5	4,57	39,1
-	0,0364	25,9	77,5	4,58	39,2
-	0,0364	25,7	77,5	4,57	39,1
-	0,0362	25,5	77,5	4,53	38,6
894	0,0356	26,4	92,5	3,38	28,6
-	0,0356	26,3	92,5	3,41	28,9
-	0,0359	26,3	92,5	3,39	28,8
-	0,0358	26,5	92,5	3,36	28,6

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s.

s	M	T_1	T_1	T_d	k
grader	kg/s	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{W/m}^2\text{^{\circ}\text{C}}$
45,0	0,0351	24,6	80,7	3,84	5,21
-	0,0351	24,6	80,7	3,83	5,22
-	0,0350	24,5	80,7	3,83	5,19
-	0,0351	24,6	80,7	3,84	5,21
67,5	0,0350	25,1	80,7	3,88	5,32
-	0,0350	25,1	80,7	3,88	5,30
-	0,0350	25,1	80,7	3,87	5,30
-	0,0350	25,1	80,7	3,88	5,30

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,81 m².

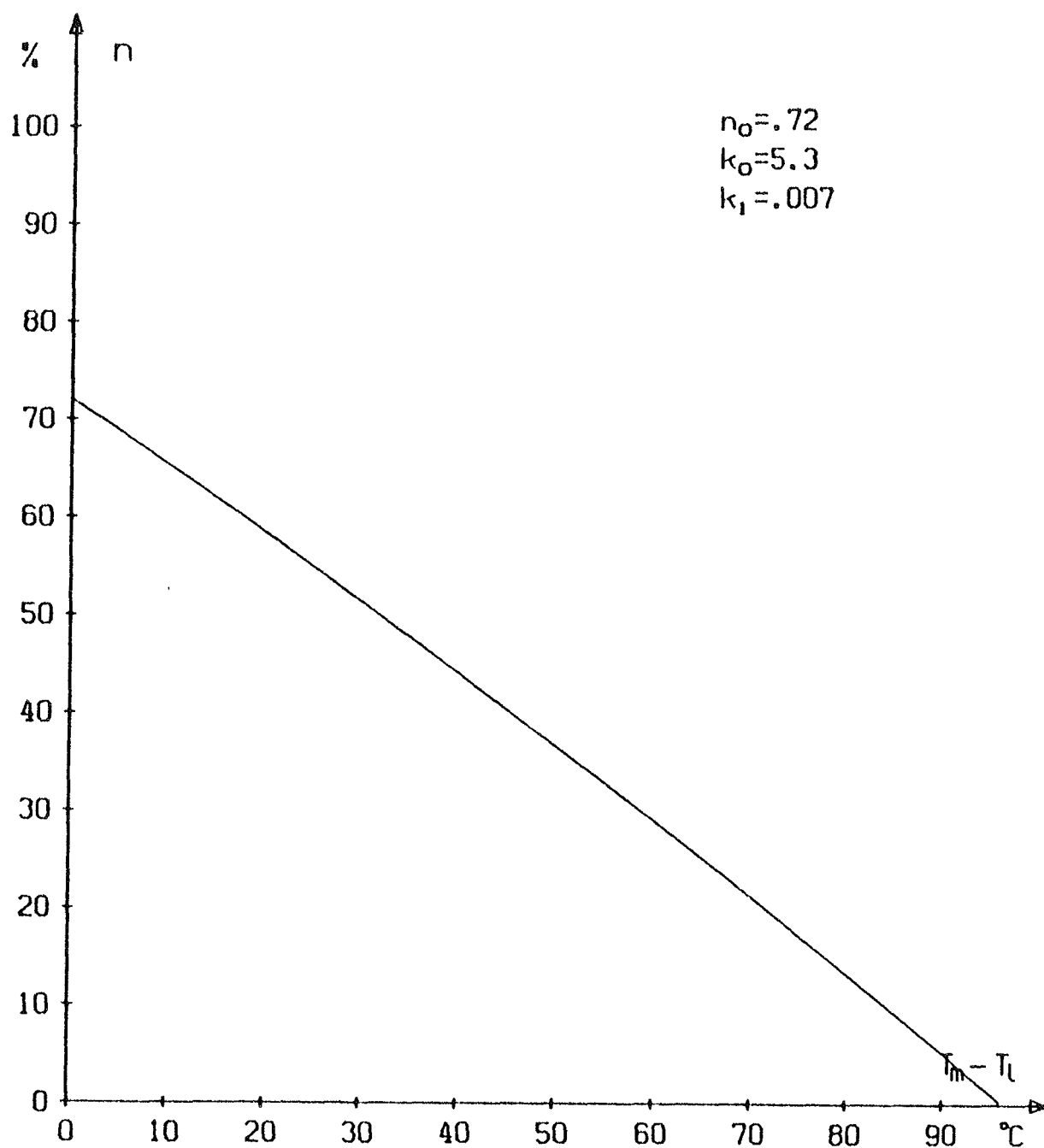


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:
Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske PKL 300. Væskestrøm $0,035 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,81 \text{ m}^2$.

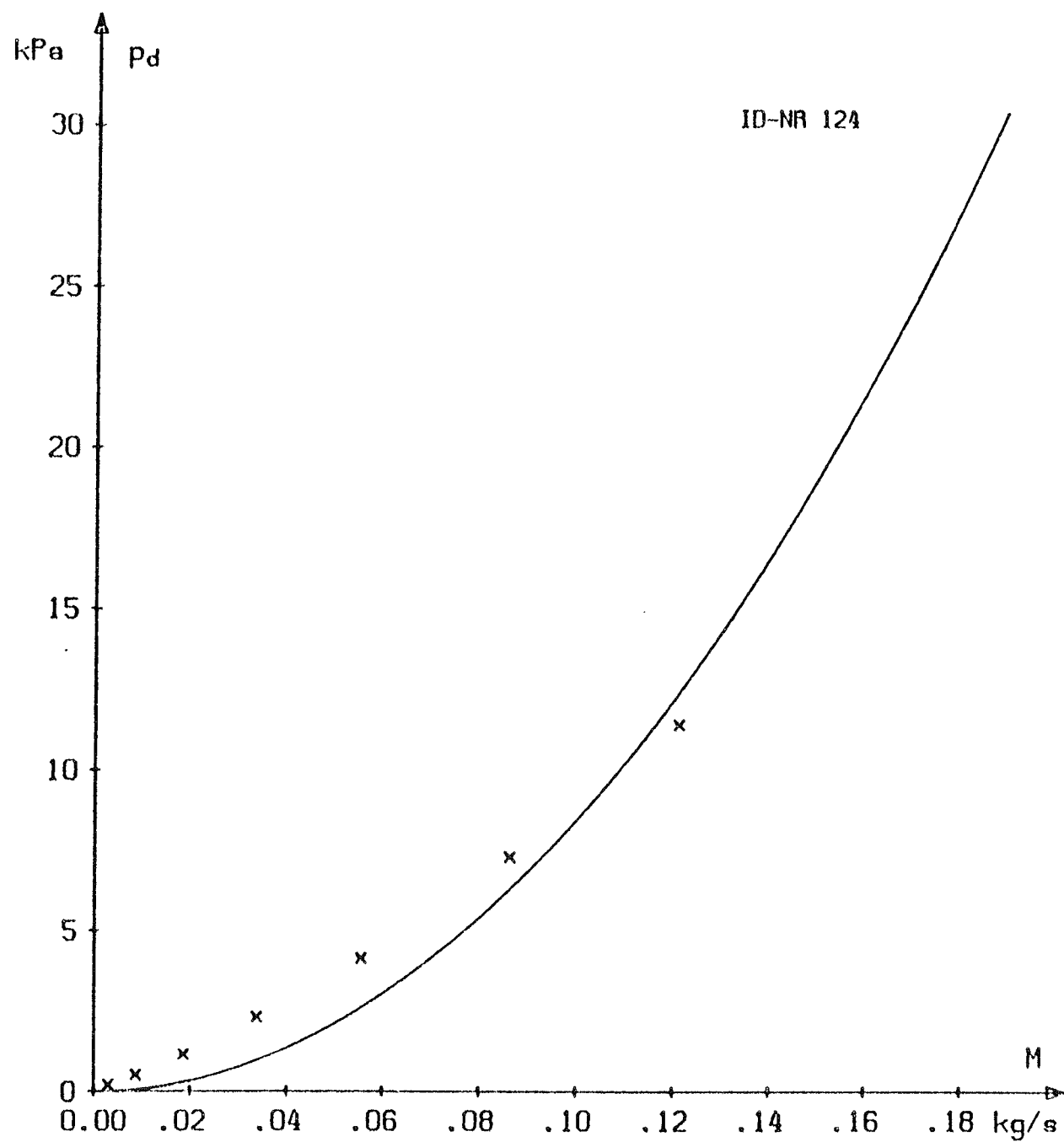


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af PKL 300 ved en temperatur på ca. 25°C..

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): HS-Kedler, Tarm
Box 30
6880 Tarm
Tlf. (07) 37 15 11

Solfangerens betegnelse.....: Type I

Solfangerens ID-nr*.....: 125

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,17 m

Bredde.....: 0,915 m

Højde (total).....: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 42,5 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,15 l

Anbefalet væsketype.....: HS-varmetransmissionsvæske,
PKL 300

Anbefalet koncentration.....: ufortyndet

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,035 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 250 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	45 mm
Transparent areal.....:	1,81 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	aluminium
Kanalsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....:	20
Kanalerne indv. dimensioner.....:	ca. 8 mm x 3 mm
Kanalerne godstykkelser.....:	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	1,5 mm
Forbindelsesteknik.....:	Roll-Bond
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	7,3 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	50 mm - 60 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	35 mm

2.4 Solfangerens sammenbygning

Solfangeren består af en ramme i et ekstruderet aluminiumsprofil med påstøbt kantisolering. Rammen er samlet i hjørnerne med skruer af rustfrit stål og tætnet med lim. De lange sider er holdt sammen af 3 stag.

Glasset er anbragt på en flig på rammeprofilet med et fugebånd imellem. Glasset fastholdes af glaslister af sorteloxeret aluminium, der er fastgjort til rammeprofilet med skruer af rustfrit stål. Tætningen er udført med et fugebånd mellem glasset og glaslisten.

Absorberen er anbragt så den ligger imod kantisoleringen, som derved også tjener som afstandsholder op til glasset. Absorberens tilslutningsstudse er ført diagonalt ud gennem rammens korte sider igennem en gummitylle.

Bagsideisoleringen er udstøbt i rammen og fastholdes af den indadvendte del af rammeprofilets fod. Isoleringens frie overflade udgør bagsiden.

Hulrummet mellem absorberen og glasset er ventileret med 6 huller med en diameter på 6 mm, der er anbragt i den nederste side.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både monteres indbygget i og uden på taget. Fastgørelsen kan ske til den udadvendende del af rammeprofilets fod.

Tilslutningerne kan ske med 18 mm klemringsfittings til de udragende aluminiumsstudse med dimensionen 18 mm x 1,5 mm.

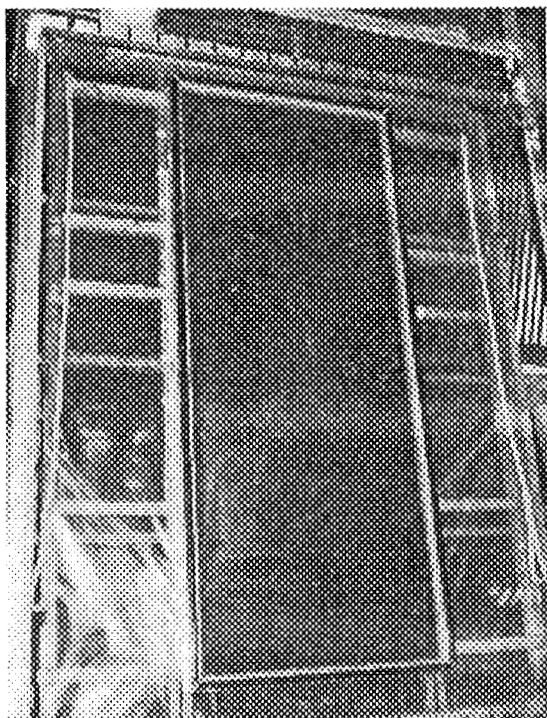
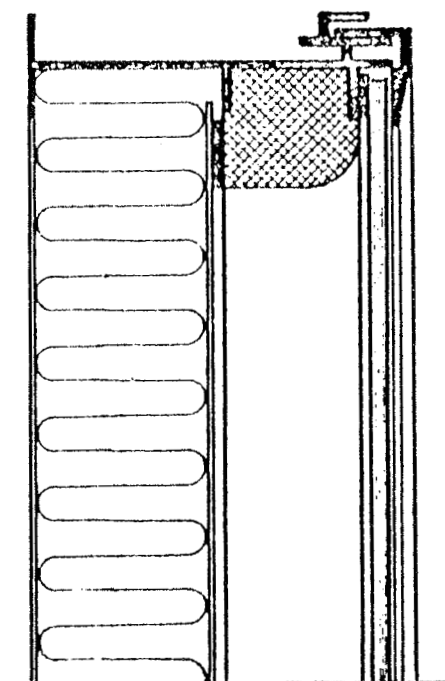


Fig. 2.1 Foto af solfangeren



m. 1 lag glas

Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i april 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,80 - 6,9 (T_m - T_l)/E - 0,020 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,0 - 0,009 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,80 - 7,1 (T_m - T_l)/E - 0,021 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,81\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er PKL 300
- væskestrømningen er ca. 0,035 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationen kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Desuden blev den lysgule kantisolering brun.

E	M	T _l	T _i	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
894	0,0375	25,1	20,8	9,48	80,4
894	0,0375	24,9	20,8	9,50	80,4
894	0,0374	24,9	20,7	9,43	79,6
894	0,0375	25,0	20,7	9,44	80,0
890	0,0366	25,6	39,3	7,82	65,6
890	0,0364	25,7	39,4	7,85	65,8
890	0,0366	25,6	39,4	7,85	66,2
890	0,0364	25,6	39,4	7,89	66,0
890	0,0358	26,3	58,3	5,99	50,0
890	0,0358	26,3	58,3	6,06	50,4
890	0,0358	26,3	58,3	6,04	50,3
890	0,0358	26,3	58,3	6,03	50,2
881	0,0350	26,6	76,4	4,10	34,3
881	0,0352	26,6	76,4	4,10	34,3
881	0,0352	26,6	76,4	4,09	34,3
881	0,0352	26,7	76,4	4,09	34,3
886	0,0350	26,7	91,2	2,30	19,3
886	0,0350	26,7	91,2	2,31	19,3
886	0,0351	26,7	91,2	2,31	19,3
886	0,0350	26,7	91,2	2,29	19,2

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,81 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0341	22,8	79,3	5,53	7,39
	0,0341	22,8	79,3	5,53	7,36
	0,0341	22,8	79,3	5,53	7,37
	0,0341	22,9	79,3	5,53	7,37
45,0	0,0361	22,4	79,3	5,35	7,53
	0,0363	23,0	79,3	5,34	7,60
	0,0364	23,2	79,3	5,33	7,61
	0,0364	23,1	79,3	5,33	7,60
22,5	0,0364	22,2	79,3	5,51	7,75
	0,0363	22,1	79,2	5,54	7,76
	0,0330	21,8	79,2	5,56	7,74
	0,0364	21,7	79,2	5,58	7,81

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,81 m².

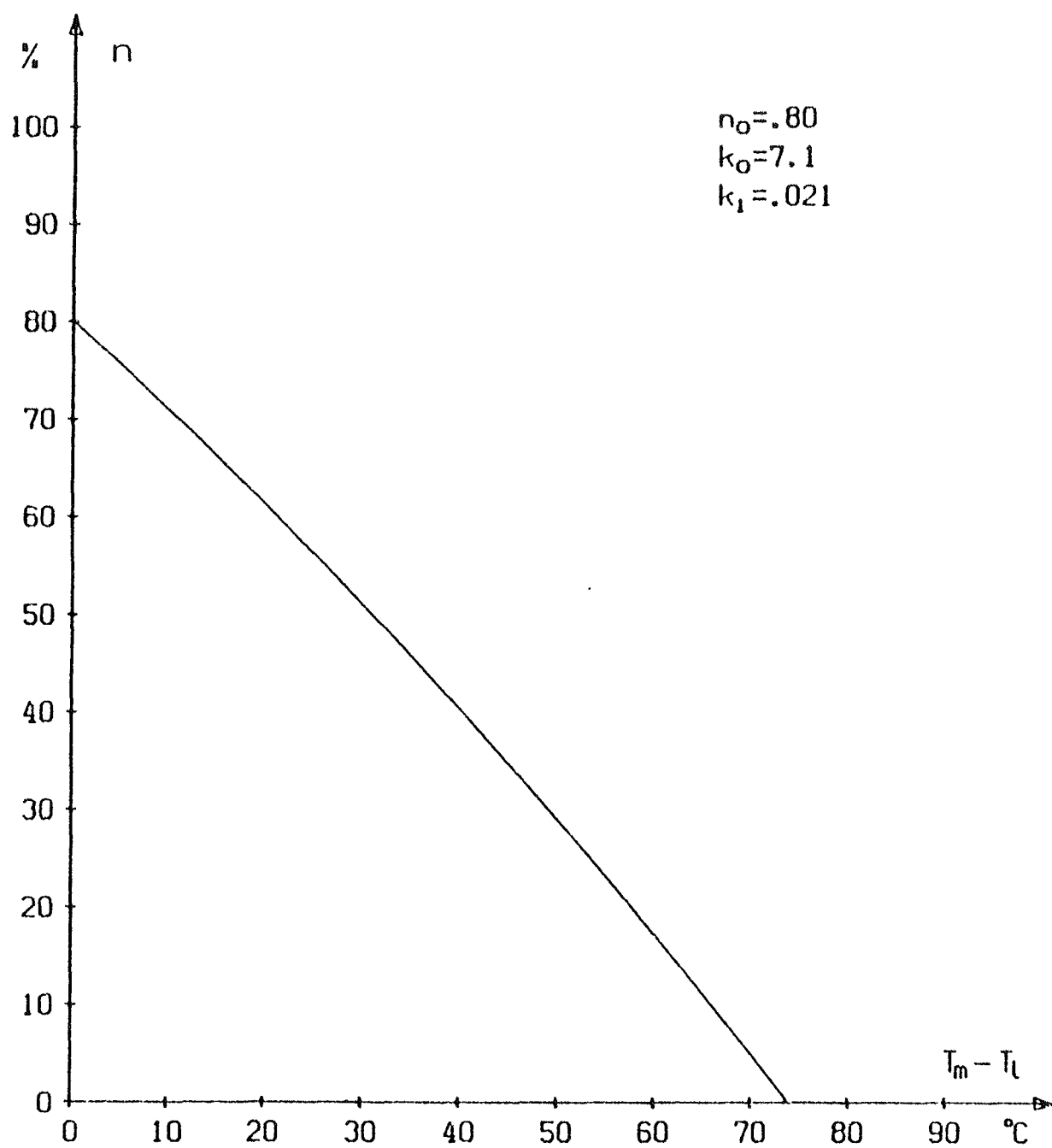


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske PKL 300. Væskestrøm $0,035 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,81 \text{ m}^2$.

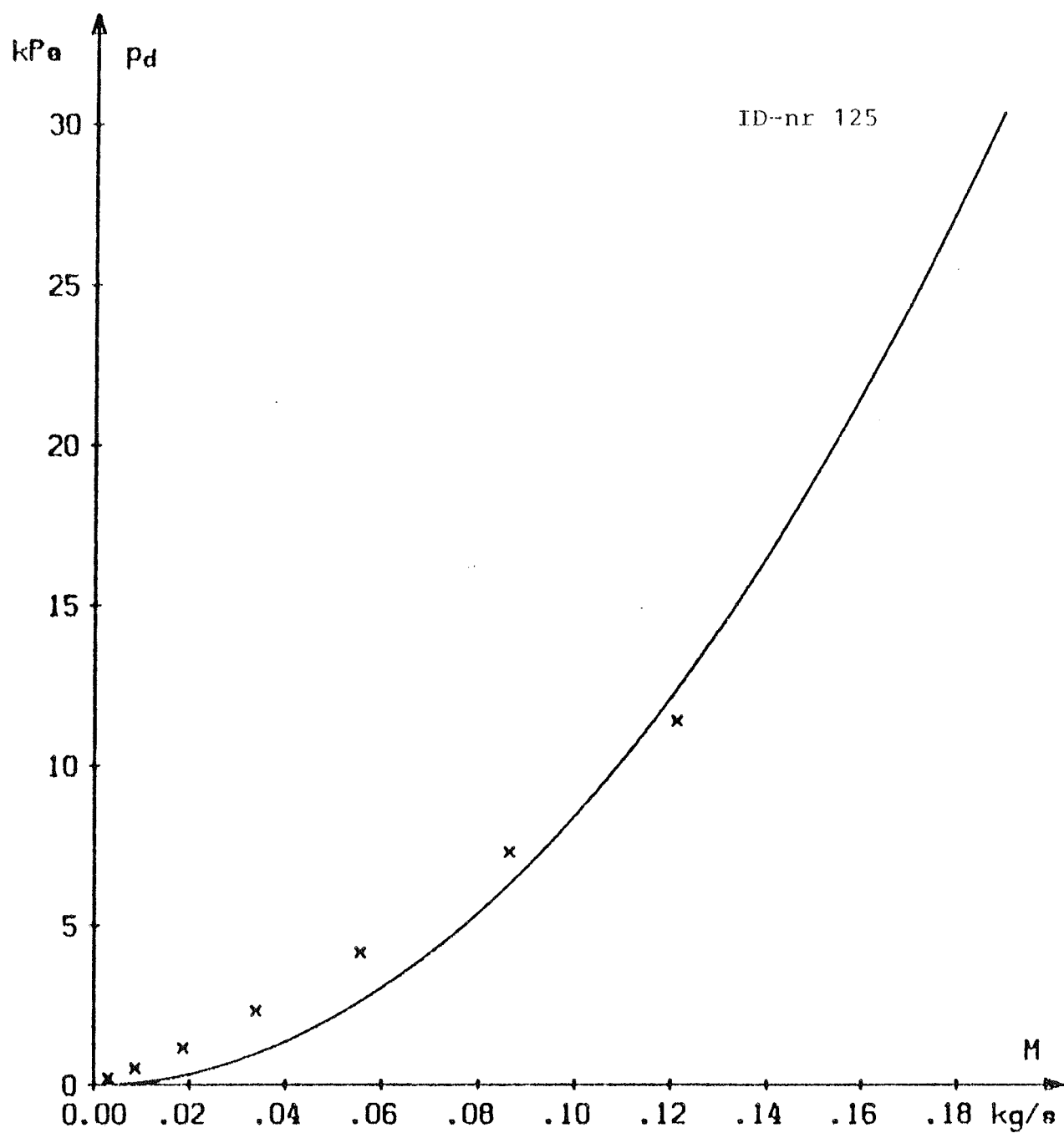


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af PKL 300 ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: HS-Kedler, Tarm
Box 30
6880 Tarm
Telf: (07) 37 15 11
Solfangerens betegnelse.....: Type I, selektiv
Solfangerens ID-nr*.....: 126

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,17 m
Bredde.....: 0,915 m
Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 42,5 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1,15 l

Anbefalet væsketype.....: HS-varmetransmissionsvæske,
PKL 300

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,035 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 250 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag.....:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	45 mm
Transparent areal.....:	1,81 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	aluminium
Kanalsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....:	20
Kanalernes indv. dimensioner.....:	ca. 8 mm x 3 mm
Kanalernes godstykkelse.....:	0,75 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne)....:	1,5 mm
Forblindelsesteknik.....:	Roll-Bond
Absorberbelægning.....:	påklæbet selektiv folie af typen sort nikkel (MAXORB)
Absorberens vægt (tom).....:	7,3 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering,

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	50 - 60 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	35 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren består af en ramme i et ekstruderet aluminiumsprofil med påstøbt kantisolering. Rammen er samlet i hjørnerne med skruer af rustfrit stål og tætnet med lim. De lange sider holdes sammen af 3 stag.

Glasset er anbragt på en flig på rammeprofilet med et fugebånd imellem. Glasset fastholdes af glaslister af sorteloxeret aluminium, der er fastgjort til rammeprofilet med skruer af rustfrit stål. Tætningen er udført med et fugebånd mellem glasset og glaslisten.

Absorberen er anbragt så den ligger imod kantisoleringen, som derved også tjener som afstandsholder op til glasset. Absorberens tilslutningsstudse er ført diagonalt ud igennem rammens korte sider igennem en gummitylle. Absorberen er forsynet med selvklæbende bånd af selektiv folie af typen sørt nikkel. Fabrikatet er MAXORB.

Bagsideisoleringen er udstøbt i rammen og fastholdes af den indadvendende del af rammeprofilets fod. Isoleringens frie overflade udgør bagsiden.

Hulrummet mellem absorberen og glasset er ventileret med 6 huller med en diameter på 6 mm, der er anbragt i den nederste side.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både monteres indbygget i og uden på taget. Fastgørelsen kan ske til den udadvendende del af rammeprofilets fod.

Tilslutningerne kan ske med 18 mm klemringfittings til de udragende aluminiumstudse med dimensionen 18 mm x 1,5 mm.

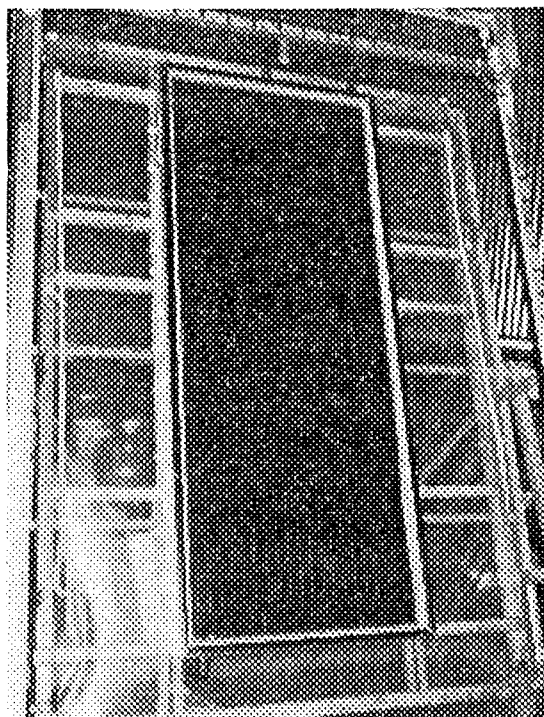
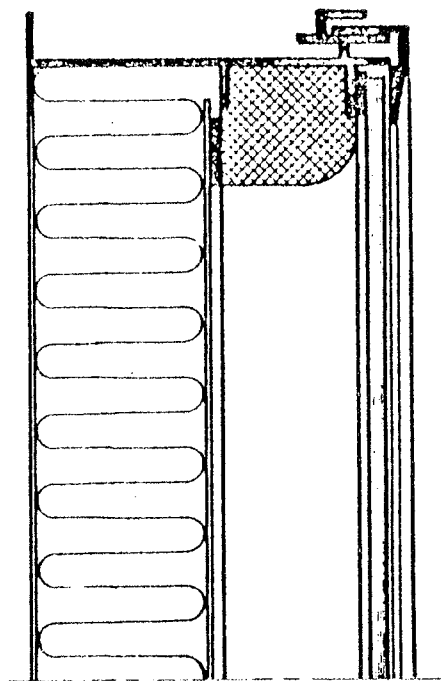


Fig. 2.1 Foto af solfangeren.



m. 1 lag glas

Fig. 2.2 Skitse af solfangeren.

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 april 1980.

Prøvningismetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,79 - 4,4 (T_m - T_l)/E - 0,007 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 5,2 - 0,014 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,79 - 4,7 (T_m - T_l)/E - 0,007 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,81\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er PKL 300
- væskestrømningen er ca. 0,035 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen.

E	M	T_l	T_i	T_d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
886	0,0370	25,9	19,8	9,38	78,9
-	0,0370	25,9	19,8	9,38	78,7
-	0,0368	25,9	19,7	9,33	78,5
-	0,0368	25,9	19,7	9,41	78,8
879	0,0362	26,2	39,3	8,32	70,0
-	0,0362	26,1	39,4	8,35	70,4
-	0,0365	26,2	39,4	8,31	70,8
-	0,0364	26,2	39,5	8,30	70,4
879	0,0371	26,1	58,6	6,92	60,7
-	0,0371	26,1	58,6	6,89	60,2
-	0,0371	26,2	58,6	6,90	60,4
-	0,0369	26,1	58,6	6,96	60,7
886	0,0343	26,2	77,0	6,12	50,0
-	0,0345	26,3	77,1	6,12	50,2
-	0,0343	26,2	77,0	6,15	50,2
-	0,0345	26,2	77,0	6,14	50,2
886	0,0365	25,8	92,8	4,65	40,6
-	0,0365	25,8	92,8	4,60	40,3
-	0,0367	25,9	92,9	4,60	40,4
-	0,0365	25,9	92,9	4,65	40,9

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,81 m²

s	M	T _l	T _f	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0362	23,4	78,5	3,03	4,28
-	0,0363	23,5	78,5	3,00	4,27
-	0,0362	23,4	78,5	3,01	4,26
-	0,0362	23,5	78,5	3,01	4,26
45,0	0,0362	23,8	78,5	3,20	4,57
-	0,0363	23,8	78,5	3,20	4,58
-	0,0362	23,7	78,5	3,20	4,56
-	0,0363	23,8	78,5	3,21	4,60

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,81 m².

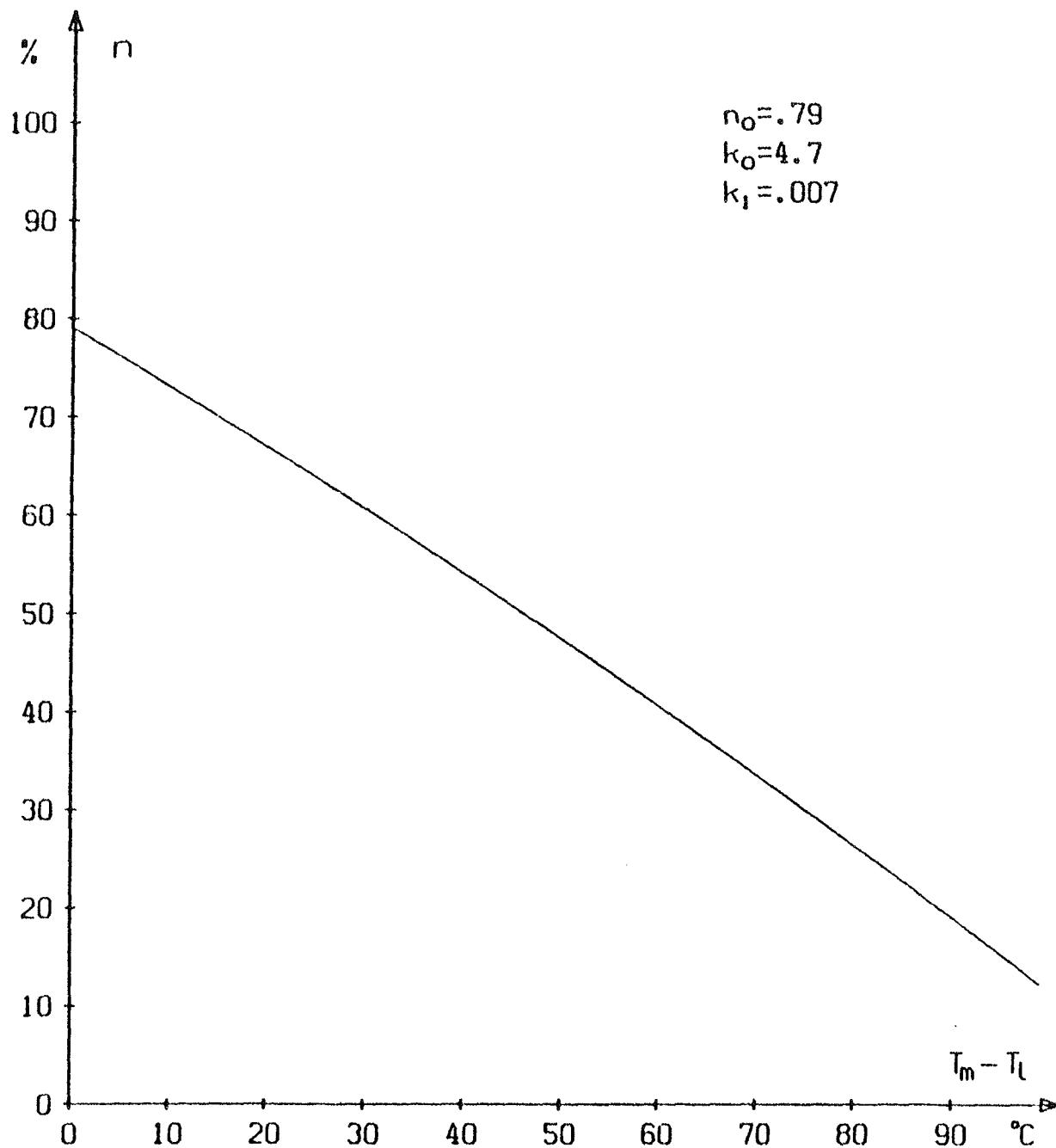


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske PKL 300. Væskestrøm $0,035 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,81 \text{ m}^2$.

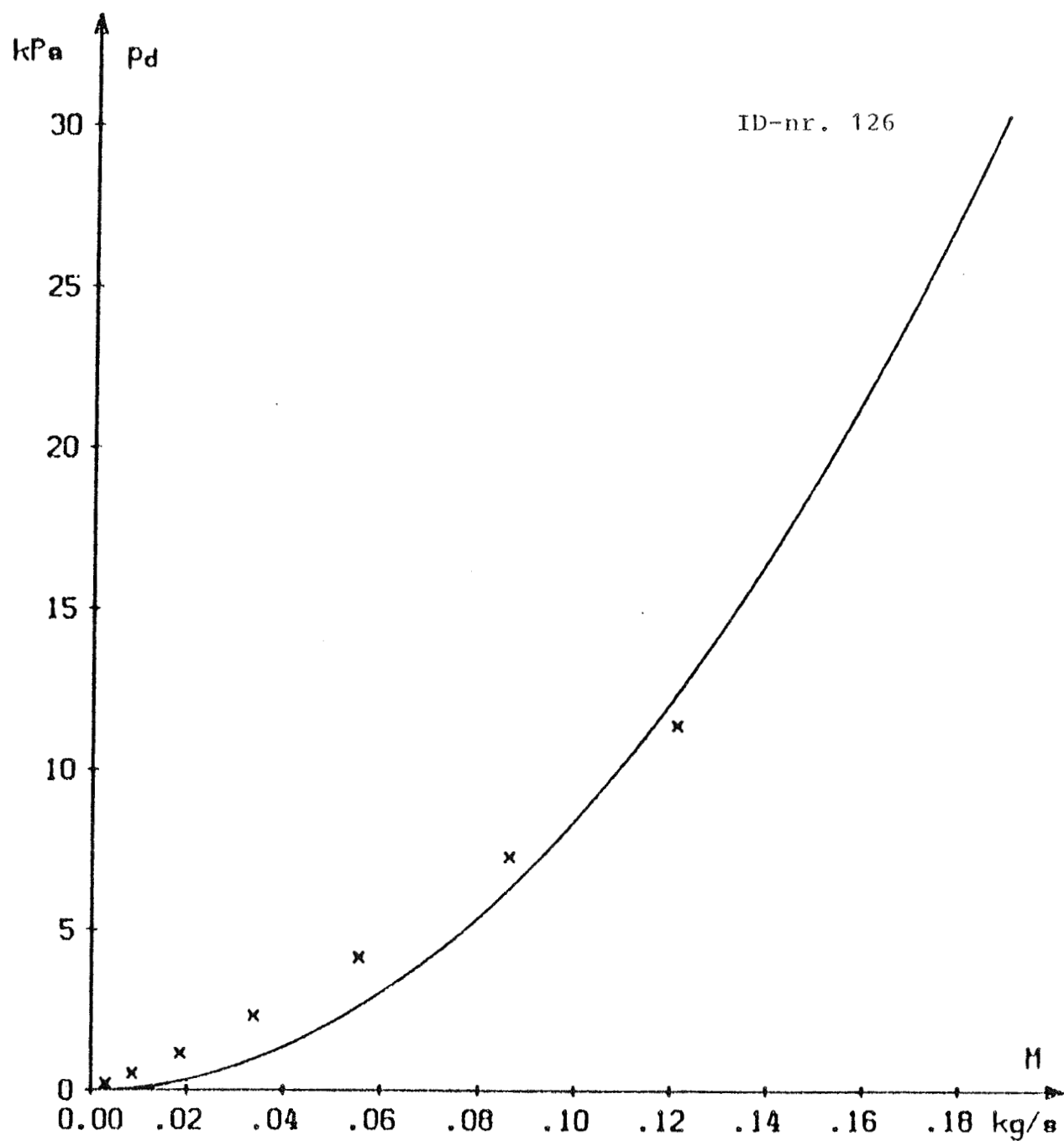


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af PKL 300 ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Dansk Solvarme K/S
Kabelvej 5
V. Hassing Strand
9310 Vodskov
Telf: 08 25 62 66

Solfangerens betegnelse.....: Solfang KP III

Solfangerens ID-nr*.....: 129

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,04 m

Bredde.....: 1,04 m

Højde: 0,075 m

Solfangerens vægt tom.....: 60 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2,7 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% vol.

Anvendt væskestrøm.....: 0,038 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1000 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 200 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 16 mm
Transparent areal.....:	1,92 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	stål
Rørsystem.....:	parallelle-langsgående
Antal rør.....:	6
Rørdimensioner (du/di).....:	16 mm/13 mm
Plademateriale.....:	aluminium
Pladetykkelse(øverst/nederst)....:	1 mm/0,7 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	klemning
Plade-plade forbindelsesteknik...:	punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Aluminiumpladernes vægt.....:	9,1 kg
Rørristens vægt (tom).....:	9,4 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse (max/min).....:	50 mm/20 mm

Kantisolering

Materiale.....:	træ og polyurethanskum
Tykkelse ialt.....:	ca. 25 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et galvaniseret stålprofil med dimensionerne 30 x 75 x 3 mm. Rammen er samlet ved hjælp af svejsninger i hjørnerne. Glasset fastholdes af rammens øverste del og er tætnet mod denne ved hjælp af et fugebånd. Glasset understøttes af en afstandskrans, der ligger oven på absorberen og iøvrigt fastholdes af polyurethanskum udstøbt i rammen. Absorberen består af en rørrist af langsgående stålrør, der er svejst til firkantede fordelerrør (30 x 30 mm). Omkring rørristen er klemt en plan og en profileret aluminiumsplade, idet pladerne er samlet ved hjælp af punktsvejsning. Isoleringen er støbt på stedet og dens fri overflade udgør bagsiden. Hulrummet mellem glasset og absorberen er forsynet med en 8 mm udluftningskanal, der er ført fra den nederste kant ca. 40 cm op bag absorberen, hvor den står i forbindelse med hulrummet. Absorberen har to bagudvendte tilslutninger.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både monteres uden på taget og indbygges i taget, idet et inddækningssystem kan leveres. Fastgørelsen af solfangeren kan ske ved at skrue franske skruer gennem huller i rammens hjørner ned i underlaget. Fastgørelsen kan også udføres med beslag til rammen.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de to diagonalt placerede anboringer på bagsiden. Anboringerne har 1/2" indvendig gevind og den øverste er normalt 45° opadvendende, men på den afprøvede solfanger var begge anboringerne vinkelrette på bagsiden.

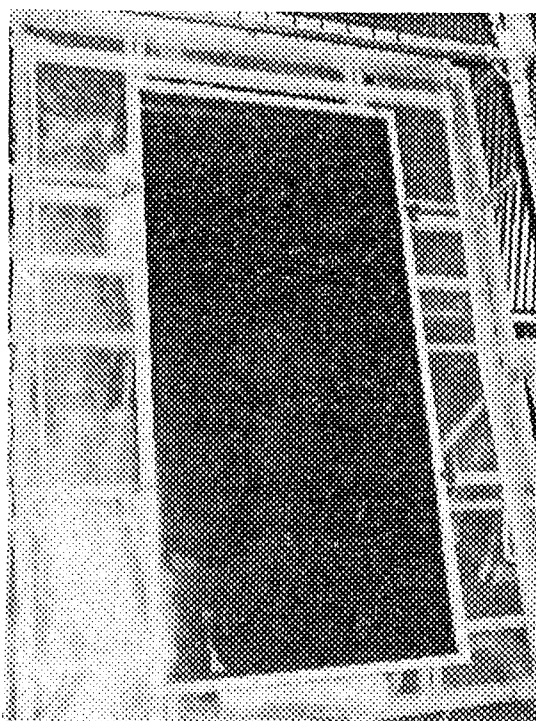


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

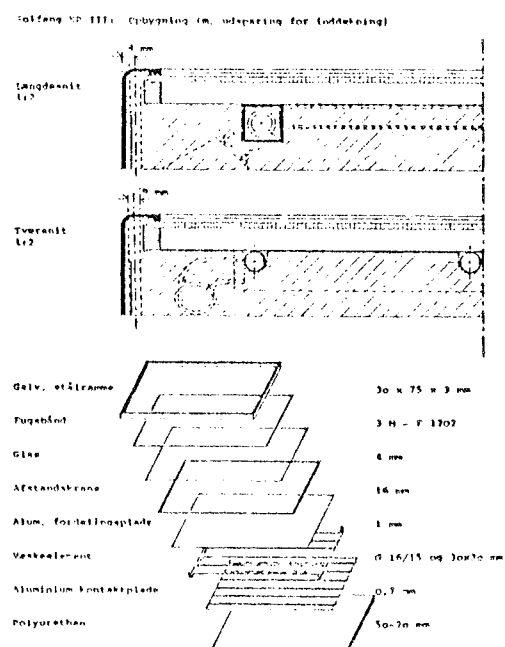


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i maj 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,63 - 6,9 (T_m - T_l)/E - 0,007 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 7,1 - 0,009 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,63 - 7,1 (T_m - T_l)/E - 0,007 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,92\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 50% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,038 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Solfangeren er prøvet med en stærkere koncentration af propylenglykol og med en større gennemstrømning end normalt anbefalet af fabrikanten. Dette er gjort for at standardisere prøvningerne og efter aftale med fabrikanten.

E	M	T_L	T_L	T_d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
885	0,0397	25,8	19,8	7,69	64,7
-	0,0395	25,9	19,8	7,72	64,9
-	0,0395	25,9	19,8	7,73	64,8
-	0,0399	25,7	19,8	7,66	64,8
885	0,0399	26,6	37,3	6,14	52,9
-	0,0404	26,7	37,4	6,04	52,5
-	0,0402	26,7	37,5	6,03	52,3
-	0,0401	26,8	37,5	6,05	52,3
877	0,0388	28,5	58,3	4,40	37,9
-	0,0390	28,4	58,3	4,41	38,0
-	0,0390	28,4	58,4	4,39	37,8
-	0,0390	28,5	58,4	4,36	37,6
879	0,0383	28,9	75,8	2,63	22,7
-	0,0383	29,0	75,8	2,65	22,8
-	0,0381	28,9	75,8	2,66	22,8
-	0,0381	28,9	75,8	2,68	23,0
866	0,0379	23,9	92,3	0,60	5,3
-	0,0377	23,5	92,2	0,59	5,1
-	0,0377	23,2	92,2	0,55	4,8
-	0,0375	24,5	92,3	0,55	4,8

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
Det benyttede areal er 1,92 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0387	23,1	78,6	4,51	6,49
-	0,0390	23,2	78,6	4,51	6,53
-	0,0388	23,2	78,6	4,52	6,52
-	0,0388	23,1	78,6	4,52	6,52
45,0	0,0390	23,8	78,6	4,60	6,74
-	0,0387	23,9	78,6	4,60	6,71
-	0,0389	23,8	78,6	4,60	6,72
-	0,0389	23,8	78,6	4,59	6,70
22,5	0,0389	23,8	78,6	4,72	6,91
-	0,0389	23,8	78,6	4,73	6,92
-	0,0389	23,9	76,6	4,72	6,93
-	0,0390	23,9	78,6	4,72	6,94

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,92 m².

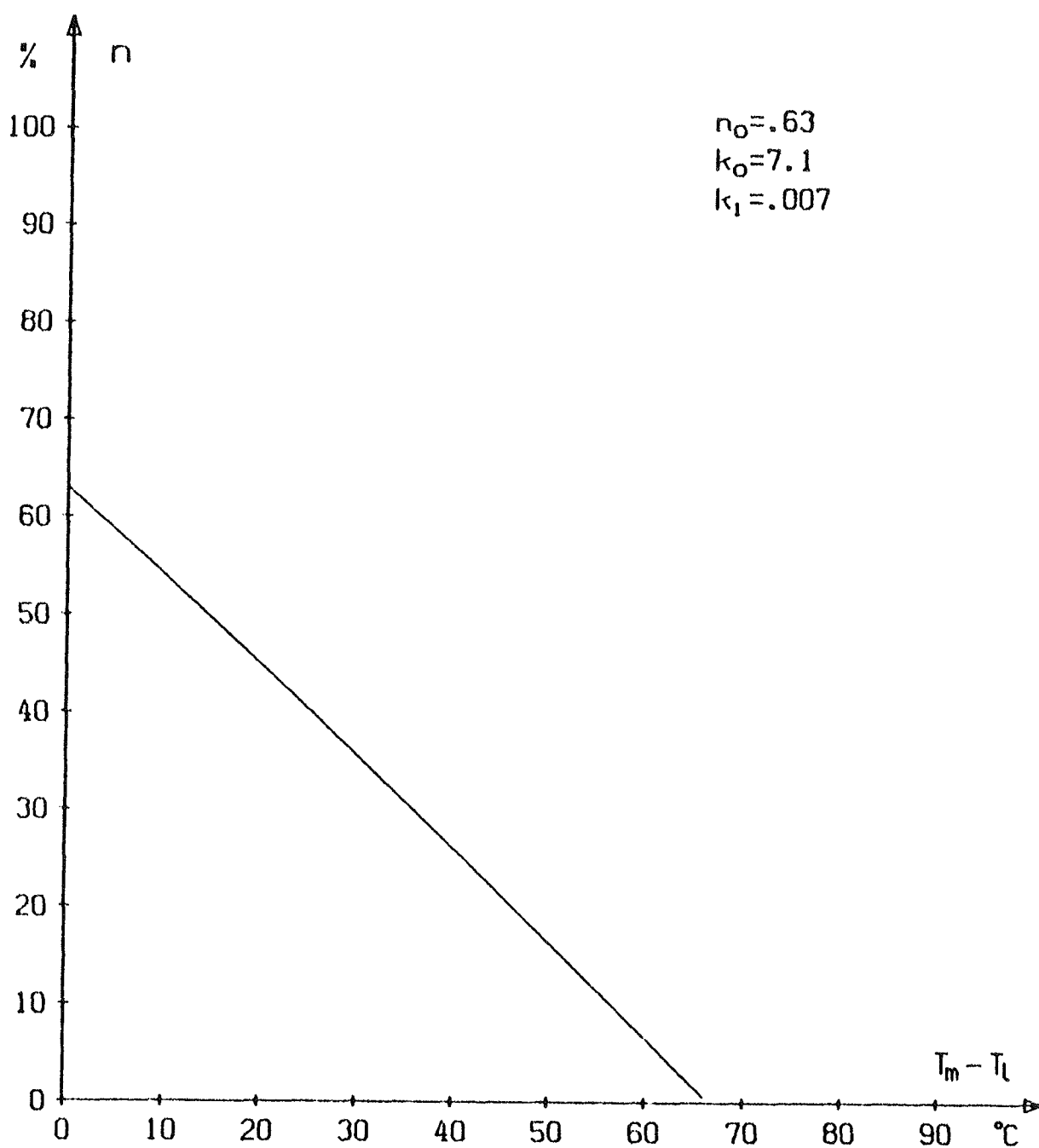


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væske 50% vol. propylenglykol. Væskestrøm $0,038 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $1,92 \text{ m}^2$.

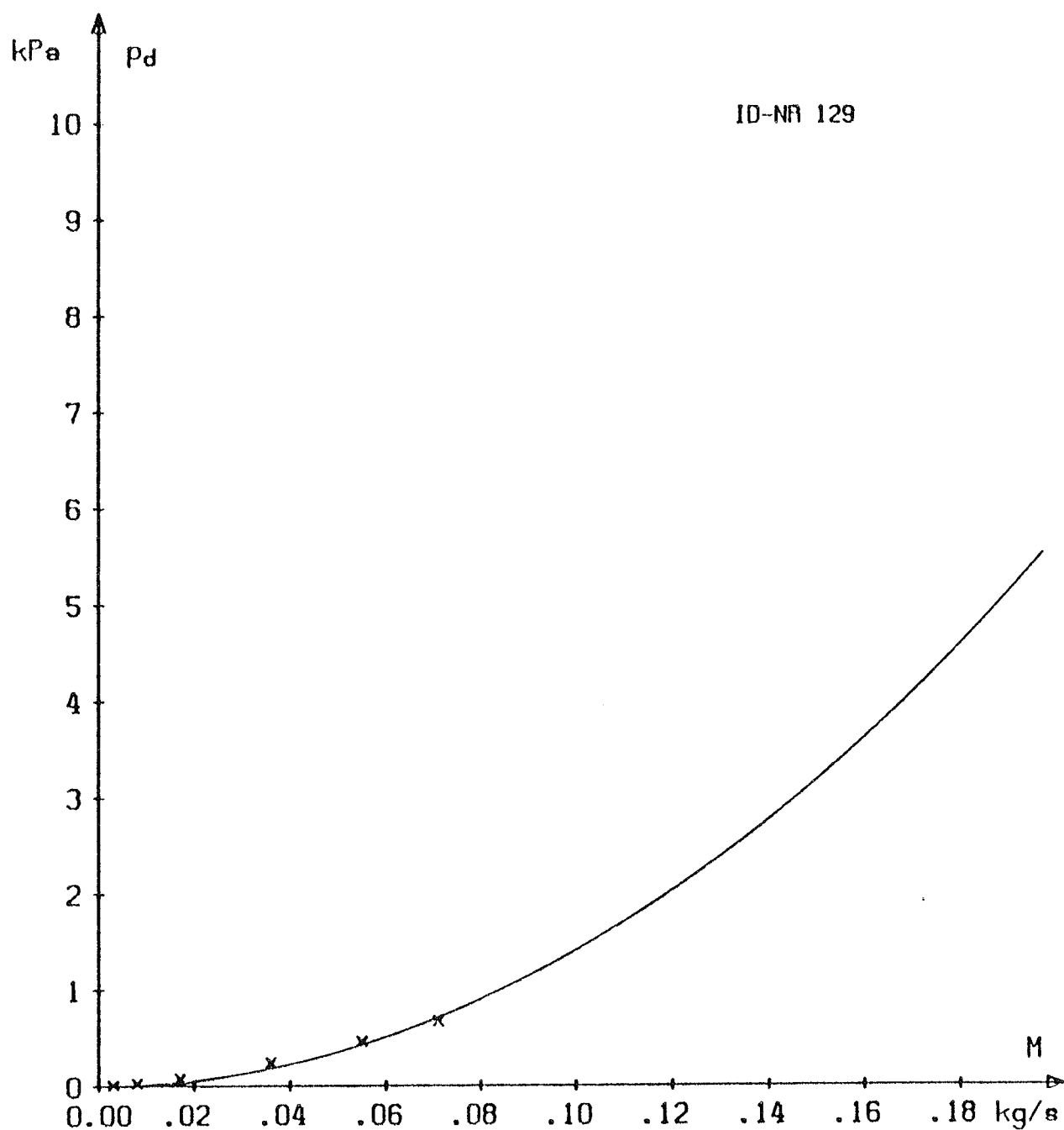


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% vol. propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Solarmatic Solvarme
Nordre Beddingsvej 35
3390 Hundested
Telf: 03 33 71 79

Solfangerens betegnelse.....: 2 C

Solfangerens ID-nr*.....: 130

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto af solfangeren er vist i fig. 2.1.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,09m

Bredde.....: 1,08 m

Højde (total).....: 0,15 m

Solfangerens vægt tom.....: 48 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2 l

Anbefalet væsketype.....: propylenglykol (Superfoss)

Anbefalet koncentration.....: 50% (vol.)

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,036 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1500 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 250 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	acryl
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	40 - 90 mm
Transparent areal.....:	1,82 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	parallelle-langsgående
Antal kanaler.....:	22
Kanalernes godstykkelse.....:	0,6 mm
Kanalernes indv. dimensioner....:	35 mm x 5 mm (ovale)
Forbindelsesteknik.....:	rullesvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	21 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	50 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	25 - 50 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en formstøbt kasse af grå glasfiberarmeret polyester. Bunden og siderne danner en udragende flange. Det transparente lag består af en acrylplade, der er udformet som en tredelt opadvælvet kuppel. Pladen er ført ud over kassens sider og bukket ned, så den danner en form for vandnase. Kuplen er fastgjort til kassens sider med skruer og specielle fjedrende underlagsskiver. Tætningen mellem kuplen og kassen er udført ved hjælp af tætningsliste. Absorberen består af to stålplader, der er sammensvejst og blæst op, så der opstår tætliggende langsgående kanaler med parallel tilslutning til vandkasser i enderne. Absorbatoren fastholdes ved hjælp af de fire tilslutningsstudse, som er ført ud i kassens korte sider igennem gummiklodser, der er anbragt i udsparinger i siderne. Isoleringen fastholdes mellem kassens dobbeltbund. Solfangeren er ikke forsynet med ventilationshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske til den udragende flange.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de udragende 22 mm stålrør med klemringfittings.

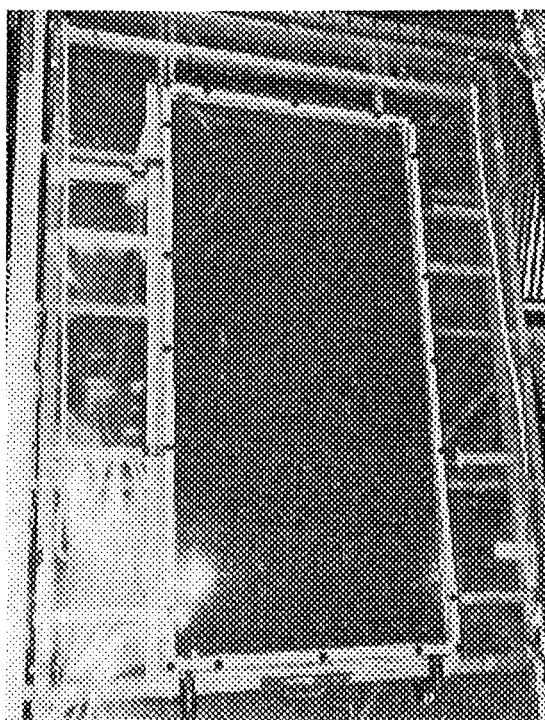


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 113
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 juni 1980
Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A
Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,82 - 6,6 (T_m - T_l)/E - 0,023 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 7,9 - 0,007 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,82 - 6,7 (T_m - T_l)/E - 0,023 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,82m^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er som ved prøvningen, d.v.s. 50% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,036 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ingen

E	M	T _l	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
880	0,0373	28,6	22,2	10,01	84,0
-	0,0371	28,6	22,2	10,04	84,1
-	0,0371	28,8	22,2	9,96	83,4
-	0,0371	28,9	22,1	9,97	83,4
880	0,0370	29,6	44,2	7,90	67,0
-	0,0372	29,8	44,2	7,88	67,0
-	0,0374	30,0	44,2	7,95	67,9
-	0,0372	30,0	44,2	7,95	67,4
870	0,0363	26,1	68,4	5,10	43,8
-	0,0361	26,2	68,3	5,08	43,6
-	0,0363	26,0	68,3	5,10	43,8
-	0,0363	25,8	68,3	5,08	43,6
874	0,0358	26,9	94,0	2,23	19,3
-	0,0358	26,7	94,0	2,17	18,8
-	0,0358	27,7	94,0	2,23	19,3
-	0,0360	27,6	94,0	2,23	19,3

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,82 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0364	26,2	76,3	4,71	7,42
-	0,0364	26,2	76,3	4,72	7,44
-	0,0364	26,1	76,3	4,72	7,43
-	0,0364	25,9	76,3	4,72	7,40
45,0	0,0362	26,7	76,4	4,79	7,60
-	0,0362	26,6	76,4	4,79	7,59
-	0,0362	26,7	76,4	4,79	7,62
-	0,0362	26,7	76,4	4,80	7,61
22,5	0,0364	26,7	76,4	4,85	7,73
-	0,0362	26,7	76,4	4,85	7,72
-	0,0366	26,9	76,4	4,85	7,78
-	0,0364	26,9	76,4	4,85	7,76

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,82 m².

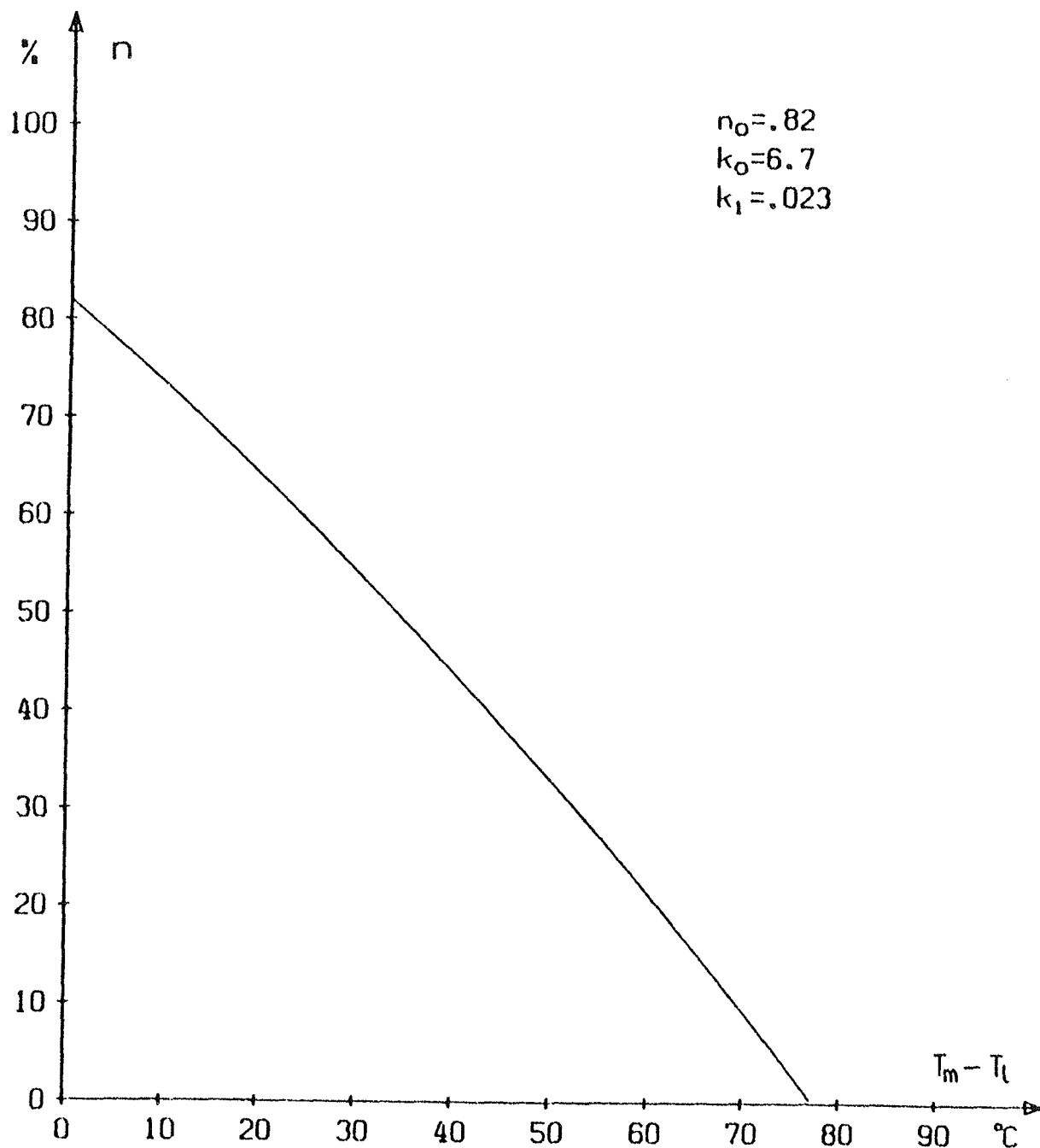


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væsken er 50% propylenglykol. Væskestrøm $0,036 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $1,82 \text{ m}^2$.

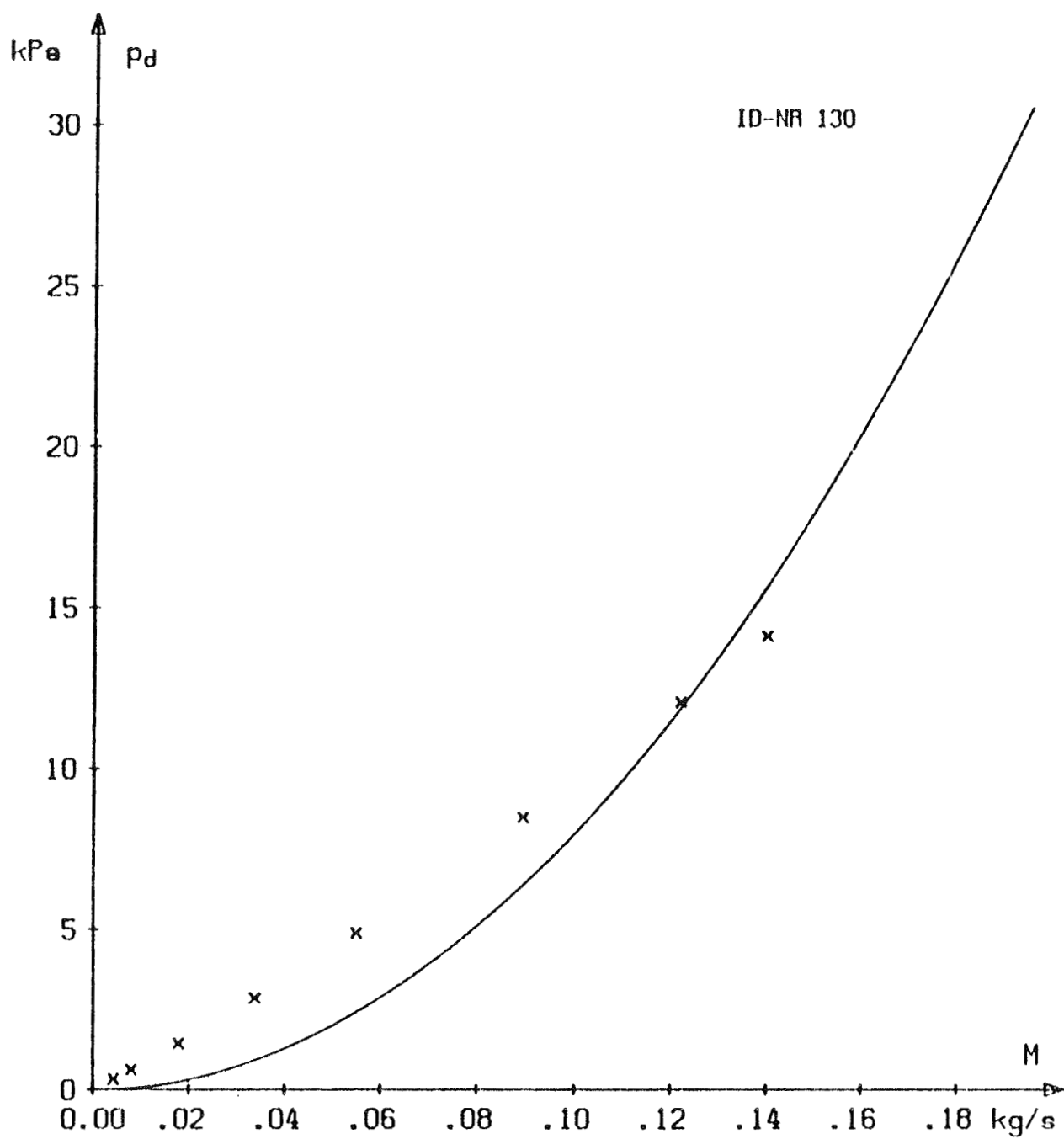


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Dæmpa A/S
5690 Tommerup
Telf.: 09 76 13 11
Solfangerens betegnelse.....: Solelement med Granges
sunstrip absorber
Solfangerens ID-nr*.....: 131

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et tværsnit og en opstalt af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,39 m
Bredde.....: 0,59 m
Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 30 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2,2 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol (Hoechst Antifrogen N)

Anbefalet koncentration.....: 36% vol

Anbefalet/anvendt vaskestrøm...: 0,025 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 120 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	54 - 57 mm
Transparent areal.....:	1,25 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør (kanal)
Rør- og kanalmateriale.....:	kobber
Rørsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal rør.....:	4
Kanaldimensioner (rombeform)....:	14 mm x 6 mm
Kanalens godstykkelse.....:	0,35 mm kobber plus 0,25 mm aluminium
Fordelerrør (du/di).....:	35 mm/31 mm
Plademateriale.....:	aluminium
Pladetykkelse.....:	0,5 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	valsning
Absorberbelægning.....:	selektiv, anodiseret og farvet med nikkel
Absorberens vægt (tom).....:	3,5 kg (halvt aluminium og halvt kobber)

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	37 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et stålpladeprofil, der er samlet i hjørnerne med popnitter. Profilet er af galvaniseret og plastbelagt stålplade med tykkelsen 0,5 mm. Bunden af solfangeren består af en 3 mm olichårdet hård træfiberplade, der er fastholdt i en rille i rammeprofilet. Glasset er monteret i en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil. Tætningen mellem glasset og aluminiumsprofilet er udført ved hjælp af et fugebånd og en silikonefuge. Rammen med glasset er fastgjort til solfangerrammen med skruer og er tætnet ved hjælp af en skumgummiliste. Absorberen består af fire bånd, der er sammenvalset af to aluminiumplader med et kobberrør imellem. Der er en kanal i hvert bånd og denne er loddet til fordelerrøret af kobber. Hele den væskeberørte del af absorberen er således af kobber. Absorberbåndene er påført en selektiv belægning, medens fordelerrørene er malet sorte. Absorberen er fastgjort til rammen med glidebeslag. Fordelerrørene er ført ud gennem solfangerens sider, idet der er tætnet med en gummibælg. Mellem absorberen og isoleringen er der anbragt en metalliseret polyesterfolie.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er beregnet både til montering frit og til indbygning, idet der kan leveres et inddækningssæt. Solfangeren fastgøres til underlaget ved hjælp af specielle fastgørelsesbeslag, der klemmer på rammens nederste flig.

Tilslutningen til solfangeren sker med slangestykker af silikonegummi og slangebånd af rustfrit stål. Normalt forbindes de enkelte solfangerelementer med hinanden, så væsken løber opad i halvdelen af dem og nedad i de andre. Derved kan solfangerens samlede til- og afgang placeres nederst.

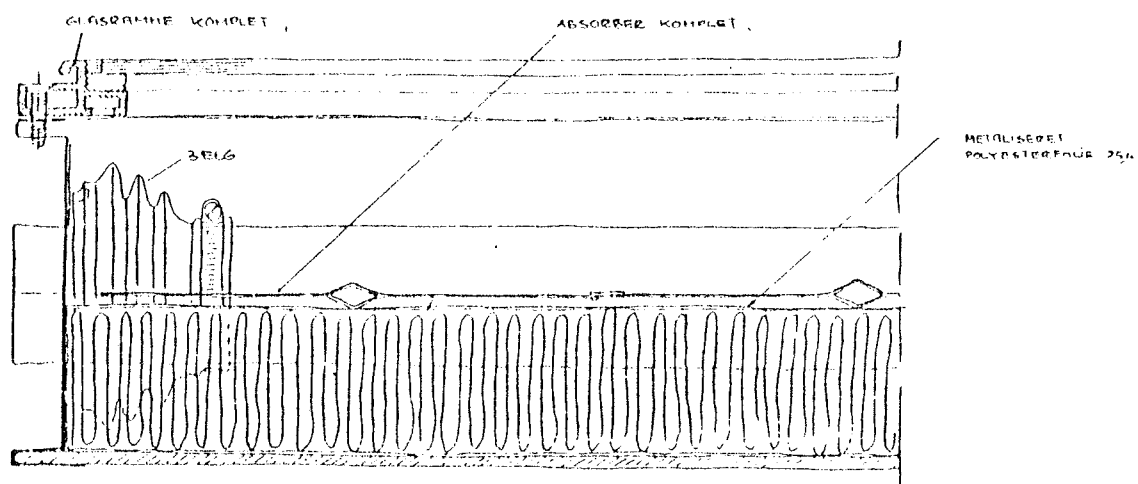


Fig. 2.1 Tværsnit af solfangeren

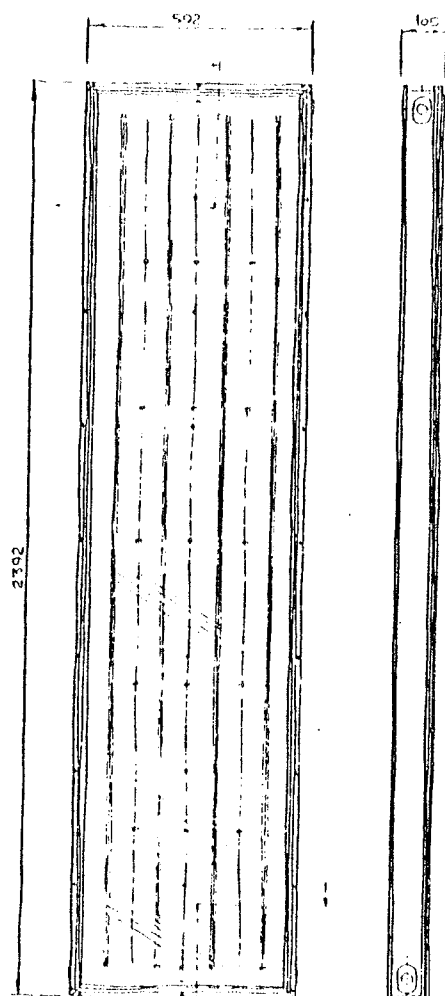


Fig. 2.2 Opstalt af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 juni 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,73 - 5,4 (T_m - T_1)/E - 0,013 (T_m - T_1)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 6,1 - 0,005 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,73 - 5,5 (T_m - T_1)/E - 0,013 (T_m - T_1)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,25\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 36% ethylenglykol (Antifrogen N)
- væskestrømningen er ca. 0,025 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ved afprøvningen blev der benyttet to elementer, der blev koblet i serie svarende til den normale sammenkobling. Beskrivelsen er for et element.

E	M	T _l	T _f	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
876	0,0527	26,0	21,2	8,50	73,2
-	0,0527	26,1	21,2	8,49	73,1
-	0,0529	26,1	21,2	8,51	73,6
-	0,0527	26,1	21,1	8,50	73,2
874	0,0533	25,4	45,3	6,43	57,0
-	0,0534	25,4	45,4	6,45	57,3
-	0,0533	25,3	45,4	6,40	56,8
-	0,0533	25,4	45,4	6,46	57,2
868	0,0520	26,7	68,6	4,85	43,1
-	0,0522	26,5	68,5	4,84	43,0
-	0,0522	26,6	68,5	4,79	42,6
-	0,0520	26,4	68,5	4,81	42,7
869	0,0500	26,6	93,3	2,70	23,4
-	0,0500	26,6	93,3	2,70	23,4
-	0,0500	26,7	93,3	2,74	23,7
-	0,0500	26,8	93,3	2,75	23,8

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

s	M	T _l	T _f	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0501	24,9	76,4	3,86	5,81
-	0,0504	24,9	76,4	3,86	5,83
-	0,0503	24,9	76,4	3,86	5,81
-	0,0501	24,9	76,4	3,86	5,80
45,0	0,0501	25,0	76,4	3,92	5,90
-	0,0503	25,0	76,4	3,91	5,90
-	0,0503	25,0	76,4	3,92	5,91
-	0,0503	25,0	76,4	3,92	5,90
22,5	0,0505	24,6	76,4	4,02	6,04
-	0,0505	24,7	76,4	4,02	6,06
-	0,0503	24,5	76,3	4,01	6,02
-	0,0505	24,5	76,4	4,02	6,03

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

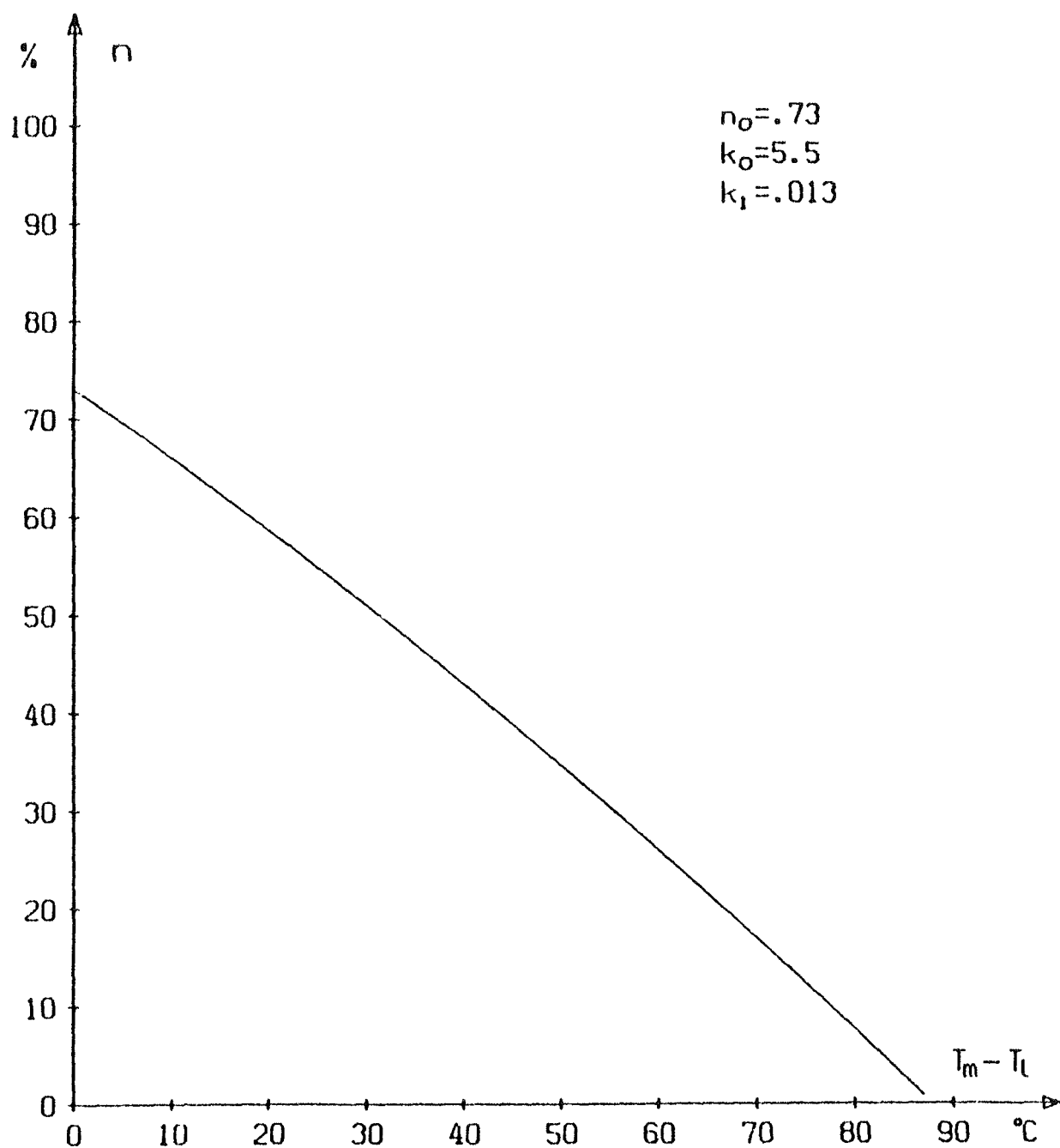


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 36% vol. ethylenglykol. Væskestrøm $0,025 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,25 \text{ m}^2$.

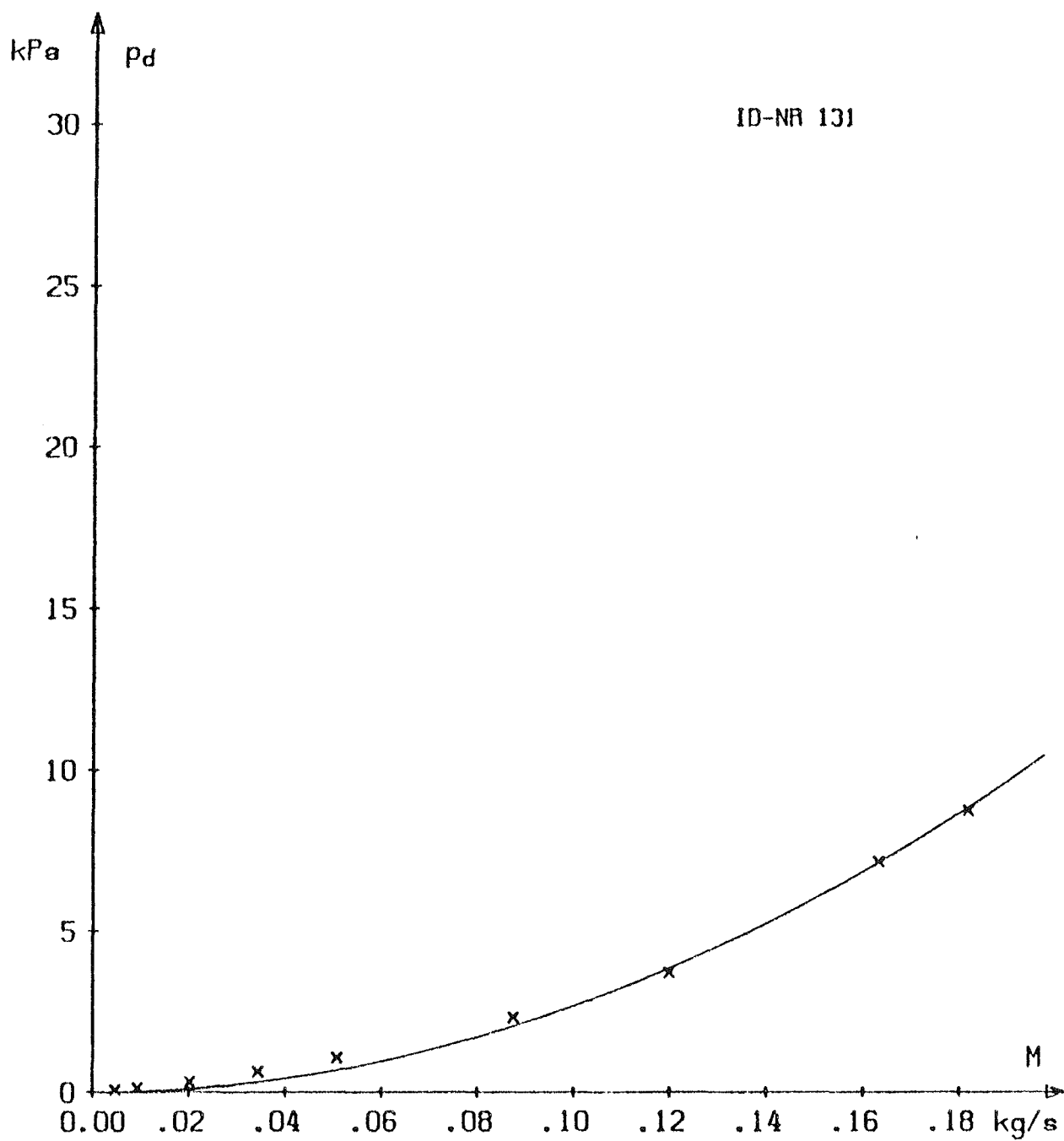


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 36% ethylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C, (enkelt element).

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Dæmpa A/S
5690 Tommerup
Telf.: 09 76 13 11
Solfangerens betegnelse.....: Solelement A2 m/folie
Solfangerens ID-nr*.....: 132

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,39 m
Bredde.....: 0,59 m
Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 30 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2,2 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol (Hoechst Antifrogen N)

Anbefalet koncentration.....: 36% vol

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,025 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 120 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....: 2

Yderste lag

Materiale.....: glas

Tykkelse af transparent lag...: 4 mm

Tykkelse af luftlaget.....: 10 mm

Inderste lag

Materiale.....: polyester

Tykkelse af transparent lag...: 0,1 mm

Tykkelse af luftlaget.....: 35 - 41 mm

Transparent areal.....: 1,25 m²

2.2 Absorber

Type.....: plade-rør

Rørmateriale.....: aluminium

Rørsystem.....: langsgående-parallelle

Antal rør.....: 6

Rørdimensioner (du/di).....: 8 mm/6 mm og 35 mm/31 mm

Plademateriale.....: aluminium

Pladetykkelse.....: 0,9 mm

Plade-rør forbindelsesteknik....: klemning

Absorberbelægning.....: sort maling

Absorberens vægt (tom).....: 3,3 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....: mineraluld

Tykkelse.....: 37 mm

Kantisolering

Materiale.....: mineraluld

Tykkelse.....: 15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et stålpladeprofil, der er samlet i hjørnerne med popnitter. Profilet er af galvaniseret og plastbelagt stålplade med tykkelsen 0,5 mm. Bunden af solfangeren består af en 3 mm oliehardt hård træfiberplade, der er fastholdt i en rille i rammeprofilet. Glasset er monteret i en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil. Tætningen mellem glasset og aluminiumsprofilet er udført ved hjælp af et fugebånd og en silikonefuge. På bagsiden af rammen med glasset er der fastgjort en plastfolie med dobbeltklæbende tape. Plastfolien er forsynet med 7 små rørafstandsstykker op imod glasset. Rammen med glasset er fastgjort til solfangerrammen med skruer og er tætnet ved hjælp af en skumgummiliste. Absorberen består af et rørregister af aluminiumsrør, der er loddet til fordelerrørene. Til rørene er der fastgjort plader, der er bukket, så de kan klemmes ned omkring rørene. Absorberen er fastgjort til rammen med glidebeslag. Absorberens fordelerrør er ført ud igennem solfangerens sider, idet der er tætnet ved hjælp af en kraveplade af aluminium. Der findes ingen udluftningshuller i solfangeren.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er beregnet både til montering frit og til indbygning, idet der kan leveres et inddækningssæt. Solfangeren fastgøres til underlaget ved hjælp af specielle fastgørelsesbeslag, der klemmer på rammens nederste flig.

Tilslutningen til solfangeren sker med slangestykker af silikonegummi og slangebånd af rustfrit stål. Normalt forbindes de enkelte solfangerelementer med hinanden, så væsken løber opad i halvdelen af dem og nedad i de andre. Derved kan solfangerens samlede til- og afgang placeres nederst.

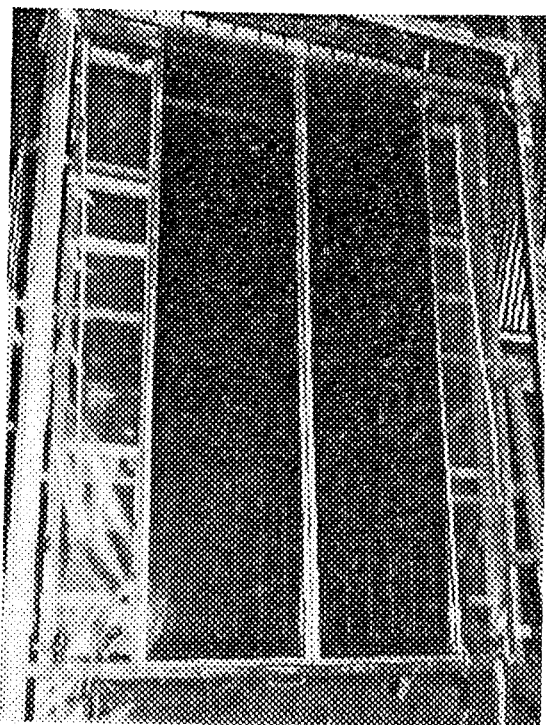


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

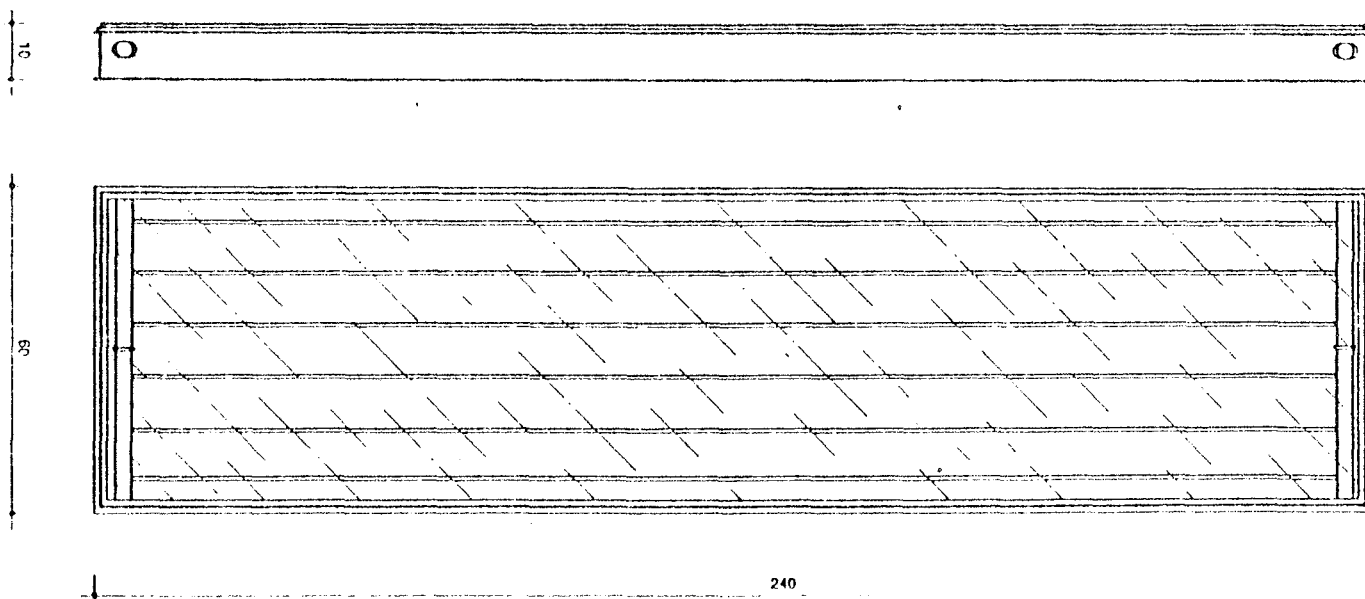


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juni 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er, angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,66 - 5,2 (T_m - T_l)/E - 0,017 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_g = 6,3 - 0,003 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,66 - 5,3 (T_m - T_l)/E - 0,017 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,25m^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 36% ethylenglykol (Antifrogen N)
- væskestrømningen er ca. 0,025 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ved afprøvningen blev der benyttet to elementer, der blev koblet i serie svarende til den normale sammenkobling. Beskrivelsen er for et element.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
878	0,0528	24,7	19,6	7,86	67,4
-	0,0528	25,1	19,5	7,82	67,2
-	0,0528	24,7	19,6	7,82	67,2
-	0,0528	24,6	19,6	7,85	67,3
863	0,0523	25,6	43,6	5,97	52,6
-	0,0523	25,7	43,5	5,97	52,5
-	0,0524	26,2	43,5	5,97	52,7
-	0,0523	26,4	43,6	5,97	52,6
872	0,0517	24,9	68,7	4,01	35,2
-	0,0515	24,5	68,7	4,00	35,0
-	0,0517	24,6	68,7	3,99	35,0
-	0,0517	24,4	68,7	4,01	35,1
869	0,0520	25,4	93,0	1,77	16,0
-	0,0520	25,4	93,0	1,76	15,9
-	0,0520	25,5	93,0	1,75	15,7
-	0,0522	25,6	93,0	1,75	15,9

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0528	23,1	76,9	4,00	6,06
-	0,0528	23,0	77,0	4,00	6,04
-	0,0528	23,0	76,9	4,00	6,05
-	0,0528	23,1	76,9	4,00	6,05
45,0	0,0528	23,5	77,1	4,01	6,11
-	0,0528	23,5	77,1	4,01	6,11
-	0,0530	23,5	77,0	4,02	6,14
-	0,0528	23,6	77,0	4,01	6,11

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

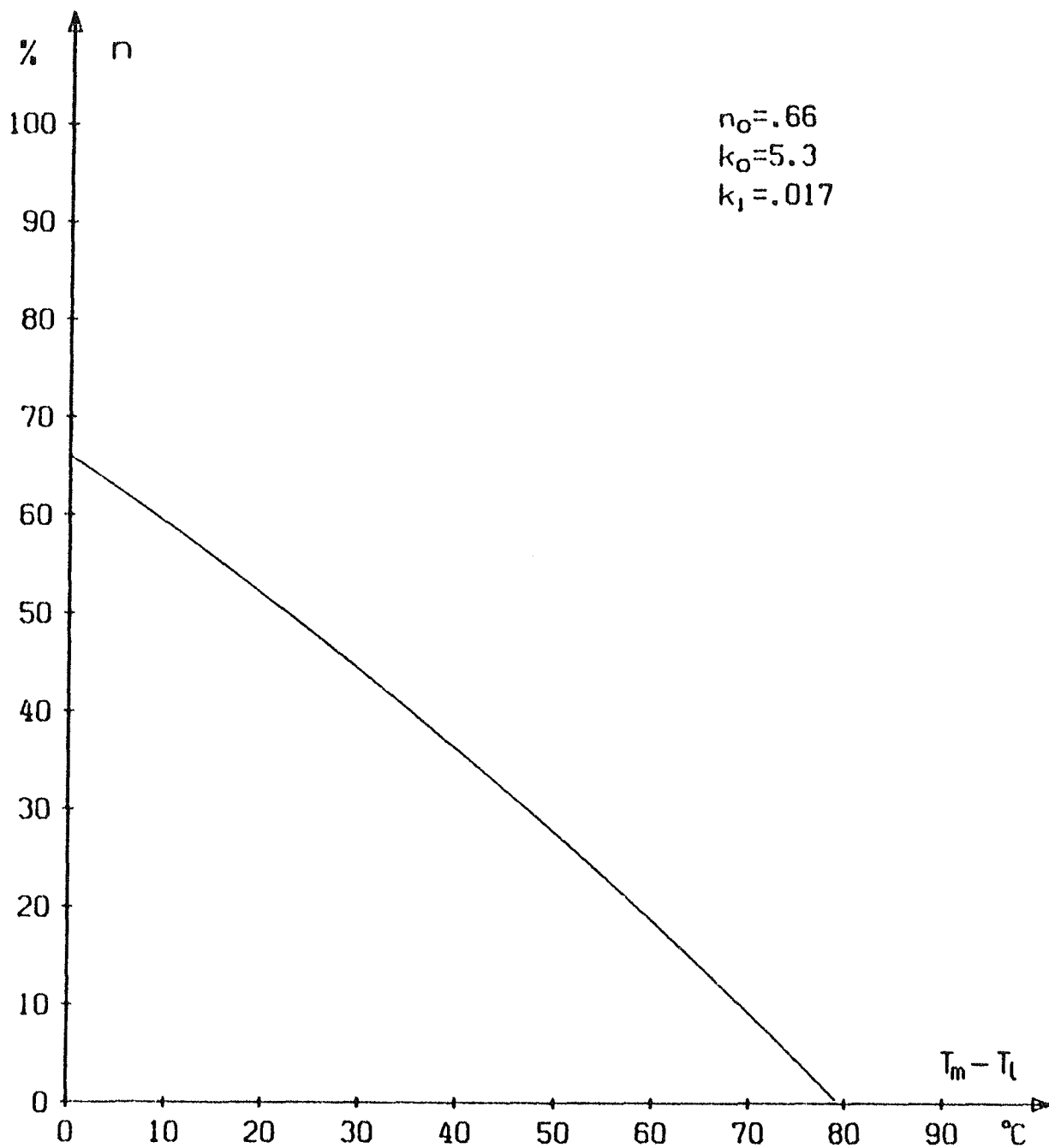


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 36% vol. ethylenglykol. Væskestrøm $0,025 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,25 \text{ m}^2$.

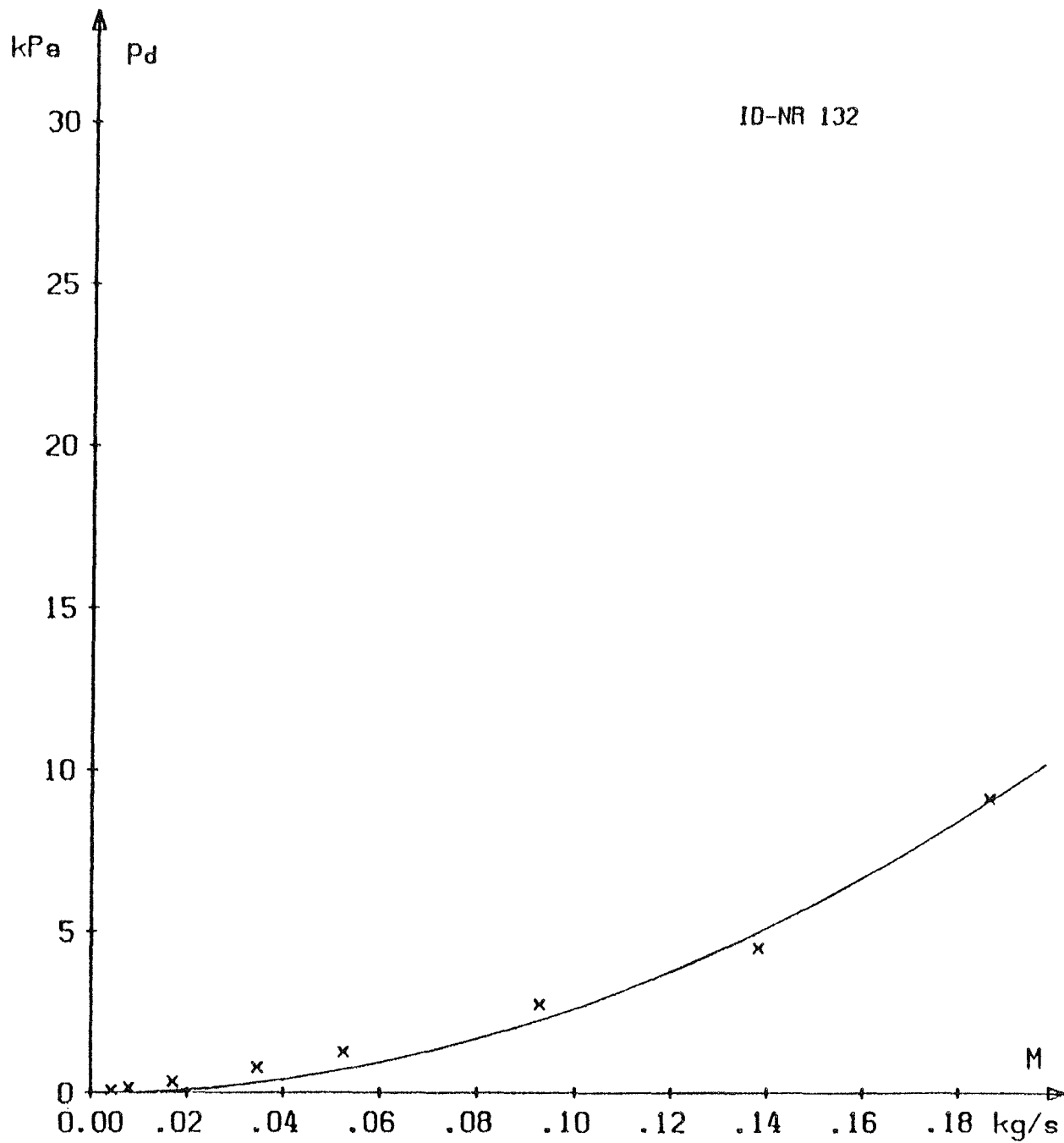


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 36% ethylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C, (enkelt element).

ID-nr. 133

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent).: Dæmpa A/S
 5690 Tommerup
 Telf.: 09 76 13 11

Solfangerens betegnelse.....: Solelement A2 u/folie

Solfangerens ID-nr*.....: 133

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,39 m

Bredde.....: 0,59 m

Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 30 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 2,2 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol (Hoechst Antifrogen N)

Anbefalet koncentration.....: 36% vol

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,025 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 400 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 120 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	45 - 51 mm
Transparent areal.....:	1,25 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade-rør
Rørmateriale.....:	aluminium
Rørsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal rør.....:	6
Rørdimensioner (du/di).....:	8 mm/6 mm og 35 mm/31 mm
Plademateriale.....:	aluminium
Pladetykkelse.....:	0,9 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	klemning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	3,3 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	37 mm

Kantisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et stålpladeprofil, der er samlet i hjørnerne med popnitter. Profilet er af galvaniseret og plastbelagt stålplade med tykkelsen 0,5 mm. Bunden af solfangeren består af en 3 mm oliehardt hård træfiberplade, der er fastholdt i en rille i rammeprofilet. Glasset er monteret i en ramme af et ekstruderet aluminiumsprofil. Tætningen mellem glasset og aluminiumsprofilet er udført ved hjælp af et fugebånd og en silikonefuge. Rammen med glasset er fastgjort til solfangerrammen med skruer og er tætnet ved hjælp af en skumgummiliste. Absorberen består af et rørregister af aluminiumsrør, der er loddet til fordelerrørene. Til rørene er der fastgjort plader, der er bukket, så de kan klemmes ned omkring rørene. Absorberen er fastgjort til rammen med glidebeslag. Absorberens fordelerrør er ført ud igennem solfangerens sider, idet der er tætnet ved hjælp af en kraveplade af aluminium. Der findes ingen udluftningshuller i solfangeren.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er beregnet både til montering frit og til indbygning, idet der kan leveres et inddækningssæt. Solfangeren fastgøres til underlaget ved hjælp af specielle fastgørelsesbeslag, der klemmer på rammens nederste flig.

Tilslutningen til solfangeren sker med slangestykker af silikonegummi og slangebånd af rustfrit stål. Normalt forbindes de enkelte solfangerelementer med hinanden, så væsken løber opad i halvdelen af dem og nedad i de andre. Derved kan solfangerens samlede til- og afgang placeres nederst.

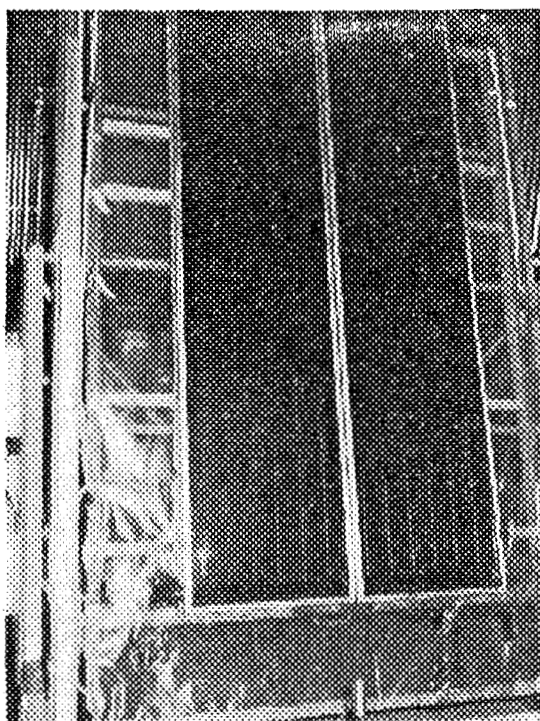


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

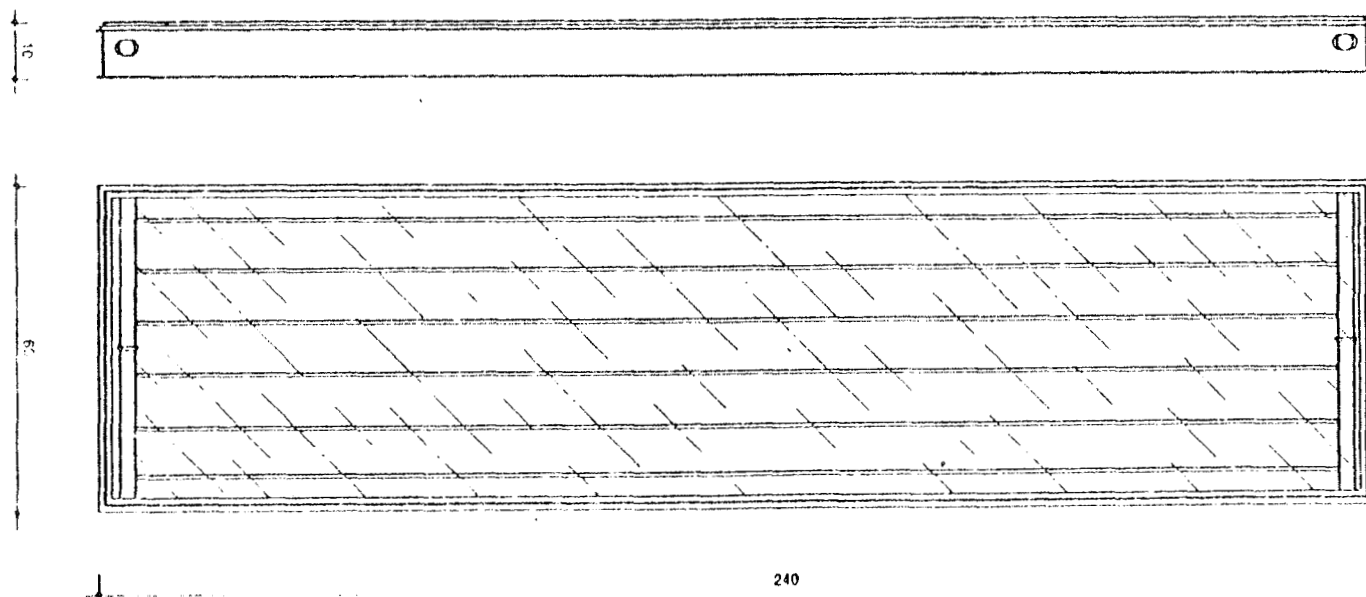


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juni 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,74 - 7,6 (T_m - T_l)/E - 0,015 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,3 - 0,004 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,74 - 7,7 (T_m - T_l)/E - 0,015 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,25\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 36% ethylenglykol (Antifrogen N)
- væskestrømningen er ca. 0,025 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne

Ved afprøvningen blev der benyttet to elementer, der blev koblet i serie svarende til den normale sammenkobling. Beskrivelsen er for et element.

E	M	T _l	T _i	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
871	0,0526	26,3	20,4	8,75	75,5
-	0,0526	26,2	20,4	8,74	75,5
-	0,0526	26,3	20,4	8,74	75,5
-	0,0526	26,3	20,4	8,78	75,7
866	0,0531	27,0	44,1	6,33	56,4
-	0,0531	27,0	44,2	6,28	56,0
-	0,0531	26,9	44,1	6,31	56,2
-	0,0531	26,9	44,1	6,30	56,3
867	0,0526	27,5	67,5	3,80	34,1
-	0,0526	27,3	67,5	3,79	34,0
-	0,0526	27,3	67,5	3,79	34,0
-	0,0528	27,3	67,5	3,79	34,1
861	0,0510	25,3	92,9	0,78	6,9
-	0,0510	25,4	92,9	0,71	6,3
-	0,0510	25,4	92,9	0,67	6,0
-	0,0512	25,4	92,9	0,76	6,8

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

s	M	T_l	T_l	T_d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0514	23,7	77,9	5,37	7,98
-	0,0516	23,7	77,9	5,38	8,01
-	0,0514	23,8	77,9	5,38	8,00
-	0,0516	23,8	77,9	5,37	8,01
45,0	0,0514	24,0	78,0	5,43	8,10
-	0,0514	24,0	77,9	5,42	8,08
-	0,0514	24,0	77,9	5,42	8,09
-	0,0513	23,9	77,9	5,44	8,08
22,5	0,0514	23,7	77,9	5,51	8,19
-	0,0513	23,7	77,8	5,51	8,18
-	0,0513	23,8	77,9	5,51	8,18
-	0,0514	23,7	77,8	5,51	8,18

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 2,50 m² (2 elementer)

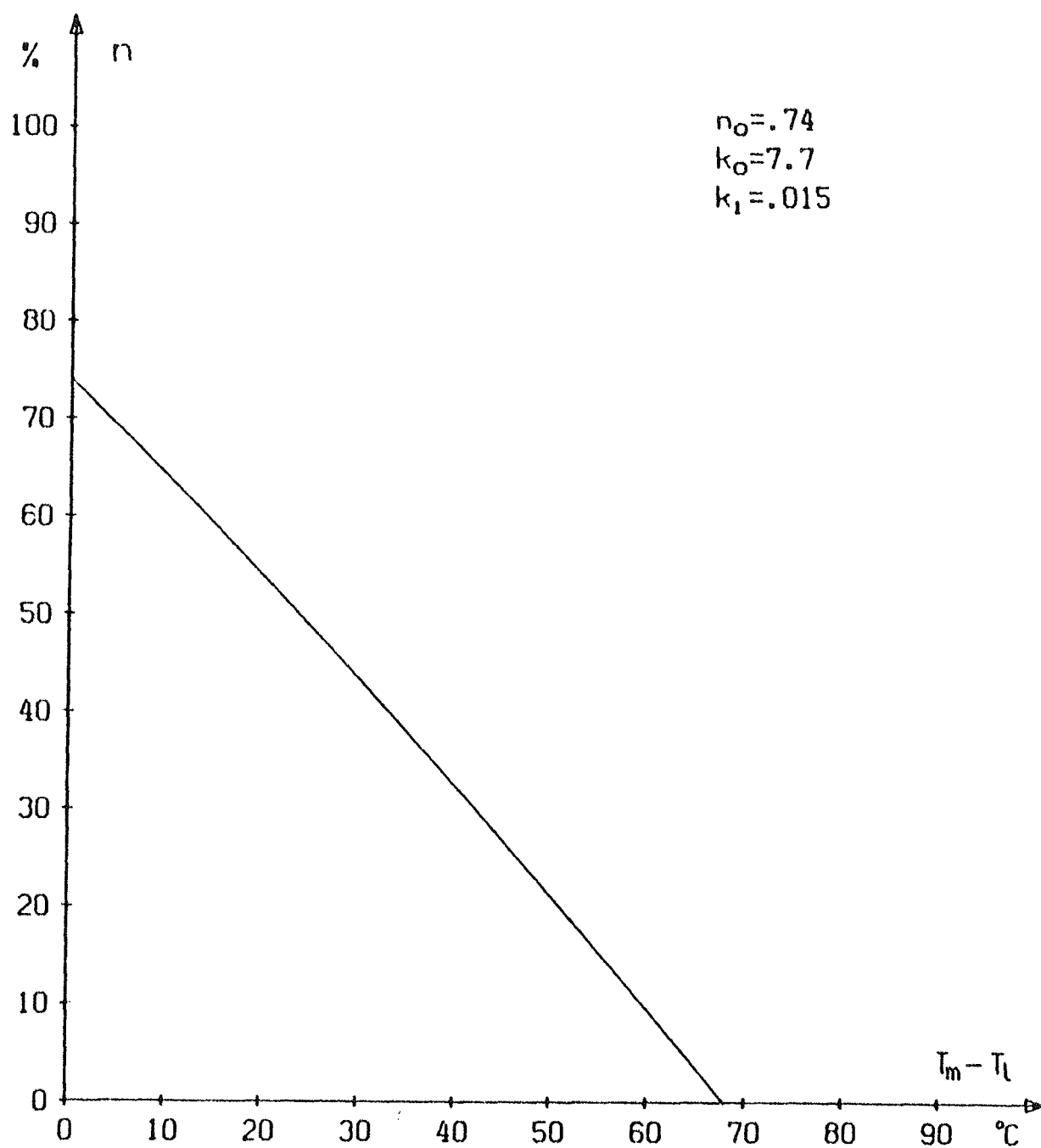


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væske 36% vol. ethylenglykol. Væskestrøm $0,025 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $1,25 \text{ m}^2$.

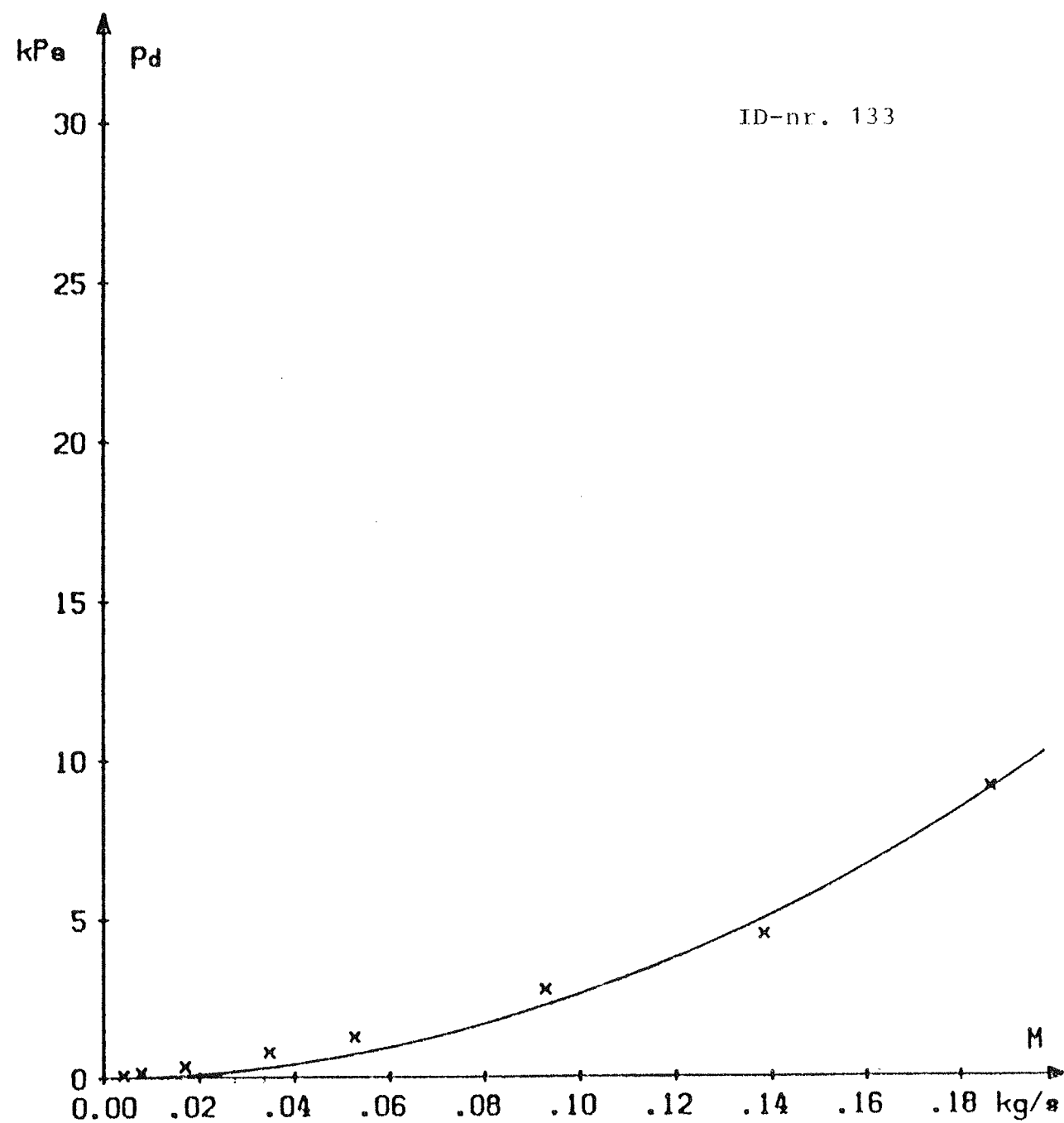


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 36% ethylenglykol ved en temperatur på ca. 25°, (enkelt element).

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent)..: E.W. Rasmussen Horsens A/S
Færøvej 2
8700 Horsens
Telf: 05 62 98 11
Solfangerens betegnelse.....: Eversol
Solfangerens ID-nr*.....: 134

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,93 m
Bredde.....: 0,95 m
Højde: 0,07 m

Solfangerens vægt tom.....: 57 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 5,7 l

Anbefalet væsketype.....: ethylenglykol

Anbefalet koncentration.....: 33% (vol.)

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,035 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 130 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 130 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	25 - 30 mm
Transparent areal.....:	1,70 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	langsgående-parallelle
Antal kanaler.....:	11
Kanalerne indv. dimensioner....:	ca 8 mm x 65 mm (ovale)
Kanalerne godstykkelse.....:	1 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	2 mm
Forbindelsesteknik.....:	rulle- og punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	36 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	mineraluld
Tykkelse.....:	30 mm

Kantisolering

Materiale.....:	svampegummi
Tykkelse.....:	20 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme af et u-profil med dimensionerne 65 mm x 20 mm. U-profilet er bukket op af 2 mm stålplade. Rammen er svejst sammen i hjørnerne og er derefter sortlakeret. Glasset hviler på en svampegummiliste på u-profilets øverste flig og fastholdes af en glasliste (afdækningsprofil) af 1 mm sortlakeret stålplade, der er skruet fast til rammen. Tætningen af glasset er udført med en silikonefugemasse mellem glas og glasliste. Absorberen består af to stålplader, der er svejst sammen og presset op, så der opstår langsgående kanaler mellem tværgående fordelerkanaler. Absorberen er fastgjort til solfangerrammen ved hjælp af svejsning et antal steder langs hele omkredsen. Absorberen har fire bagudvendende tilslutningsstudse. Solfangerens bagside udgøres af mineralulden med en aluminiumsfolie. Solfangeren har ingen ventilationshuller, men de sprækker, der findes mellem absorberen og rammen muliggør ventilation af luftlaget mellem glasset og absorberen.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren kan både monteres uden på taget eller indbygges i tagfladen, idet solfangeren kan leveres med vandtæt bagside. Solfangeren fastgøres ved hjælp af monteringsvinkler til underlaget.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til to diagonalt placerede tilslutningsstudse med 3/4" indvendig rørgevind.

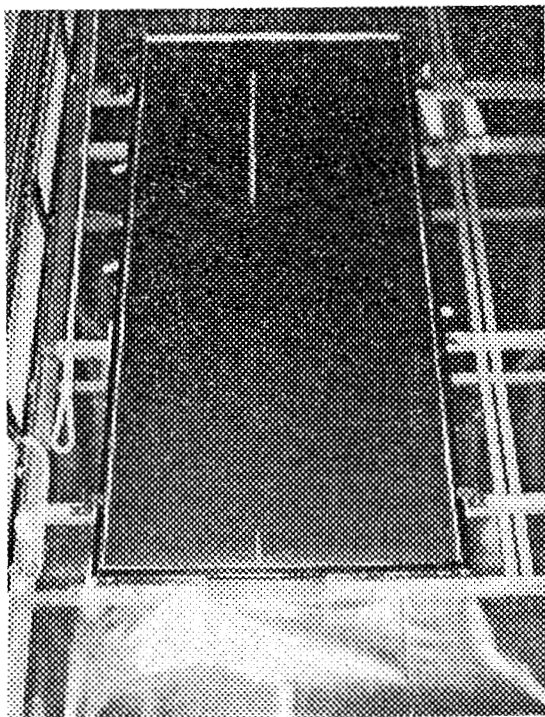


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

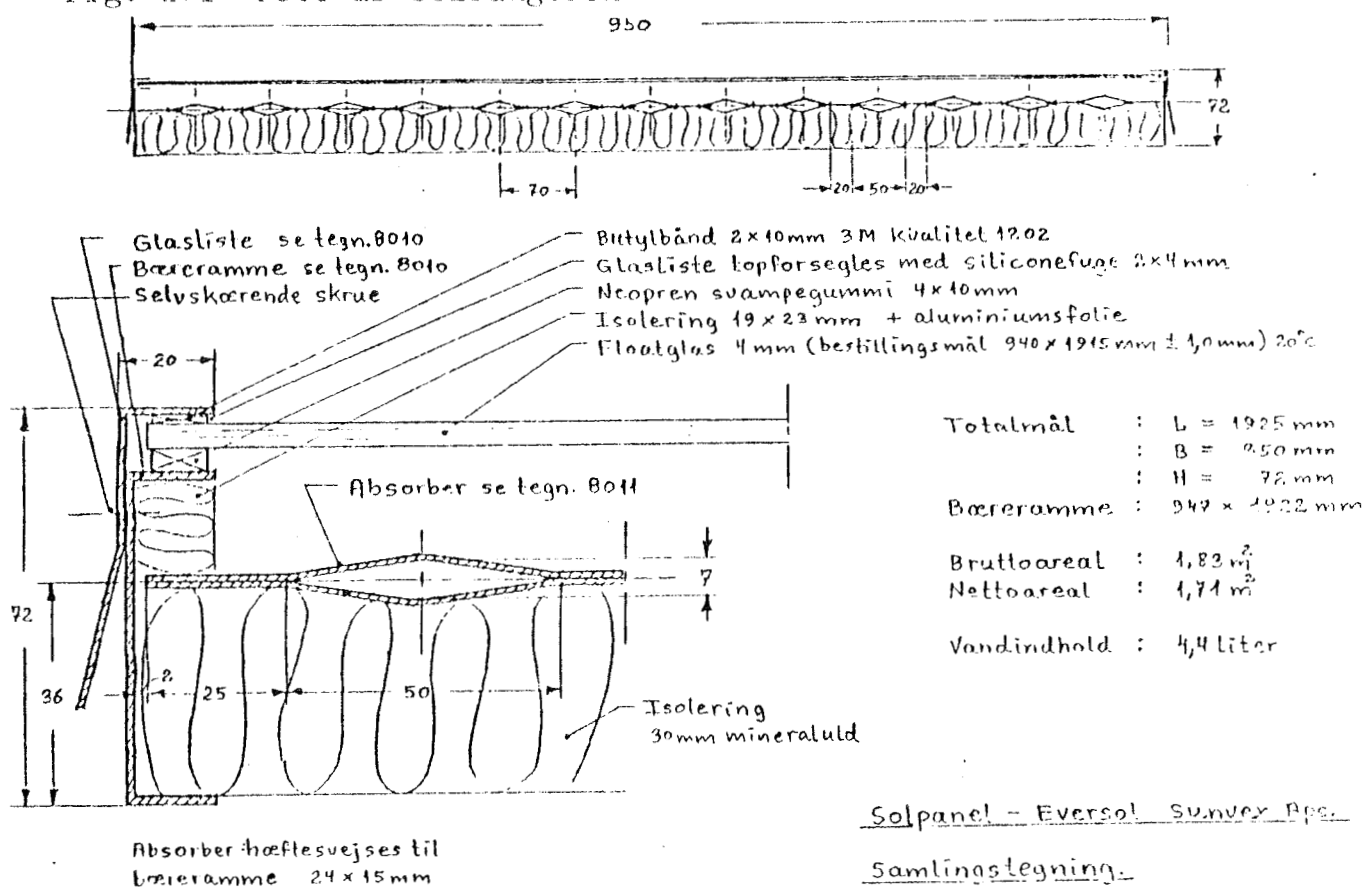


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

(Skitsen svarer til en nyere udgave af solfangeren med visse afvigelser fra den prøvede).

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
 Laboratoriet for Varmeisolering
 Bygning 118
 2800 Lyngby
 Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juli 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,84 - 8,1 (T_m - T_l)/E - 0,029 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 9,6 - 0,008 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,84 - 8,3 (T_m - T_l)/E - 0,029 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,70\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 33% ethylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,035 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Bortset herfra medførte stagnationsprøven ikke synlige forandringer..

E	M	T _l	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
951	0,0360	25,9	22,1	10,23	83,3
-	0,0360	26,1	22,1	10,19	82,8
-	0,0360	25,9	22,1	10,20	82,9
-	0,0358	26,0	22,0	10,24	82,9
952	0,0361	26,6	47,2	7,42	61,7
-	0,0361	26,5	47,2	7,46	61,9
-	0,0361	26,5	47,2	7,47	62,0
-	0,0361	26,5	47,2	7,47	61,9
950	0,0352	27,3	69,9	4,76	39,3
-	0,0352	27,3	69,9	4,77	39,3
-	0,0354	27,1	69,9	4,76	39,3
-	0,0352	26,8	69,9	4,73	39,0
947	0,0344	27,9	93,5	1,70	14,0
-	0,0346	27,7	93,5	1,71	14,1
-	0,0344	28,0	93,5	1,66	13,6
-	0,0346	27,6	93,5	1,68	13,9

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,70 m²

s	M	T _l	T _i	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0354	23,7	76,7	5,74	8,99
-	0,0353	23,8	76,7	5,74	9,00
-	0,0353	23,8	76,7	5,74	8,99
-	0,0354	23,9	76,7	5,74	9,01
45,0	0,0353	24,2	76,7	5,82	9,16
-	0,0351	24,2	76,7	5,82	9,15
-	0,0353	24,2	76,7	5,82	9,18
-	0,0353	24,1	76,7	5,82	9,18
22,5	0,0351	24,2	76,8	5,94	9,36
-	0,0351	24,2	76,7	5,95	9,35
-	0,0353	24,2	76,8	5,94	9,38
-	0,0353	24,2	76,8	5,95	9,40

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,70 m².

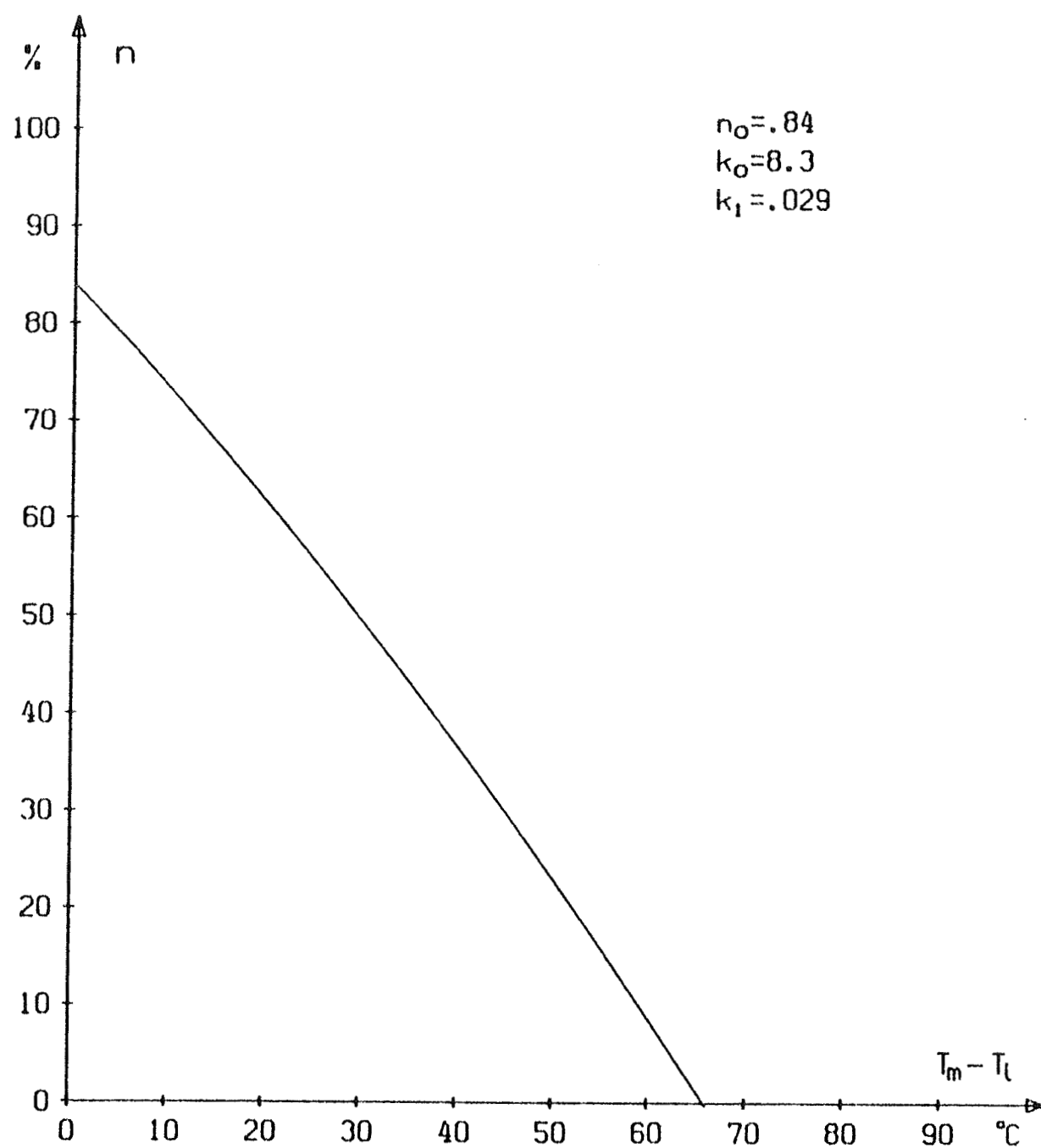


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 33% ethylenglykol. Væskestrøm $0,035 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,70 \text{ m}^2$.

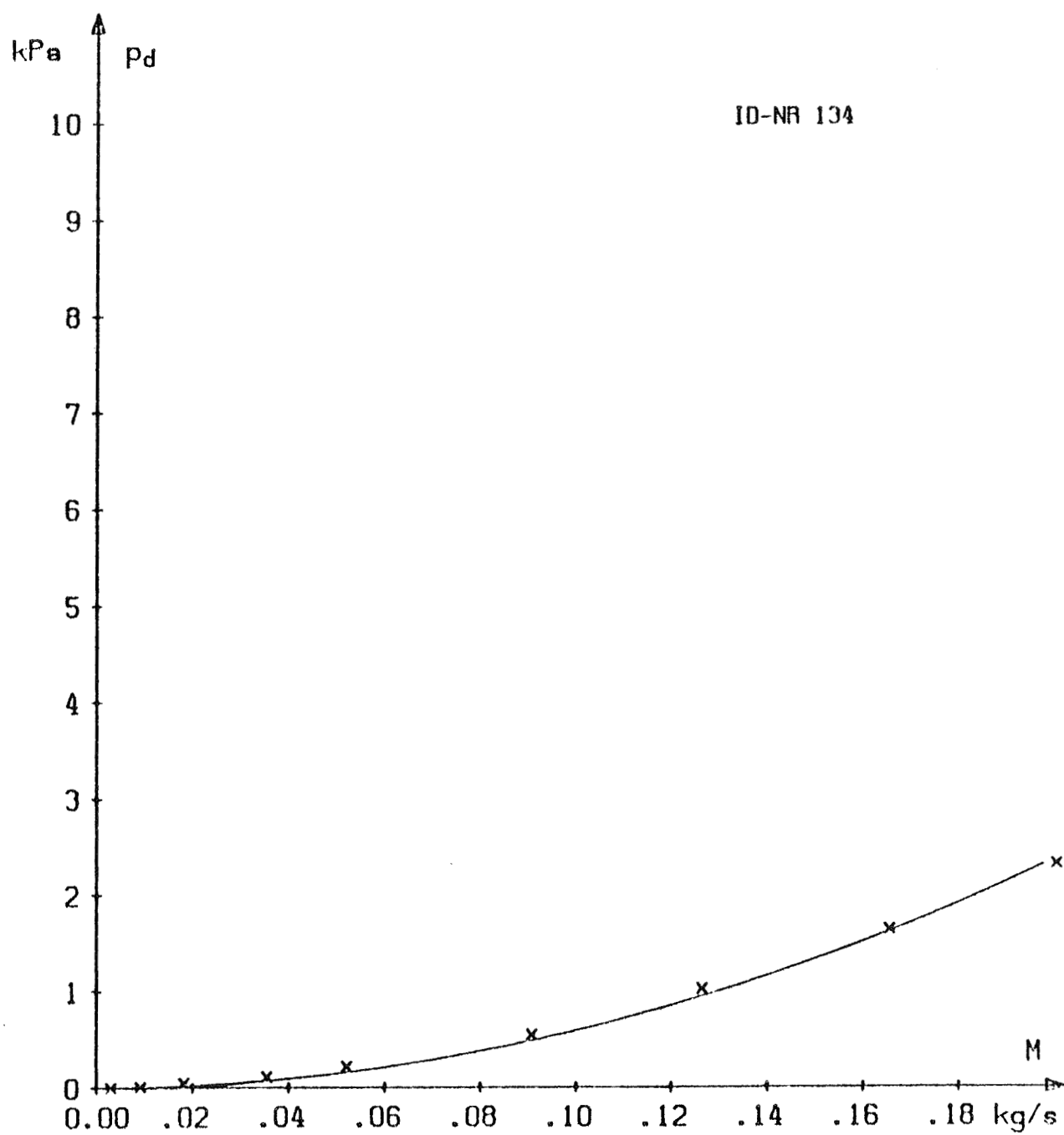


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 33% ethylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

ID-nr. 135

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Metro A/S
 Bymosevej 1 - 3
 3200 Helsingør
 Telf: 03 29 62 11

Solfangerens betegnelse.....: Metro-Solfanger

Solfangerens ID-nr*.....: 135

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 1,28 m

Bredde.....: 0,86 m

Højde: 0,10 m

Solfangerens vægt tom.....: 33 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 1 l

Anvendt væsketype.....: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% (vol.)

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,020 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1000 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 1000 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	3 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 50 mm - 32 mm
Transparent areal.....:	1,00 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade - rør
Rørmateriale.....:	stål
Rørsystem.....:	rørslange
Rørafstand.....:	ca. 120 mm
Rørdimensioner (du/di).....:	17,5 mm /12 mm
Rørlængde.....:	7,2 m
Plademateriale.....:	stål
Pladetykkelse.....:	1,25 mm
Plade-rør forbindelsesteknik.....:	punktsvejsning
Absorberbelægning.....:	sort emalje (0,3 mm)
Absorberens vægt (tom).....:	11 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	45 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en ramme, der består af en bukket galvaniseret sortlakeret stålplade med en godstykkelse på 1 mm. Rammeprofilerne er samlet i hjørnerne med popnitter.

Glasset fastholdes ved hjælp af glaslister af Z-profiler af 1 mm galvaniseret sortlakeret stålplade, der er fastgjort til rammen med skruer. Der er anbragt cellegummilister på begge sider af glasset og tætnet med silikonefuge mellem glaskanten og rammeprofilet.

Absorberen består af en rørslynge, der er punktsvejst til en plade, hvorefter både rør og plade er sortemaljeret. Absorberen fastholdes af kant- og bagsideisoleringen samt af de tre rørstudse, der er ført ud i den ene af solfangerens korte sider. Rørene, hvoraf det ene er beregnet til solfangerføleren, afdækket med rørmanchetter.

Isoleringen er støbt ud i rammen og fastholdes iøvrigt af rammeprofilets kant. Der er ingen bagplade.

Solfangeren er ikke forsynet med ventilationshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske til sidekantlisterne.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de udragende rør, der er forsynet med 3/8" udvendigt gevind.

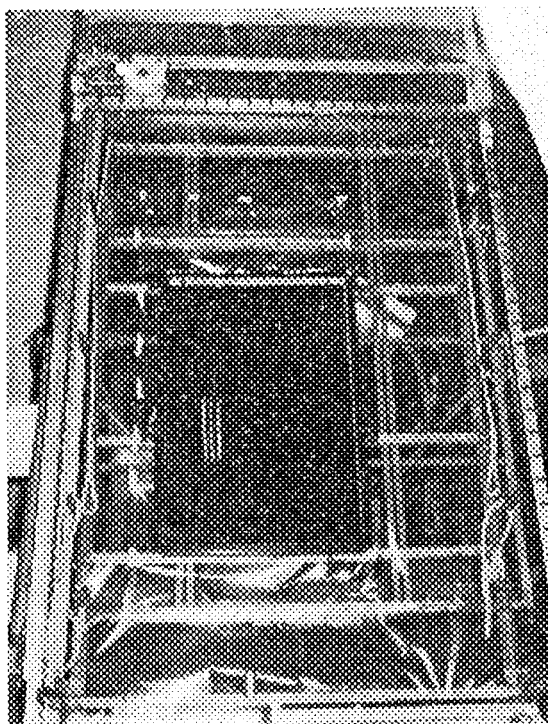
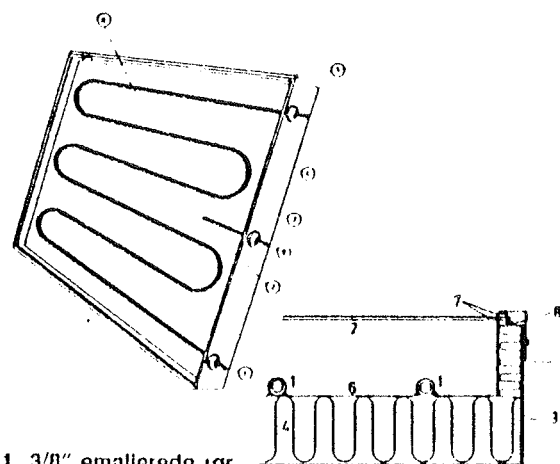


Fig. 2.1 Foto af solfangeren



1. 3/8" emaljerede rør
2. Frontrude 3 mm
3. Sideramme, galvaniseret
4. Isolering polyurethanskum
5. Fastgørelseskant
6. Emaljeret absorberflade
7. Gummiliste
8. Silliconemasse
9. Dykrør for termostat

Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført i juli 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,65 - 5,6 (T_m - T_l)/E - 0,019 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 6,5 - 0,005$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,65 - 5,7 (T_m - T_l)/E - 0,019 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,00\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 50% propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,020 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde, og den gule kantisolering blev lidt mørkere.

E	M	T ₁	T ₁	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
978	0,0209	26,9	21,5	8,55	65,9
-	0,0208	26,5	21,4	8,56	65,9
-	0,0208	26,6	21,4	8,55	65,8
-	0,0208	26,7	21,4	8,55	65,8
969	0,0220	85,8	45,4	6,03	50,5
-	0,0218	25,7	45,5	6,06	50,4
-	0,0218	25,7	45,6	6,07	50,3
-	0,0218	25,6	45,6	6,09	50,7
952	0,0213	25,0	68,1	4,16	35,0
-	0,0213	24,9	68,1	4,14	34,9
-	0,0213	24,9	68,1	4,19	35,3
-	0,0213	24,8	68,2	4,19	35,3
957	0,0206	25,2	93,4	1,88	15,6
-	0,0206	25,4	93,4	1,89	15,6
-	0,0206	25,5	93,4	1,88	15,6
-	0,0206	25,6	93,4	1,88	15,6

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,00 m²

s	M	T _l	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0200	22,2	76,2	4,20	6,12
-	0,0200	22,1	76,2	4,20	6,12
-	0,0201	22,1	76,2	4,19	6,12
-	0,0200	22,2	76,2	4,19	6,12
45,0	0,0203	22,9	76,4	4,17	6,24
-	0,0203	22,7	76,3	4,16	6,22
-	0,0203	22,7	76,3	4,17	6,24
-	0,0205	22,6	76,3	4,17	6,24
22,5	0,0203	22,5	76,3	4,26	6,34
-	0,0203	22,6	76,2	4,27	6,36
-	0,0203	22,5	76,3	4,28	6,38
-	0,0203	22,6	76,2	4,26	6,36

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,00 m².

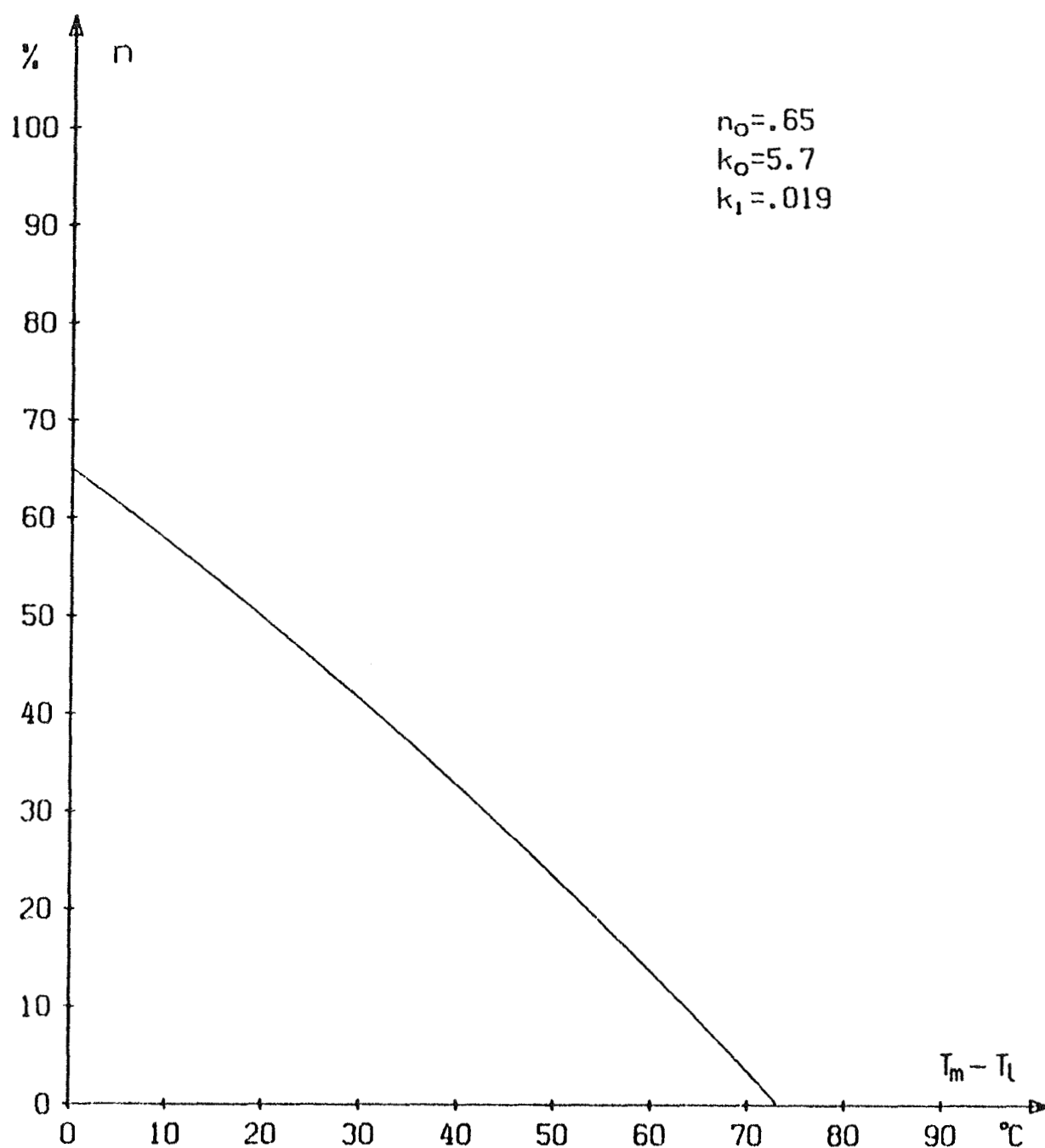


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske 50% propylenglykol. Væskestrøm $0,020 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,00 \text{ m}^2$.

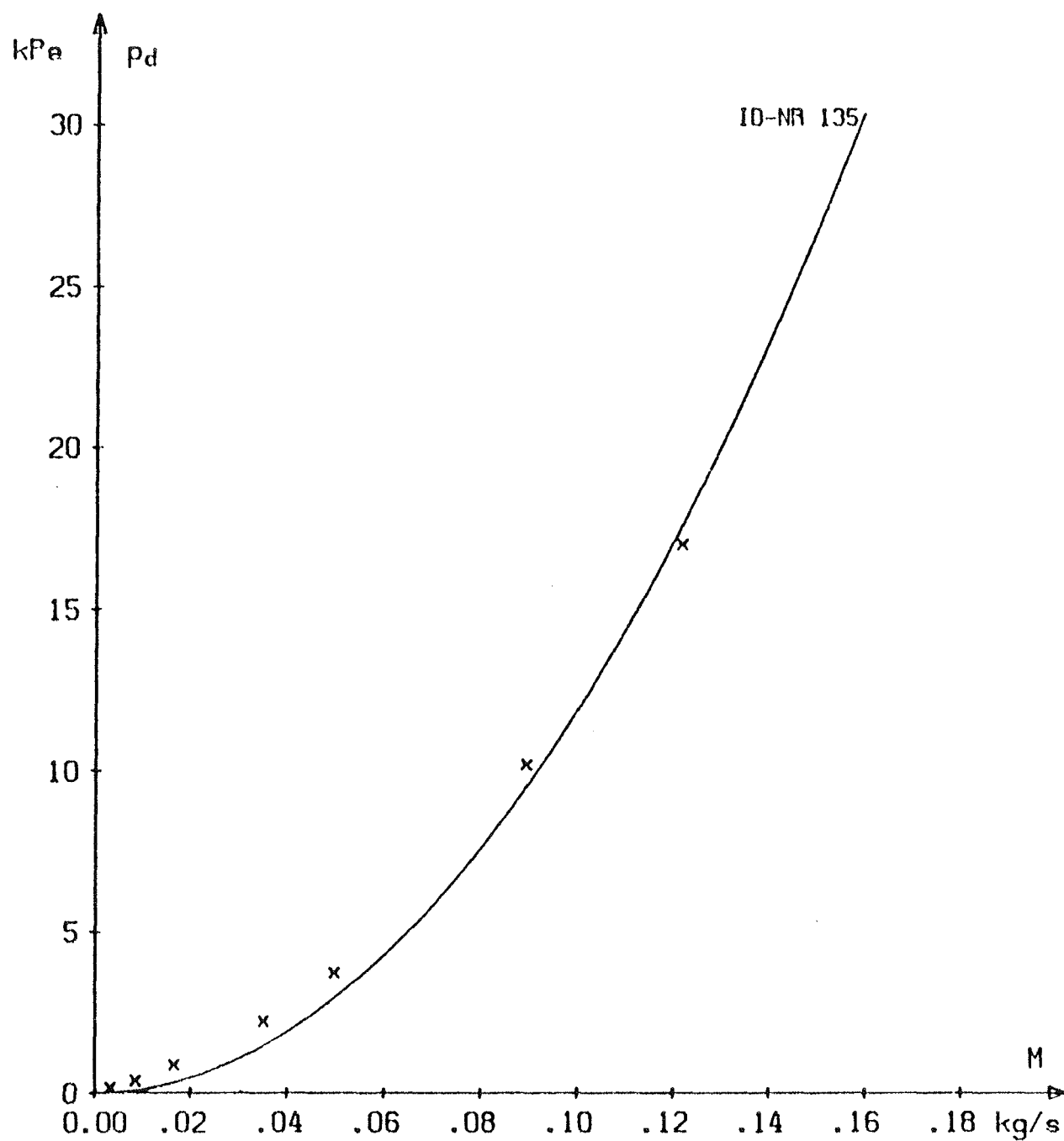


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerfabrikant (rekvirent): Maskinfabrikken Pan A/S
Gårslev
7080 Børkop
Telf: 05 86 67 27
Solfangerens betegnelse.....: Tolutex, type SF2
Solfangerens ID-nr*.....: 136

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,04 m
Bredde.....: 1,04 m
Højde: 0,065 m

Solfangerens vægt tom.....: 72 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 4,6 l

Anvendt væsketype.....: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,04 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 150 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 150 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	15 mm
Transparent areal.....:	1,94 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	kanalplade
Materiale.....:	stål
Kanalsystem.....:	parallelle-langsgående
Antal kanaler.....:	11
Kanalerne indv. dimensioner....:	ca. 80 mm x ca. 6 mm
Kanalerne godstykkelse.....:	0,9 mm
Pladetykkelse (mellem kanalerne):	2 x 0,9 mm
Forbindelsesteknik.....:	rullesvejsning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	29 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	40 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	15 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse, der består af en ramme og en bundplade. Rammen består af en u-profil og et vinkelprofil, der er bukket op i galvaniseret stålplade med en tykkelse på 1,5 mm. U-profilet har dimensionerne 25 mm x 50 mm og er samlet i hjørnerne ved svejsning. Vinkelprofilet er fastgjort til u-profilets nederste flig med popnitter. Bundpladen, der består af en 0,5 mm galvaniseret stålplade, fastholdes mellem u-profilet og vinkelprofilet. Glasset hviler på u-profilets øverste flig med en svampegummiliste imellem og fastholdes af en glasliste (afdækningsprofil) af en 1 mm galvaniseret og sortlakeret stålplade, der er fastgjort til rammen med skruer. Tætningen af glasset sker med en tætningsliste af svampegummi. Den er senere udskiftet med et butylbånd. Absorberen består af to stålplader, der er rullesvejst sammen og derefter blæst op, så de danner en kanalplade. Absorberen er holdt op mod u-profilets øverste flig af isoleringen. Mellem absorber og u-profil er der anbragt en svampegummiliste. De fire bagudvandede tilslutningsstudse er ført ud gennem bagpladen og er tætnet med en svampegummiring. I den ene af de øverste er der monteret en prop med bøjeligt kobberør og luftskrue. Isoleringen består af polyurethanskum, der er skummet op på stedet. Solfangeren er ikke forsynet med ventilationshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske ved hjælp af to monteringsbeslag.

Tilslutningen kan ske til to af de fire bagudvandede 20 mm studse med indvendigt gevind.

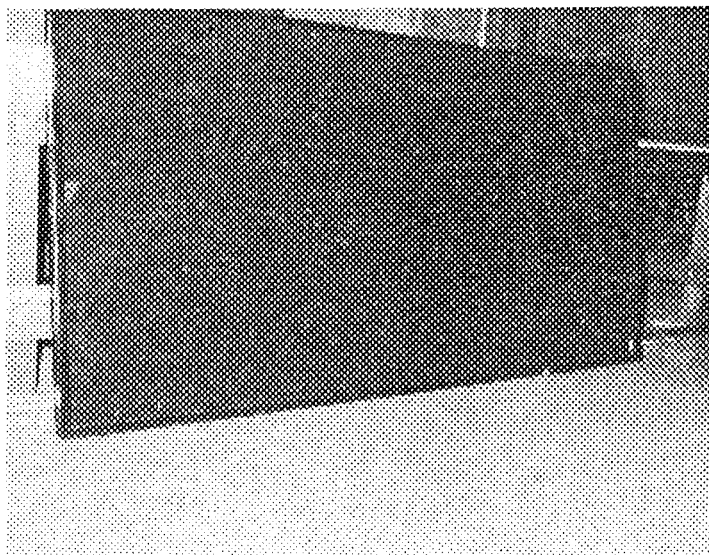
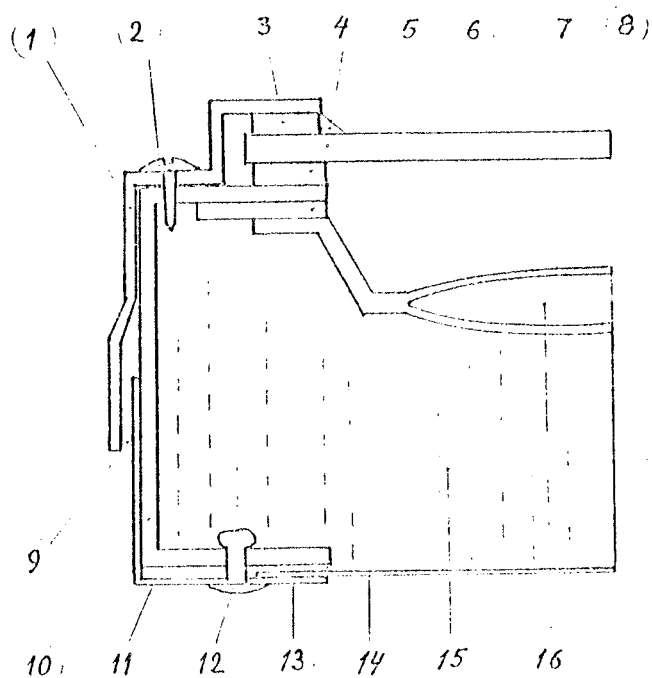


Fig. 2.1 Foto af solfangeren



1. Glasliste
2. Skrue
3. Butylgummiliste
4. Silicone
5. 4 mm float glas
6. Butylgummiliste
7. Gummiliste
8. Kanalpladeabsorber
9. Fuge for evt. inddekning
10. Ramme (U-profil)
11. Vinkel-profil
12. Popnittle
13. Gummilætningsliste
14. Bagplade
15. Polyurethanisolering
16. Vandkanal

Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1. juli 1980.

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$n = 0,82 - 6,9 (T_m - T_1)/E - 0,023 (T_m - T_1)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 8,4 - 0,008 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$n = 0,82 - 7,0 (T_m - T_1)/E - 0,024 (T_m - T_1)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,94 \text{ m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 50% propylenglykol
- væskestrømningen er ca. 0,040 kg/s

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved stagnationsprøven kom der kondens på glasset i ubetydelig mængde. Bortset herfra medførte stagnationsprøven ikke synlige forandringer.

E	M	T _l	T _i	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
957	0,0413	27,0	22,4	10,18	82,0
-	0,0413	27,0	22,4	10,20	82,2
-	0,0413	27,0	22,3	10,21	82,3
-	0,0413	27,1	22,3	10,21	82,1
952	0,0402	27,5	44,6	8,07	64,8
-	0,0404	27,4	44,7	8,11	65,3
-	0,0402	27,5	44,6	8,12	65,2
-	0,0402	27,6	44,6	8,13	65,3
941	0,0400	26,6	68,9	5,44	45,0
-	0,0402	26,6	69,0	5,45	45,2
-	0,0400	26,7	69,0	5,41	44,8
-	0,0402	26,6	69,0	5,41	44,8
937	0,0390	28,3	92,5	2,80	23,1
-	0,0388	28,3	92,5	2,79	23,0
-	0,0390	28,4	92,5	2,82	23,3
-	0,0390	28,4	92,5	2,83	23,4

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en solfangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,94 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0393	24,7	76,8	5,09	7,87
-	0,0394	24,7	76,8	5,09	7,89
-	0,0393	24,7	76,8	5,09	7,88
-	0,0393	24,8	76,8	5,09	7,89
45,0	0,0393	24,8	76,9	5,21	8,07
-	0,0394	24,8	76,9	5,20	8,07
-	0,0394	24,9	76,8	5,19	8,09
-	0,0394	24,9	76,9	5,19	8,07
22,5	0,0394	25,0	76,8	5,28	8,24
-	0,0393	25,0	76,8	5,29	8,23
-	0,0394	25,0	76,8	5,28	8,25
-	0,0393	25,0	76,8	5,29	8,24

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,94 m².

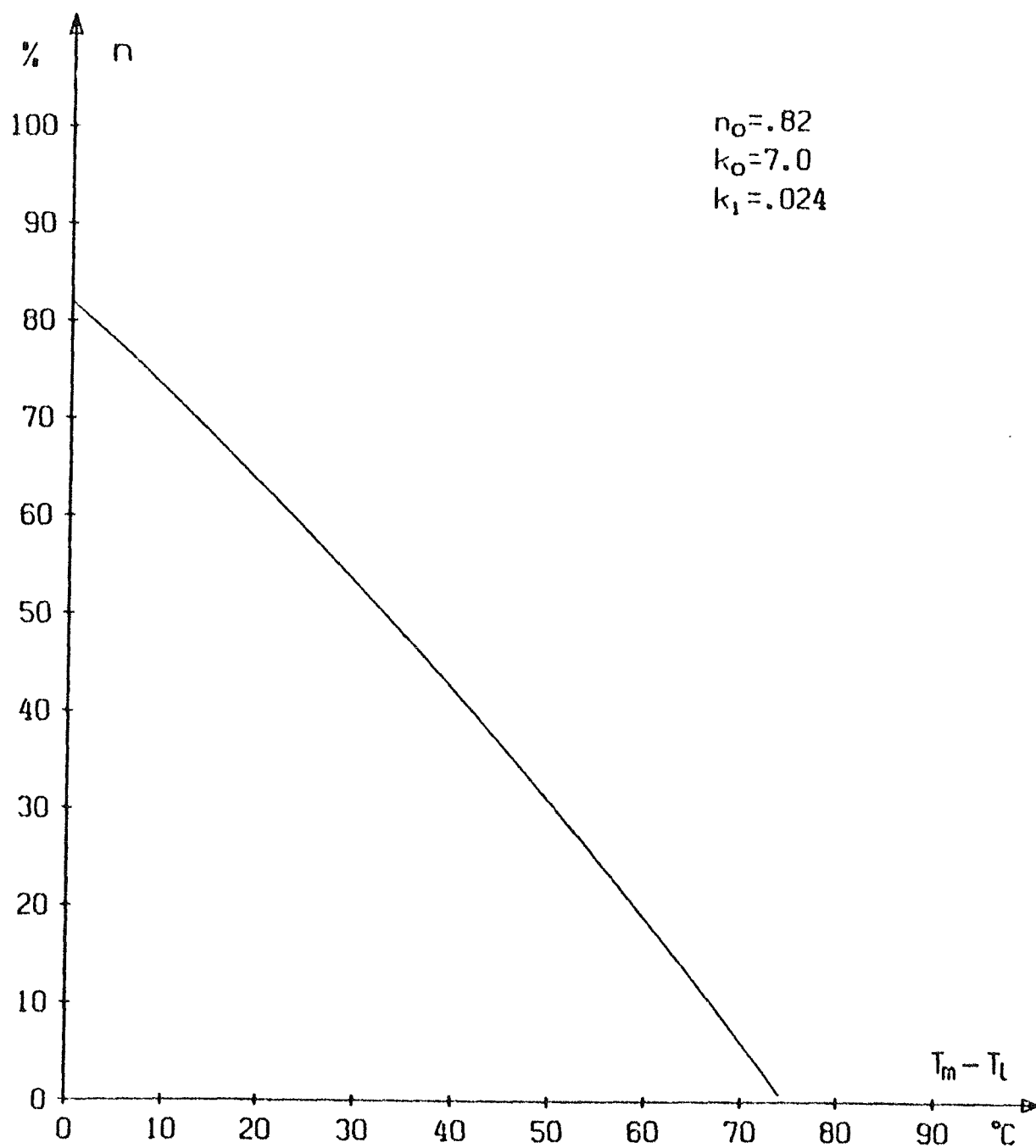


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Indfaldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst 5 m/s . Væske er 50% propylenglykol. Væskestrøm $0,040 \text{ kg/s}$. Benyttet areal $1,94 \text{ m}^2$.

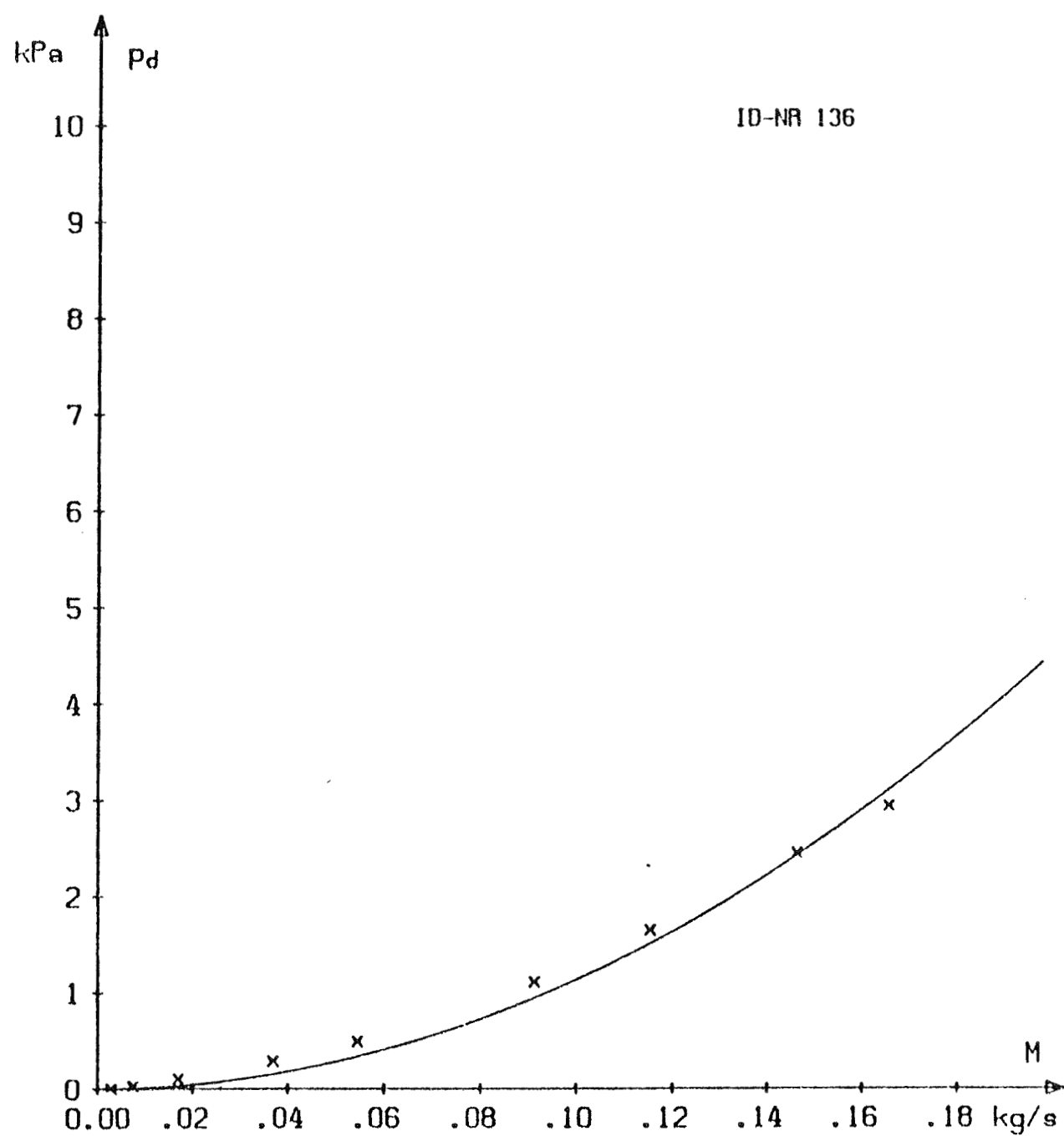


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Silver
Hirsemarken 3
3520 Farum
Telf: 02 95 47 27

Solfangerfabrikant.....: Electra, Israel
Solfangerens ID-nr*.....: 137

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,00 m
Bredde.....: 1,05 m
Højde (total).....: 0,09 m

Solfangerens vægt tom.....: 51 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 4,3 l

Anbefalet/anvendt væsketype...: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,038 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1200 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 600 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag..:	3 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	ca. 5 mm
Transparent areal.....:	1,86 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	ribbe - rør
Rørmateriale.....:	kobber
Rørsystem.....:	parallelle - langsgående
Antal rør.....:	9
Rørdimensioner(du/di).....:	15,8 mm/14 mm
Plademateriale.....:	aluminium
Ribbeafstand.....:	4 mm
Ribbebredde.....:	38 mm
Ribbetykkelse.....:	0,5 mm
Ribbe-rør forbindelsesteknik.....:	klemning
Absorberbelægning.....:	sort maling
Absorberens vægt (tom).....:	35 kg
Rørelementets vægt(kobber).....:	ca. 10 kg
Ribbernes vægt (aluminium).....:	ca. 25 kg

2.3 Isolering

Bagsidelisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	42 mm

Kantisolering

Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	35 mm

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse, der er bukket op af 0,8 mm galvaniseret og malet stålplade. Kassen er ikke samlet i hjørnerne. Glasset hviler på kassens øverste del og fastholdes af glaslister, der er skruet fast. Glasset er delt i to stykker og er forsynet med en u-formet gummliste, som er næsten gennemskåret i hjørnerne. Absorberen består af et ribberørselement og er fastholdt af fordelerrørene, der er ført ud gennem kassens lange sider. Rørgennemføringen er tætnet med en gummitylle. Isoleringen er præfabrikerede plader. Solfangeren er ikke forsynet med ventilationshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske til kassen.

Tilslutningen til solfangeren kan ske til de udragende fordelerrør, der er forsynet med udvendigt 1" gevind.

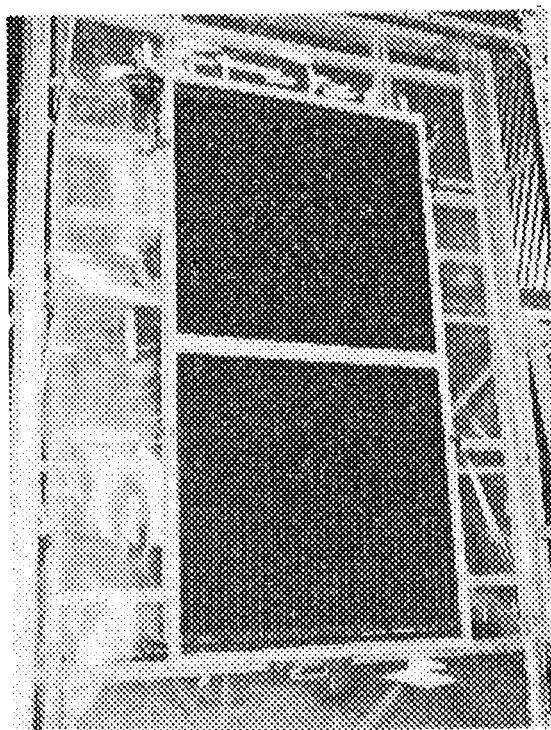


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

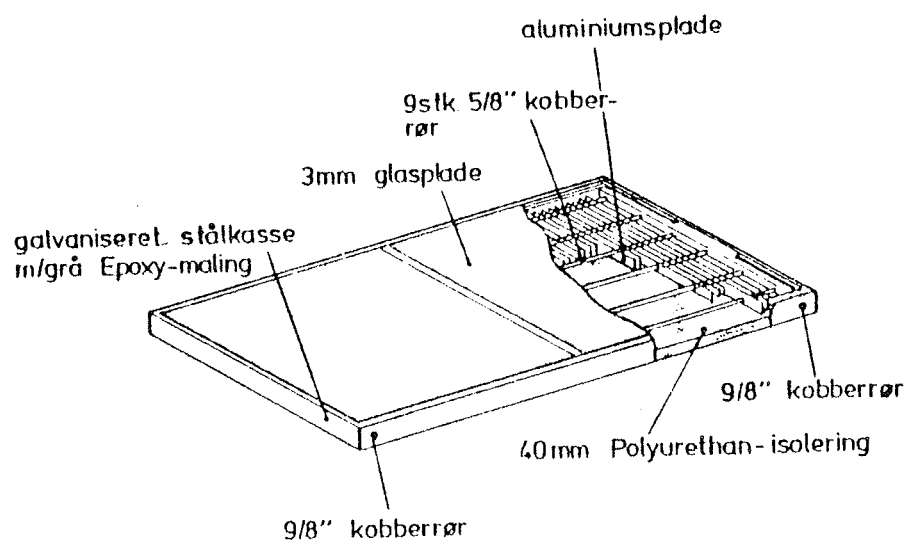


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 august 1980
Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A
Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,84 - 9,2 (T_m - T_l)/E - 0,015 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 9,3 - 0,004 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten.

$$\eta = 0,84 - 9,3 (T_m - T_l)/E - 0,015 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,86\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 50% vol. propylenglykol
- væskestrømningen er ca. $0,038\text{ kg/s}$

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ingen.

E	M	T _l	T _i	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
941	0,0379	23,9	21,5	10,43	81,8
-	0,0379	24,0	21,5	10,46	81,9
-	0,0379	24,1	21,5	10,47	82,1
-	0,0377	23,9	21,5	10,45	81,5
948	0,0378	26,3	46,7	7,51	59,6
-	0,0380	26,3	46,7	7,49	59,6
-	0,0380	26,3	46,7	7,51	59,6
-	0,0380	26,4	46,7	7,52	59,8
946	0,0368	27,0	70,1	4,70	37,1
-	0,0368	26,9	70,2	4,67	36,9
-	0,0370	26,9	70,2	4,66	36,9
-	0,0368	26,9	70,2	4,72	37,2
944	0,0372	27,5	93,5	1,49	12,1
-	0,0372	27,6	93,5	1,51	12,3
-	0,0372	27,6	93,4	1,52	12,4
-	0,0372	27,7	93,5	1,49	12,2

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,86 m²

s	M	T ₁	T ₁	T _d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0374	23,3	76,9	6,01	9,01
-	0,0374	23,3	76,9	6,01	8,99
-	0,0375	23,3	76,9	5,99	9,01
-	0,0374	23,3	76,9	5,99	8,97
45,0	0,0375	23,9	76,9	6,03	9,19
-	0,0375	23,9	76,8	6,00	9,14
-	0,0375	23,9	76,9	6,01	9,15
-	0,0374	23,8	76,9	6,01	9,11
22,5	0,0375	24,2	76,8	6,00	9,21
-	0,0374	24,2	76,8	6,00	9,18
-	0,0372	24,2	76,8	6,01	9,14
-	0,0375	24,1	76,8	6,00	9,17

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,86 m².

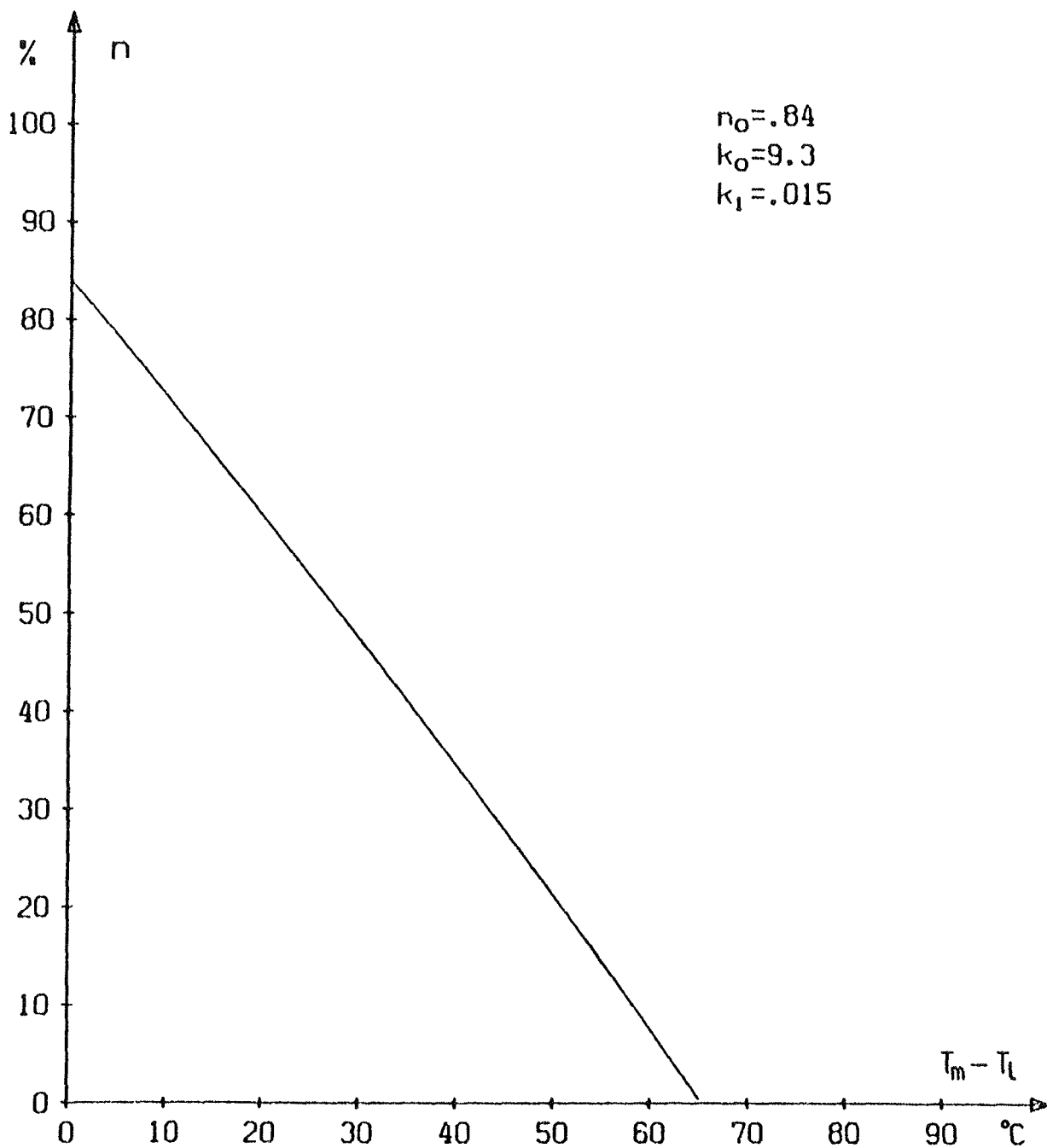


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væske 50% vol. propylenglykol. Væskestrøm $0,038 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $1,86 \text{ m}^2$.

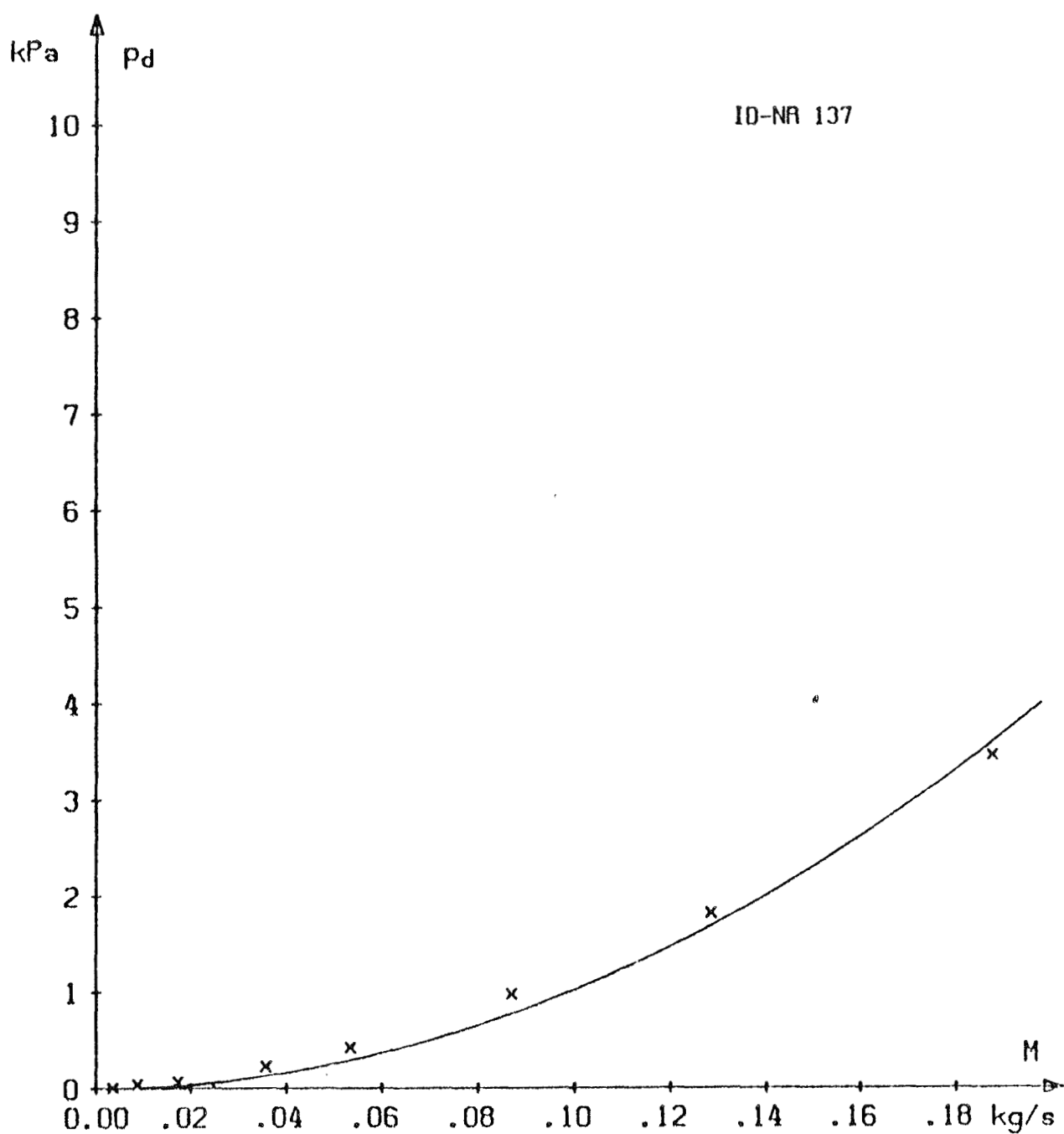


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

1. IDENTIFIKATION AF SOLFANGEREN

Solfangerforhandler (rekvirent): Batec
Lidemarksvej 20
4681 Herfølge
Telf: 03 67 50 50

Solfangerfabrikant.....: Miromit, Israel
Solfangerens betegnelse.....: 200 sel
Solfangerens ID-nr*.....: 138

2. BESKRIVELSE AF SOLFANGEREN

Et foto og en skitse af solfangeren er vist på fig. 2.1 og fig. 2.2.

Solfangerens ydre dimensioner

Længde.....: 2,03 m
Bredde.....: 1,08 m
Højde (total).....: 0,11 m

Solfangerens vægt tom.....: 91 kg

Solfangerens væskeindhold.....: 4,2 l

Anvendt væsketype.....: propylenglykol

Anvendt koncentration.....: 50% vol.

Anbefalet/anvendt væskestrøm...: 0,038 kg/s

Højst tilladelige tryk.....: 1000 kPa

Anbefalet højeste driftstryk...: 300 kPa

*Dette nummer er påført af laboratoriet for at lette identifikationen af solfangerne.

2.1 Transparente lag

Antal lag.....:	1
Materiale.....:	glas
Tykkelse af transparent lag...:	4 mm
Tykkelse af luftlaget.....:	20 - 40 mm
Transparent areal.....:	1,90 m ²

2.2 Absorber

Type.....:	plade - rør
Rørmateriale.....:	stål galvaniseret
Rørsystem.....:	parallelle - langsgående
Antal rør	8
Rørdimensioner.....:	1/2" og 1"
Plademateriale.....:	stål
Pladetykkelse(øverst/nederst)...:	1 mm /0,6mm
Plade-rør forbindelsesteknik....:	klemning
Absorberbelægning.....:	selektiv, kobberoxyd
Absorberens vægt (tom).....:	55 kg

2.3 Isolering

Bagsideisolering	
Materiale.....:	polyurethanskum
Tykkelse.....:	35 mm
Kantisolering	ingen ud over papstykke

2.4 Solfangerens opbygning

Solfangeren er bygget op i en kasse af 0,6 mm galvaniseret og malet stålplade. Siderne er samlet i hjørnerne og fastgjort til bunden med skruer. Siderne er foroven bukket ind, så de danner en flig, som glasset kan hvile på. Glasset fastholdes med fugemasse og glaslister af 0,6 mm galvaniseret og malet stålplade. Glaslisterne er fastgjort med skruer. Tætningen af glasset er udført med fugemasse mellem glas og sideprofil. Absorberen består af en rørrist, hvortil der ved klemning er fastgjort en profileret forside og en plan bagside opdelt i tre bånd. Pladerne er sammenholdt af 12 punktsvejsninger ved hvert rør. Absorberen er fastgjort til kassens lange sider. Rørgennemføringerne er tætnet med rørmanchetter af samme materiale som kassen. Der er ca. 5 mm hulrum mellem absorberen og isoleringen, der er forsynet med en aluminiumsfolie. Solfangeren er ikke forsynet med ventilationshuller.

2.5 Solfangerens montering og tilslutning.

Solfangeren er kun beregnet til montering uden på taget. Fastgørelsen kan ske med beslag til kassen. Tilslutningerne kan ske til de 4 udragende rør med udvendigt 1" gevind.

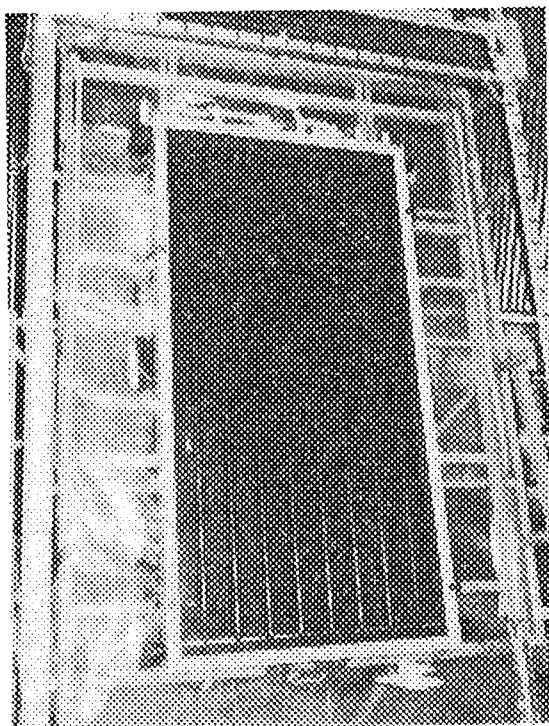


Fig. 2.1 Foto af solfangeren

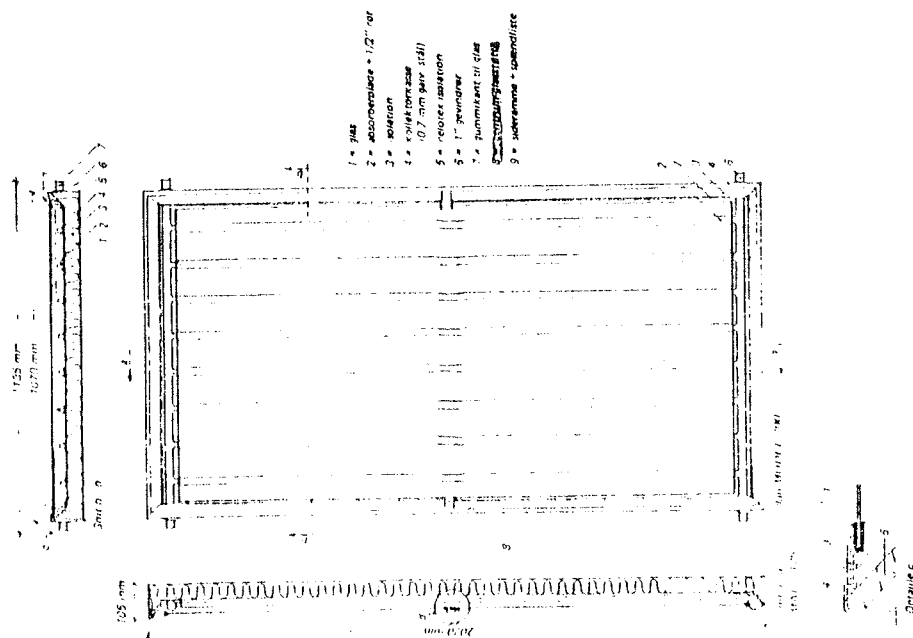


Fig. 2.2 Skitse af solfangeren

3. PRØVEMETODE OG PRØVESTAND.

Prøvningen er udført af.....: Danmarks Tekniske Højskole
Laboratoriet for Varmeisolering
Bygning 118
2800 Lyngby
Telf.: 02 88 35 11

Prøvningen er udført 1 august 1980

Prøvningsmetoden er omtalt i appendiks A

Prøvestanden er beskrevet i appendiks B.

4. RESULTATER.

4.1 Generel omtale af resultaterne.

Effektiviteten baseret på det transparente areal ved forskellige væsketemperaturer er angivet i tabel 4.1. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for effektiviteten ved en solfangerhældning på $67,5^\circ$ fra vandret.

$$\eta = 0,64 - 4,6 (T_m - T_l)/E - 0,016 (T_m - T_l)^2/E$$

Varmetabskoefficienten ved forskellige hældninger er angivet i tabel 4.2. Resultaterne kan sammensættes til følgende udtryk for varmetabskoefficientens variation med hældningen.

$$k_s = 5,6 - 0,006 s$$

Ved at benytte korrektionen for hældningen fås følgende udtryk for effektiviteten

$$\eta = 0,64 - 4,8 (T_m - T_l)/E - 0,017 (T_m - T_l)^2/E$$

De samlede forudsætninger for dette udtryk er følgende:

- effektiviteten er baseret på transparent areal ($1,90\text{m}^2$)
- solfangerens hældning er 45°
- solindfaldet består udelukkende af direkte stråling
- indfaldsvinklen er mindre end 30°
- vindhastigheden langs det transparente lag er mindst 5 m/s
- væsken er 50% propylenglykol
- væskestrømningen er ca. $0,038\text{ kg/s}$

Effektivitetskurven svarende til ovenstående udtryk er optegnet for en strålingsintensitet på 800 W/m^2 på fig. 4.1

Tryktabet over solfangeren blev bestemt for den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsmålingen. Resultatet er angivet som en kurve på fig. 4.2.

4.2 Øvrige bemærkninger til resultaterne.

Ved demonteringen af solfangeren efter prøvningen forskubbete glasset sig, således at det i den ene lange side gled ud over kanten af den flig, det hviler på. Tilsyneladende er glasset for lille eller ikke fastgjort tilstrækkeligt godt.

E	M	T _l	T _l	T _d	n
W/m ²	kg/s	°C	°C	°C	%
939	0,0405	26,6	21,5	7,92	64,9
-	0,0405	26,7	21,5	7,90	64,7
-	0,0405	26,7	21,5	7,92	64,9
-	0,0403	26,7	21,4	7,90	64,6
934	0,0400	26,1	46,2	6,28	52,3
-	0,0400	26,1	46,2	6,26	52,2
-	0,0398	26,1	46,3	6,24	51,8
-	0,0400	26,2	46,3	6,22	51,8
937	0,0391	27,2	70,7	4,56	37,8
-	0,0389	27,3	70,7	4,55	37,6
-	0,0391	27,4	70,7	4,54	37,7
-	0,0389	27,4	70,7	4,55	37,6
936	0,0391	27,9	93,5	2,75	23,3
-	0,0391	27,8	93,5	2,77	23,4
-	0,0391	27,9	93,5	2,75	23,3
-	0,0393	28,0	93,5	2,75	23,4

Tabel 4.1 Resultater af effektivitetsmålingen ved en sol-fangerhældning på 67,5° fra vandret - og mindste vindhastighed langs det transparente lag på 5 m/s. Det benyttede areal er 1,90 m²

s	M	T_l	T_1	T_d	k
grader	kg/s	°C	°C	°C	W/m ² °C
67,5	0,0383	23,2	77,0	3,52	5,16
-	0,0383	23,2	77,0	3,52	5,16
-	0,0383	23,2	77,0	3,52	5,16
-	0,0383	23,2	77,0	3,52	5,16
45,0	0,0383	23,4	77,0	3,64	5,35
-	0,0384	23,5	77,0	3,63	5,37
-	0,0383	23,4	77,0	3,63	5,35
-	0,0383	23,5	77,0	3,62	5,33
22,5	0,0383	23,5	77,0	3,68	5,44
-	0,0383	23,5	77,0	3,69	5,45
-	0,0381	23,6	77,0	3,69	5,44
-	0,0383	23,6	77,0	3,69	5,44

Tabel 4.2 Resultater af varmetabsmålingen ved en mindste
 lufthastighed langs det transparente lag på 5 m/s.
 Det benyttede areal er 1,90 m².

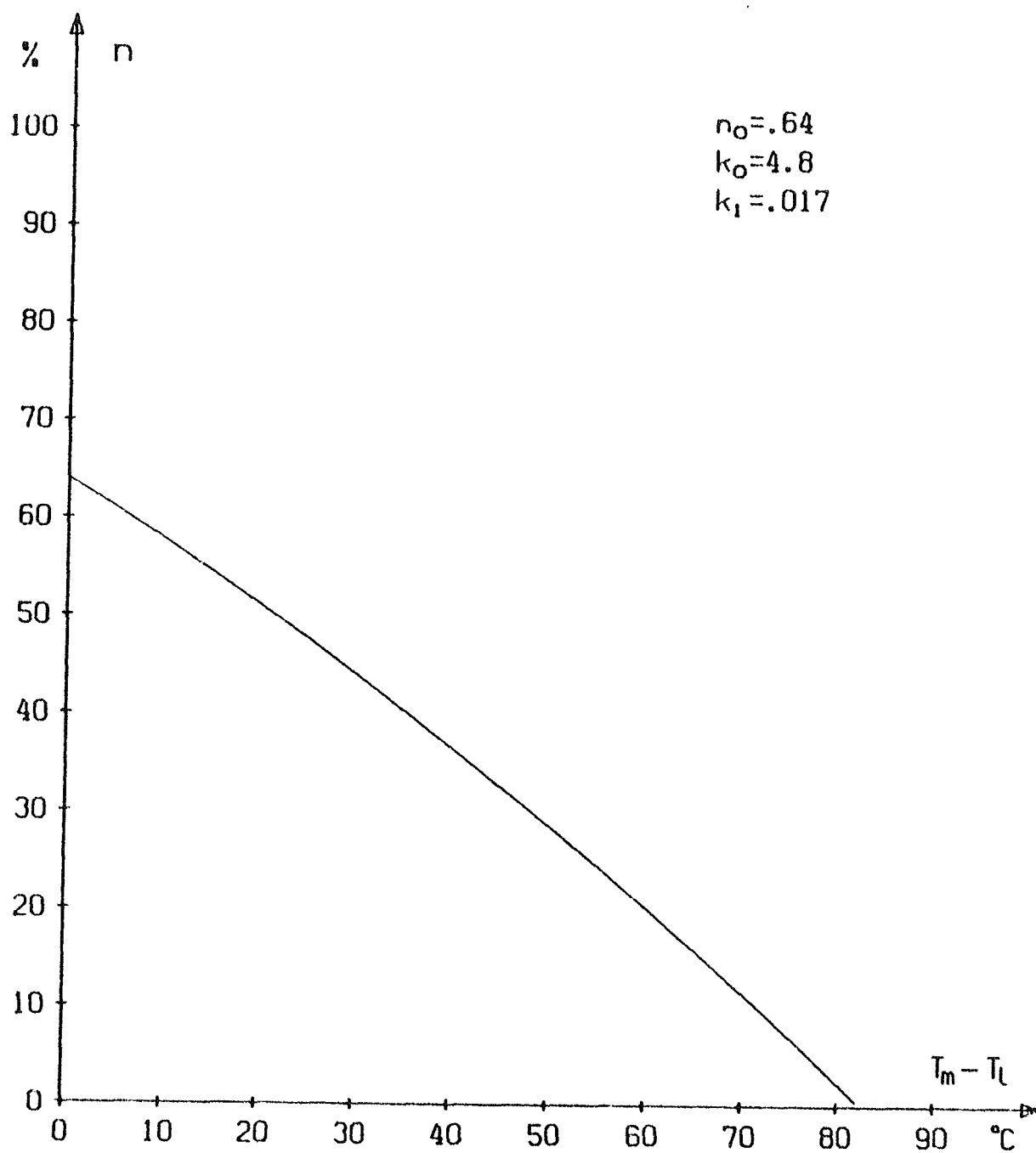


Fig. 4.1 Effektiviteten ved følgende forhold:

Hældning 45° . Intensitet 800 W/m^2 . Ind-

faldsvinkel mindre end 30° . Lufthastighed mindst

5 m/s. Væske 50% propylenglykol. Væskestrøm $0,038 \text{ kg/s}$.

Benyttet areal $1,90 \text{ m}^2$.

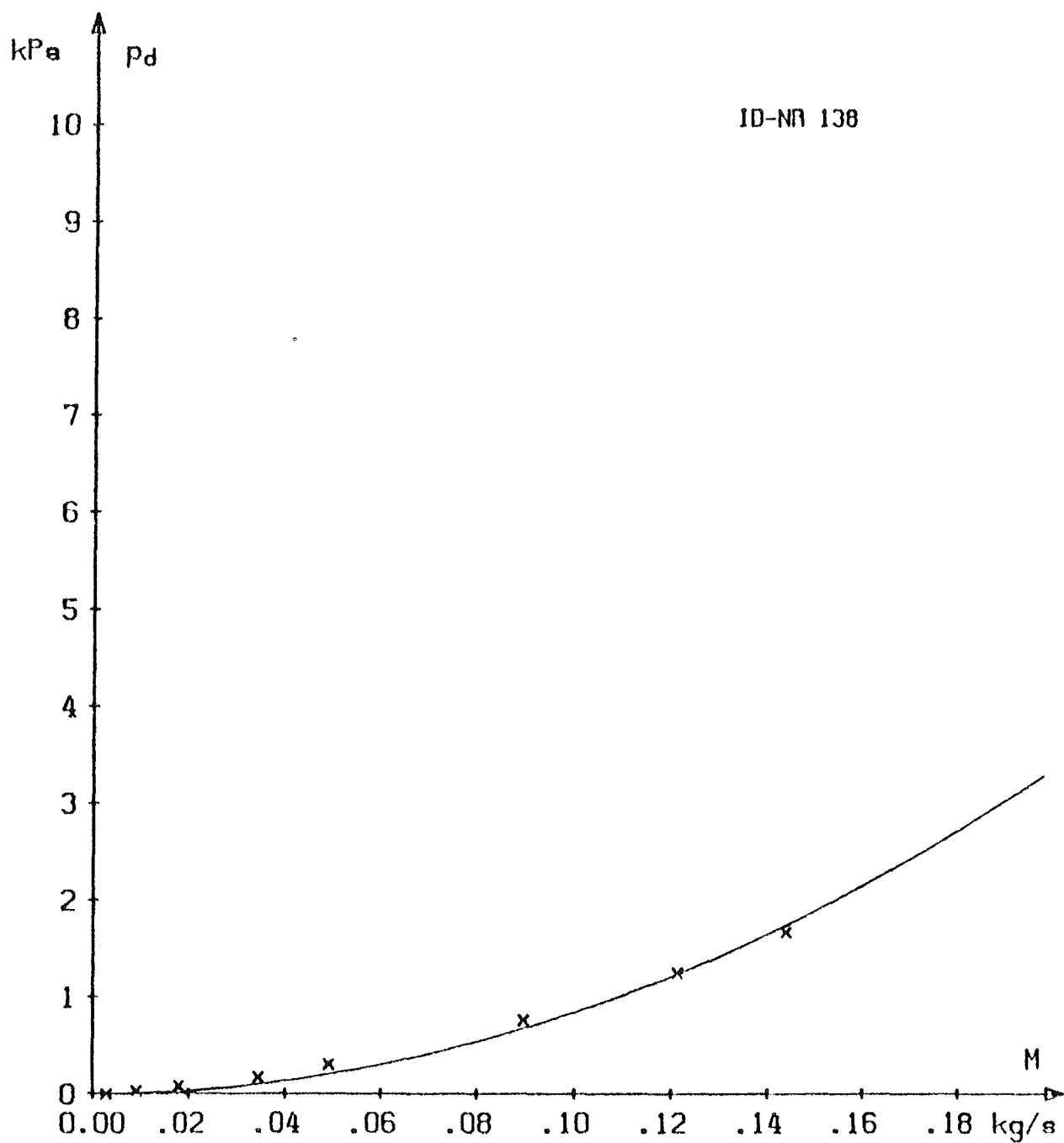


Fig. 4.2 Tryktab over solfangeren ved varierende gennemstrømning af 50% propylenglykol ved en temperatur på ca. 25°C.

APPENDIKS A

PRØVEMETODEN

1. Generelt

Den anvendte prøvemethode er detaljeret beskrevet i (1) og skal derfor kun omtales kort. Prøvemethoden er baseret på en amerikansk og en tysk prøvemethode (2,3). Den er udarbejdet af Statens Provningsanstalt i Sverige og Danmarks Tekniske Højskole i fællesskab under hensyntagen til, at den skal kunne benyttes både til kombineret udendørs/indendørs prøvning og til prøvning ved hjælp af solsimulator. Da den aktuelle prøvning er udført med en solsimulator, omfatter beskrivelsen af prøvemethoden kun de dele, der vedrører solsimulatorprøvning.

2. Teoretisk grundlag

En solfangers effektivitet er forholdet mellem den indvundne effekt og solindfaldet på solfangeren. Den indvundne effekt er den optagne effekt minus varmetabet, der skyldes, at solfangeren er varmere end den omgivende luft. Varmetabet vil med god tilnærmelse vokse lineært med temperaturen af væsken i solfangeren. Heraf fås følgende udtryk for effektiviteten (se symbollisten side 1).

$$n = n_0 - k_0(T_m - T_l)/E - k_1(T_m - T_l)^2/E$$

Effektiviteten bestemmes ved fire temperaturniveauer af væsken jævnt fordelt mellem lufttemperaturen og knapt 100°C. Da man benytter en solsimulator med stort set konstant solintensitet, behøver man ikke at omregne de målte effektiviteter til en konstant solintensitet. På grundlag af de sammenhørende værdier for n , $(T_m - T_l)/E$ og $(T_m - T_l)^2/E$ findes ved de mindste kvadraters metode direkte værdierne for n_0 , k_0 og k_1 .

Af praktiske årsager udføres målingerne ved en hældning på ca. 67,5° fra vandret, men af hensyn til sammenligneligheden med andre prøvninger, der normalt udføres ved en hældning på 45°, korrigeres der herfor. Varmetabet ved forskellige hældninger bestemmes og tilnærmes et lineært udtryk i s. Af dette bestemmes

korrektionsfaktoren som forholdet mellem varmetabet ved ca. 45° og ca. $67,5^{\circ}$. I udtrykket for effektiviteten ganges k_0 og k_1 med den fundne korrektionsfaktor.

3. Prøveforholdene

Strålingen

Spektralfordelingen for strålingen fra de benyttede lamper i solsimulatoren svarer stort set til den normale naturlige solstrålings spektralfordeling.

Intensiteten svarer til solintensiteten på en flade med næsten vinkelret solindfald på en klar dag.

Andelen af diffus stråling er praktisk talt nul, idet hele den indfaldende stråling ligger inden for en indfaldsvinkel på 30° og hovedparten endda ved næsten vinkelret indfald.

Temperaturen af omgivelserne

Lufttemperaturen er normalt ca. 25°C , idet driften af solsimulatoren medfører en stigning af hallens lufttemperatur.

Overfladerne, som solfangerens forside udveksler varmestråling med, er for hovedpartens vedkommende bygningsflader med en temperatur på ca. $20 - 25^{\circ}\text{C}$. Hertil kommer frontglassene på lamperne, som er ca. $100 - 150^{\circ}\text{C}$, men de udgør en meget lille del af de samlede omgivende flader. De omgivende flader vil således i middel med hensyn til varmestråling have en temperatur, der er meget tæt på lufttemperaturen.

Luft hastigheden

Ved hjælp af en blæser skabes der en luftstrøm op langs solfangerens glas og sider. Luft hastigheden langs glasset er mindst 5 m/s målt i ca. 3 cm's afstand.

Ved solfangerens bagside er der kun den luftstrømning, der dannes ved fri konvektion.

Væsken og væskestrømmen

Den af fabrikanten eller forhandleren anbefalede væske anvendes ved prøvningen. Vægtfylde og varmfylde for væsken kontrolleres at være i overensstemmelse med de anvendte data.

Der anvendes normalt en væskestrøm igennem solfangeren på ca. $0,02 \text{ kg/sm}^2$ medmindre en betydelig afvigende væskestrøm anbefales.

Under prøvningen holdes trykket på 150 - 200 kPa (0,5 - 1,0 ato) medmindre det anbefalede maksimale driftstryk er lavere.

Solfangerens montering

Solfangeren er under prøvningen monteret på et åbent system af tværgående lægter. Eventuelt tilhørende inddækningssystem monteres ikke ud over det, der i visse tilfælde er absolut nødvendigt, for at solfangeren kan virke efter hensigten. Prøvningen svarer således til, at solfangeren er anbragt uden på tagfladen dog med en minimal vindpåvirkning på dens bagside.

4. Prøvningens forløb

Stagnationsprøvningen

Før effektivitetsprøvningen gennemgår solfangeren en stagnationsprøvning, hvor den uden væske og vindpåvirkning udsættes for strålingen fra simulatoren i ca. 6 timer. Herved kommer solfangeren op på et temperaturniveau, som er en del højere end den normale maksimale driftstemperatur, men som svarer til de temperaturer, den under uheldige eller unormale driftsforhold vil komme op på. Under og efter prøvningen undersøges det, om dele af solfangeren er gået i stykker. Kun hvis solfangeren har klaret stagnationsprøven uden alvorlige skader, går den videre til effektivitetsprøvningen. De mindre ændringer, der kan tænkes at ske ved stagnationsprøven, er medvirkende til at gøre effektivitetsprøvningen mere realistisk.

Effektivitetsprøvningen

Effektiviteten bestemmes ved 4 eller 5 væsketemperaturniveauer ligeligt fordelt mellem rumtemperatur og 100°C . Efter hvert temperaturskift får solfangeren ca. én time til stabilisering så varmekapacitetens indflydelse på effektiviteten forsvinder.

Effektiviteten ved hver temperatur bestemmes ud fra fire datapunkter, som hver er middelværdierne over en fem minutter lang periode.

Under temperaturskiftet og stabiliseringen bestemmes middelintensiteten over solfangeren, idet intensiteten i et $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ netværk måles ved automatisk at flytte pyranometret. Den herved bestemte middelintensitet korrigeres for afstanden fra pyranometret ned til glasset på solfangeren, idet korrektionens størrelse er bestemt for den aktuelle solfanger ved prøvningens start ved måling i to afstande.

Varmetabet bestemmes ved en væsketemperatur på ca. 75°C ved hældninger på ca. $67,5^{\circ}$, ca. 45° og ca. $22,5^{\circ}$ fra vandret. På grundlag heraf kan korrektionen for hældningen bestemmes.

Tryktabsprøvningen

Denne udføres med den samme væske, som blev benyttet ved effektivitetsprøvningen. Prøvningen udføres ved en væsketemperatur på 25°C . Prøvningen indledes med at lede en stor væskestrøm gennem både solfanger og manometerslanger, så luftbobler forsvinder.

5. Præsentationen af resultaterne

De oprindelige måledata vedrørende effektiviteten og varmetabet angives i tabelform. Disse data sammenfattes i udtryk, som også angives. Efter korrektion for hældning angives effektiviteten både som et udtryk og som en kurve. Ved fastlæggelsen af kurven anvendes der en solintensitet på 800 W/m^2 , idet denne er realistisk for en stor del af driftsperioden.

Tryktabet angives kun som en kurve, der er tilnærmet de målte tryktab ved forskellige væskestrømme.

- (1) Forslag til svensk standard, SS 1782.
- (2) ASHRAE 93-77. Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectore, 1978.
- (3) BSE, Guidelines and Directions for Determining the Usability of Solar Collectors, May 1978.

Appendiks B

PRØVESTANDEN

1. Solsimulatoren

Denne består af 36 kvikslølvhalogen lamper af fabrikat THORN med betegnelsen CSI 1000. Ved normal driftsspænding optager lamperne en effekt på 1000 W. Lamperne har indbygget reflektor, som bevirker, at strålingen fra en lampe kan rettes mod et ret lille areal.

Lamperne er anbragt i et stativ, så de lyser skråt (ca. 22.5° med vandret) ned mod prøvebordet. Vinklen er valgt som et kompromis mellem at afprøve solfangeren i en skrå stilling og få en så stor afstand mellem lamper og prøvebord som muligt. Det henvises iøvrigt til skitserne og billederne af solsimulatoropstillingen på figurerne B.1 - B.4. Lamperne er individuelt indstillet efter en sigtepunktsplan, som er beregnet under hensyn til at få en passende høj og jævn intensitet samt mindst mulig varmestraling fra lampernes frontglas.

2. Prøvebordet

Prøvebordet består af en ramme, der kan vippe fra næsten lodret til vandret. Rammen er forsynet med tværgående lægter for montering af solfangeren. Nederst på rammen er der monteret en tværstrømsblåser, som kan skabe en jævn luftstrøm op langs solfangeren. Blåseren kan indstilles i højden, og dens omdrejningshastighed kan reguleres. På rammen er traverseringsmekanismen for pyranometret også anbragt. Det største prøvefelt, der kan opmåles, er ca. 1,4 m i bredden og ca. 2,5 m i længden.

Prøvebordet er også forsynet med et væskesystem, der kan forsyne solfangeren med væske. Væskesystemet er et lukket system, der fyldes ved hjælp af en pumpe til det ønskede tryk. Ved hjælp af en el-varmepatron og en varmeveksler med tilsluttet kølevand kan varme- og kølebehovet dækkes ved varmetabsmålinger og effektivitetsmålinger. Ved hjælp af termo-

stater holdes der en konstant indløbstemperatur. Ligeledes kan væskestrømmen holdes konstant på den indstillede værdi. Systemet kan ved udskiftning af flowmåleren både køre med vand, vand-glykol blandinger og olie.

3. Måleudstyret

Solintensiteten måles med et pyranometer af fabrikat Eppley med typebetegnelsen PSP. Nøjagtigheden af instrumentet er angivet til 1%.

Væskestrømmen måles med en ringstempelmåler af fabrikat Aqua Metro med typebetegnelsen VZTH20 for vandige væsker og VZMO20 for olie. Nøjagtigheden af målerne er angivet til 1% af aktuel strømning over 1 l/min.

Temperaturerne måles med termoelementer af kobber-konstantan af fabrikat Thermo Electric med typebetegnelsen TT. Termoelementerne forbindes direkte til referencekort i dataopsamlingsystemet. Nøjagtigheden af temperaturmålingen er angivet til ca. $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Temperaturstigningen eller -faldet over solfangeren måles med en termosøjle med 10 elementer af samme termoelementtråd, som anvendes til temperaturmålingen. Nøjagtigheden skønnes at være ca. $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Lufthastigheden måles med et varmetrårdsanemometer af fabrikat Alnor. Nøjagtigheden er ca. 1 m/s.

Målingen og registreringen sker ved hjælp af et automatisk dataopsamlingsystem af fabrikat Hewlett Packard med typebetegnelsen 3052A. Udstyret er forsynet med en regneenhed, som muliggør, at de målte data viderebehandles samtidig med målingen.

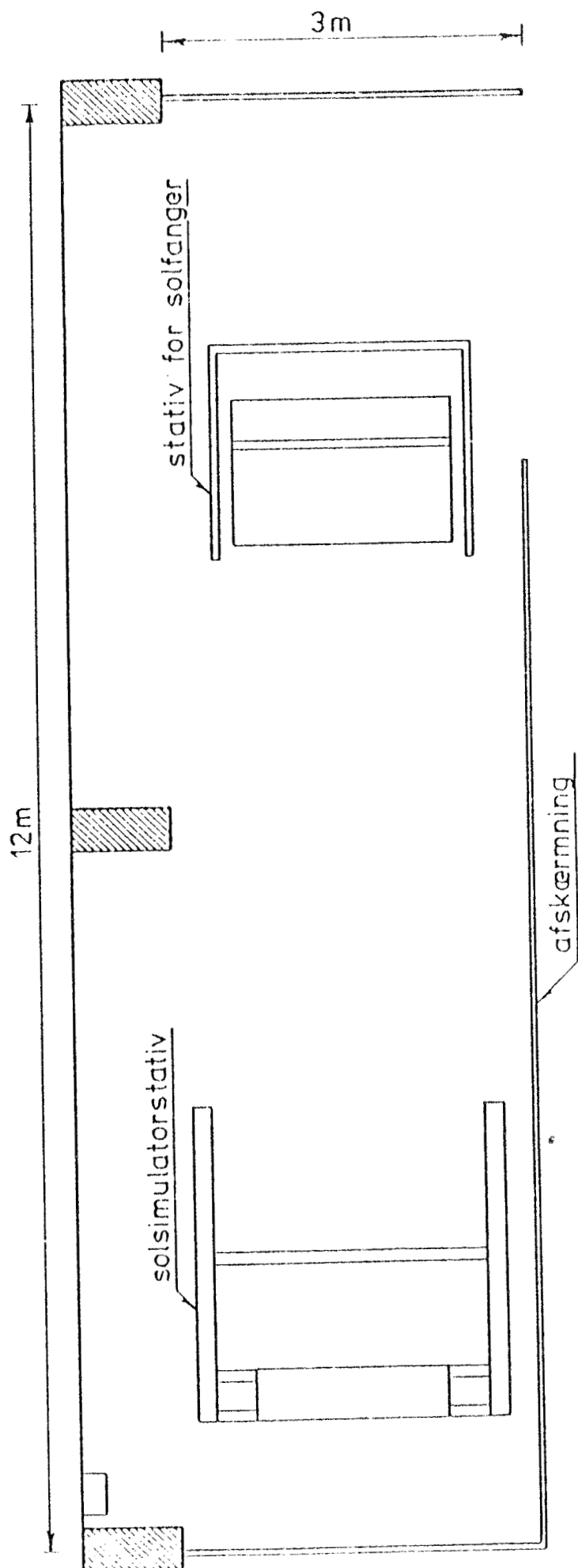


Fig. B.1 Solsimulator-opstilling, plan

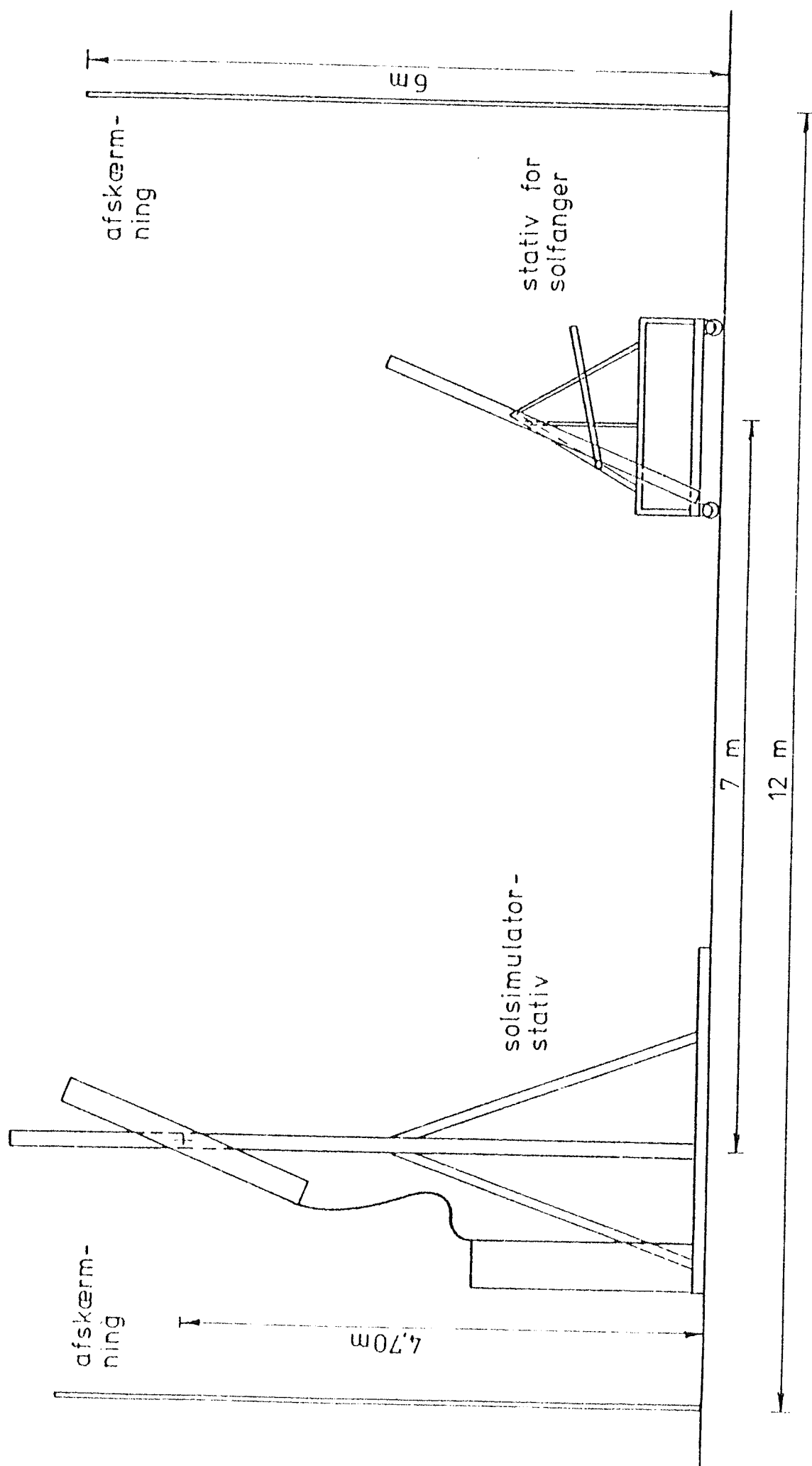


Fig. B.2 Forsøgsopstilling

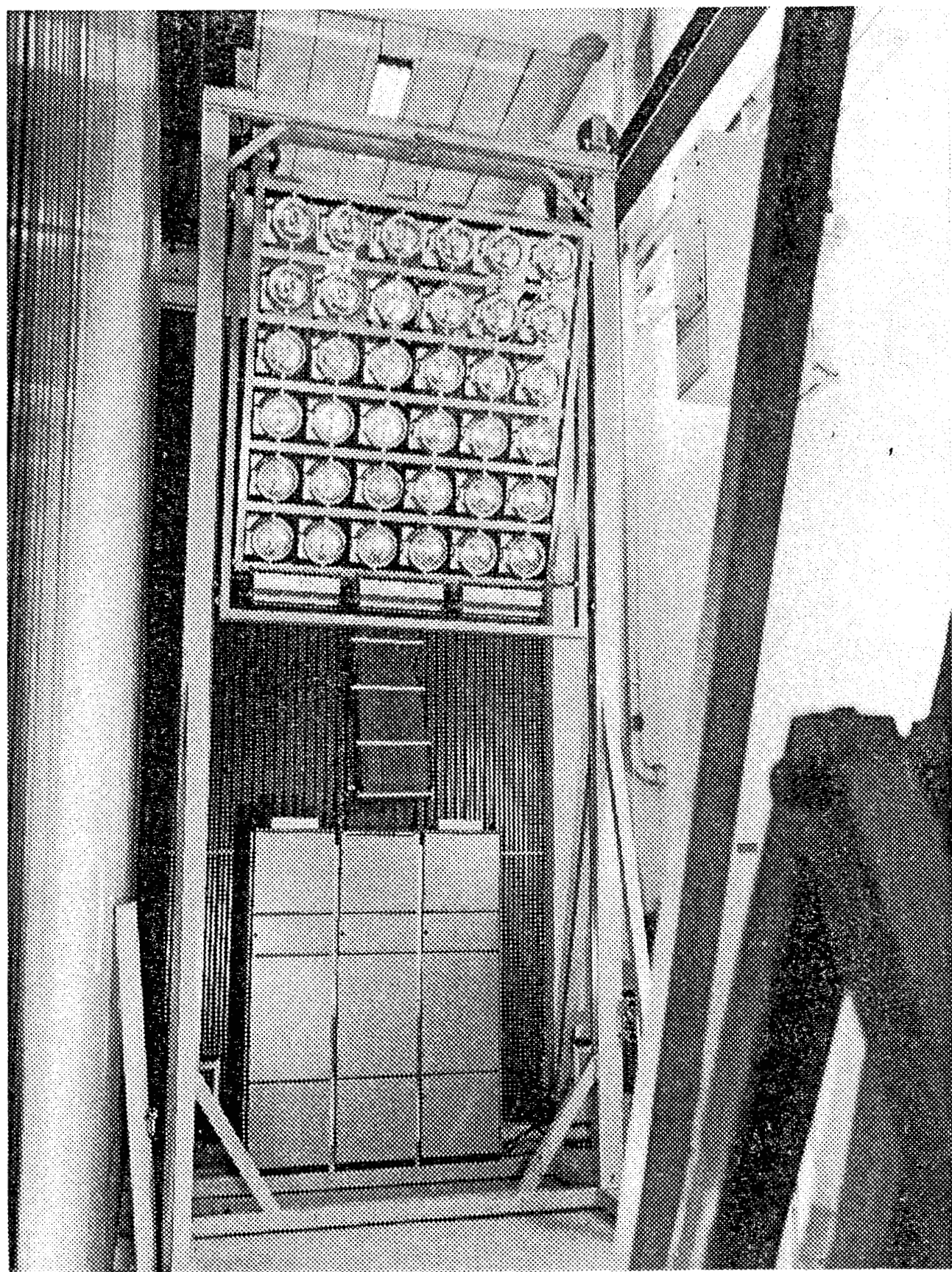


Fig. B.3 Solsimulatoren.

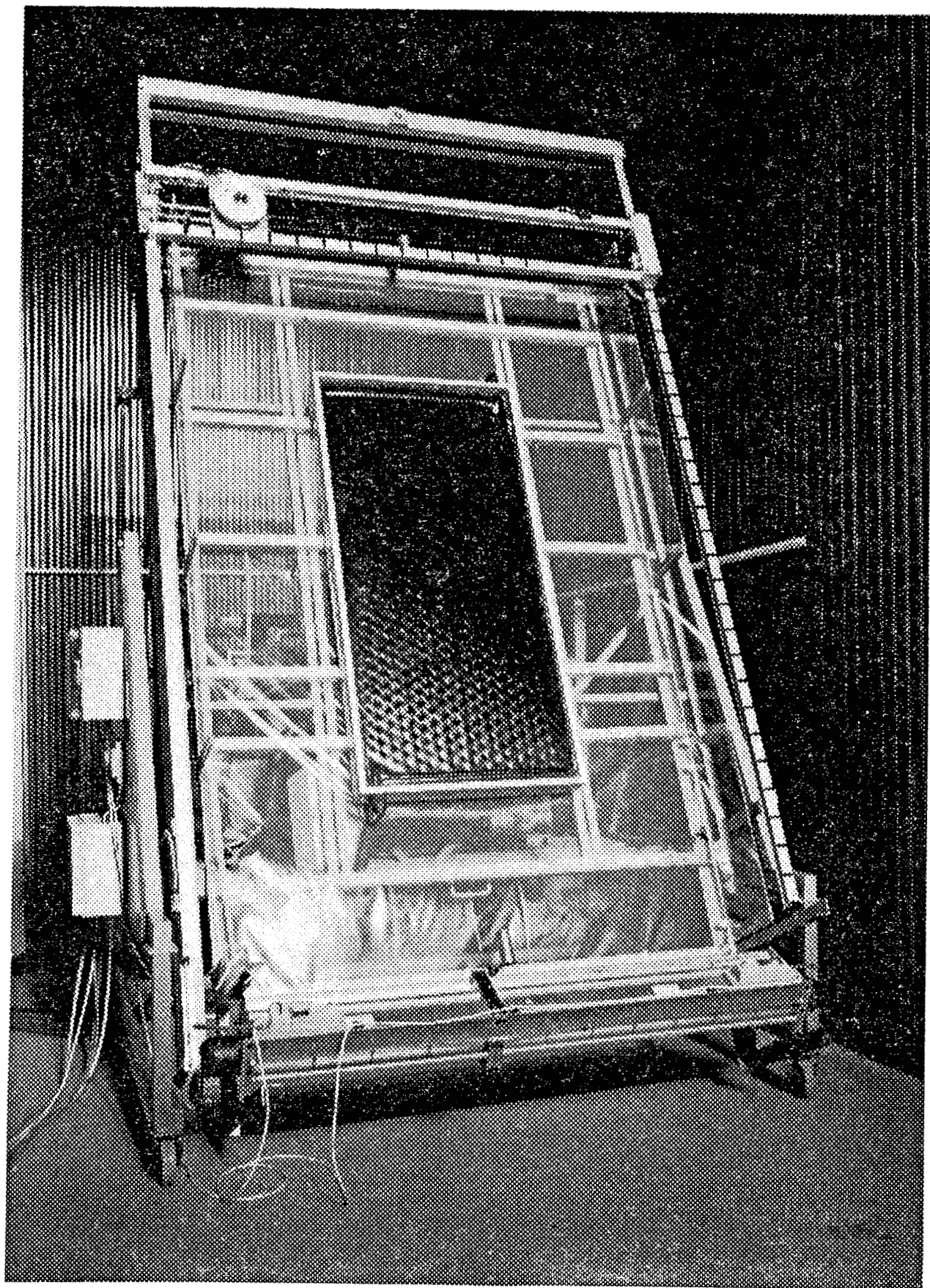


Fig. B.4 Solsimulatoren