fotokopi fotokopi

SOLVARMESYSTEM MED VARMEPUMPE

HENRIK LAWAETZ

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

OKTOBER 1978
MEDDELELSE NR. 78

ARTIKEL I VVS NR. 10 OKTOBER 1978

1. Indledning

Den største ydelse af et solvarmesystem fås ved at minimere varmetabene overalt i systemet. I et traditionelt udformet solvarmeanlæg vil man finde, at kun 15 - 30% af den på solfangeren indstrålede solenergi kan nyttiggøres, idet resten tabes eller har så ringe intensitet, at udnyttelse er umulig. Det væsentligste tab sker i solfangeren, og de kan her deles op i optiske og termiske tab.

For at nedsætte de optiske tab kan man reducere antallet af dæklag. Herved øges imidlertid de termiske tab, hvorfor et kompromis bliver nødvendigt.

En anden mulighed for at nedsætte de termiske tab er at sænke temperaturniveauet, således at der kun optræder små temperaturdifferencer mellem absorberpladen og omgivelserne. Rent praktisk kan det gøres ved at indbygge en varmepumpe i solvarmeanlægget, således at solfangerne i perioder har lave driftstemperaturer og derved næsten kun optiske tab.

2. Systemudformningen

En varmepumpe kan indbygges i et solvarmesystem på mange måder, men her er valgt en af de enkle, således at systemets virkemåde bliver let at gennemskue.

Princippet i systemet er skitseret på figur 1. Solfangeren leverer på traditionel vis varme til en vandfyldt akkumuleringstank. I mellem denne og varmeafgiversystemet er der indskudt en varmepumpe.

Varmesystemet er udformet som et lavtemperaturan-

læg, dvs. at man under alle omstændigheder kan dække varmebehovet ved en fremløbstemperatur på 45° C. For at sikre en nogenlunde konstant driftstilstand for varmepumpen er varmesystemet forsynet med en mindre buffertank, hvori varmtvandsbeholderen er placeret.

Når varmelagertanken er "tømt" for varme, hvilket regnes at ske når temperaturen kommer ned på 5° C, kan varmepumpen ikke arbejde, og tilskudsvarmen tilføres derfor direkte til buffertanken, fx via et el-varmelegeme.

Systemet vil få 3 forskellige driftstilstande afnængigt af akkumulatortanktemperaturen t_A:

a) $45 \leq t_A$: varmebehovet dækkes af akkumulatortanken (ren solvarme)

b) $5 \leq t_A < 45$: varmebehovet dækkes af akkumulatortanken via varmepumpen (solvarme + el til varmepumpen)

c) $t_A < 5$: Varmebehovet dækkes ved tilskudsvarme (ingen solvarme)

Hvilken driftsform, der er den hyppigste, afhænger af solfangerens størrelse i forhold til varmebehovet.

3. Beregningsforudsætninger

Det skitserede systems ydelser er ved hjælp af et udviklet edb-program simuleret igennem et år med de følgende forudsætninger vedr. komponenter, varmebehov og klimapåvirkninger.

3.1 Solfangeren

Solfangeren er beregnet med en typisk plan absorbator med en almindelig sort overflade og 1 dæklag af glas. Hældning lig med 45 grader.

3.2 Vandtankene

Akkumulator- og buffertank antages at være cirkulærcylindriske tanke med længde lig 2 gange diameter, overalt isoleret med 15 cm mineraluld og anbragt i et rum med en konstant lufttemperatur på 20° C.

3.3 Varmepumpen

Der er opbygget en simpel matematisk model af en lille vand-til-vand varmepumpe ud fra måleresultater opnået i praksis. Som funktion af forskellige indløbstemperaturer til fordamper- og kondensatorvarmevekslerne er modellens ydelser vist på figur 2. I praksis kan man ikke tillade, at fordampertemperaturen bliver alt for høj, så der er her sat den begrænsning, at indløbstemperaturen ikke må overstige 15° C. Indløbstemperaturen til kondensatoren er altid ca. 45° C, og derved fås det på figuren skitserede arbejdsområde.

3.4 Vejrdata og varmebehov

Ved edb-beregningen er benyttet det danske Referenceår's klimadata [1] til bestemmelse af solfangerens ydelse.

Varmebehovet består dels af rumopvarmning og dels af varmt brugsvand. Rumopvarmningsbehovet er med Referenceåret beregnet for 3 karakteristiske huse, og da varmtvandsforbruget er sat til 300 l/døgn opvarmet fra 10 til 45° C, hvilket

svarer til 4400 kWh/år, fås følgende varmebehov for husene:

Hus I : 28500 kWh/år
Hus II : 18800 kWh/år
Hus III : 11000 kWh/år

Hus I svarer til et typisk dansk enfamiliehus bygget i 1960'erne, mens hus II er isoleret, så det opfylder kravene i det nye Bygningsreglement, BR 77. Endelig vil hus III's varmebehov være typisk for et ekstremt dt isoleret hus, et såkaldt lavenergihus.

4. Beregningsresultater

På figur 3 er hele systemets årlige ydelse vist som funktion af solfangerareal og varmebehov, idet akkumulatortankens størrelse er sat til 100 l/m^2 solfang.

Samtidig er skitseret solfangernes ydelse og energitilførslen til varmepumpen. Det ses, at jo større et varmebehov, jo større ydelse giver systemet. Ved at sammenholde ydelserne med behovet fremgår det, at behovet selv med det største solfangerareal og mindste varmebehov ikke kan dækkes 100%. Det skyldes primært, at varmepumpen med de benyttede akkumuleringstanke ikke har varme nok til fordampersiden i de perioder, hvor solen ikke skinner.

Ved at gøre akkumuleringstanken større bedres dette forhold, men som vist på figur 4 skal tanken være meget stor, større end 100 m^3, for at hus II's varmebehov kan dækkes 100% med de valgte solfangerstørrelser.

4.1 Sammenligning med solvarmesystem uden varmepumpe

For at kunne vurdere hvor meget varmepumpen betyder for systemets ydelse, er der foretaget en sammenligning med de i [2] beregnede ydelser for et typisk, traditionelt solvarmesystem uden varmepumpe. Med de samme 3 varmebehov opnås de på figur 5 viste dækningsgrader som funktion af solfangerarealet, hvoraf det fremgår at varmepumpen incl. dens energiforbrug giver en betragtelig merydelse.

Beregnes alene solfangerens ydelse pr. arealenhed pr. år, og optegnes denne som funktion af varmebehovet pr. m^2 fås med tilnærmelse kurverne på figur 6.

Kaldes solfangerarealet i systemet med varmepumpe A_{VP}, kan det solfangerareal, A_t, et traditionelt anlæg skal have for at give samme ydelse, findes ud fra kurverne eller med tilnærmelse af ligningen:

$$A_t = A_{VP} \cdot \left(1{,}1 + 9 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{F}{A_{VP}}\right) \qquad (1)$$

hvor F er det årlig varmebehov i kWh.

4.2 Varmepumpens økonomi

Som figur 6 og ligning (1) viser, er det muligt for samme ydelse at nedsætte solfangerarealet væsentligt ved at benytte en varmepumpe. Om det også er en økonomisk fordel vil bl.a. afhænge af prisen på varmepumpen i forhold til solfangeren. Dette er illustreret på figur 7, hvor man med udgangspunkt i en given størrelse af solvarmesystemet med varmepumpe kan finde størrelsen af det system uden varmepumpe, der giver samme ydelse.

I afhængighed af solfangerprisen kan den fremkomne arealbesparelse omregnes til det beløb varmepumpen må koste, for at de to systemer også koster det samme og derved er lige gode. Da arealbesparelsen er lidt afhængig af varmebehovet, er figur 7 optegnet med varmebehov på 10.000 og 30.000 kWh/år, men som det fremgår, har selv denne store varation i varmebehov ringe indflydelse. Det er derfor rimeligt at benytte middelværdier, og eksempelvis findes for et anlæg på 40 m^2, at varmepumpen må koste 8.500, 17.500 eller 26.000 kr., når solfangerprisen er hhv. 500, 1000 og 1500 kr/m^2.

5. Konklusion

De gennemførte beregninger viser, at i solvarmesystemet med varmepumpe er ydelsen af solfangeren ca. 50% større end i det tilsvarende traditionelle anlæg.

Der synes derfor at være mulighed for at opnå en besparelse i anlægsomkostningerne ved at bruge en varmepumpe.

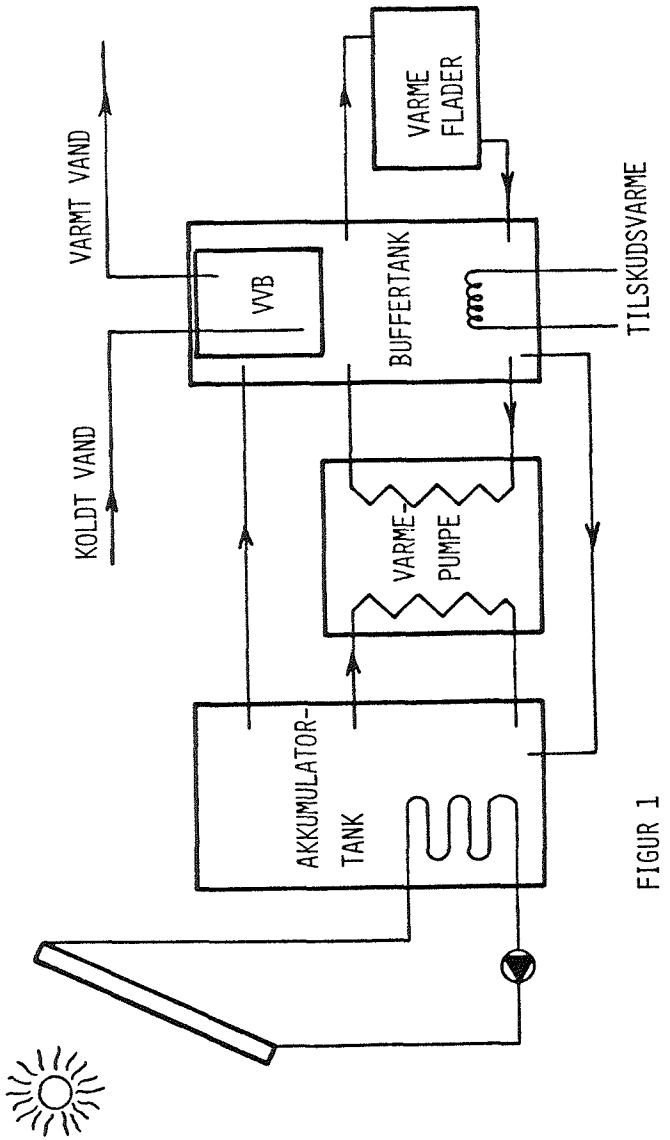
Man må dog ikke glemme, at en væsentlig forudsætning for at solvarmeanlæg kan siges at være økomiske er, at levetiden er lang og driftomkostningerne små. En varmepumpe komplicerer systemet yderligere og forøger dermed risikoen for højere drift- og vedligeholdelsesomkostninger.

5. Referencer

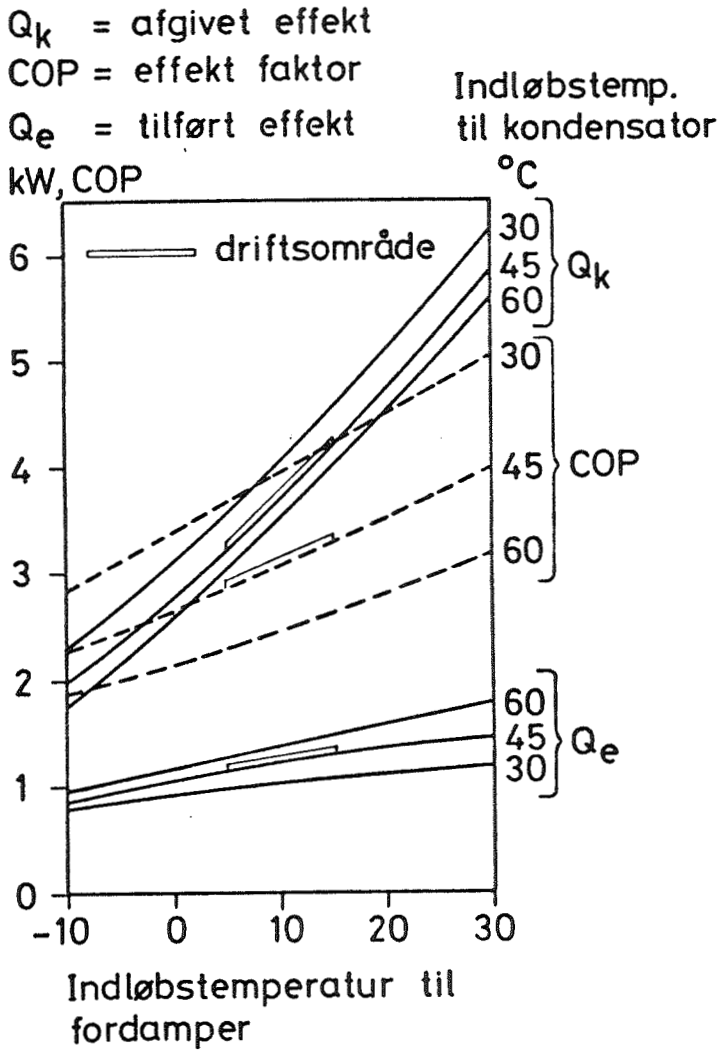
[1] Referenceåret. SBI rapport nr. 89, 1974.

[2] Jørgensen, L.S. & H. Lawaetz: Dimensionering af solvarmeanlæg. Laboratoriet for Varmeisolering. Medd. nr. 71, november 1977.

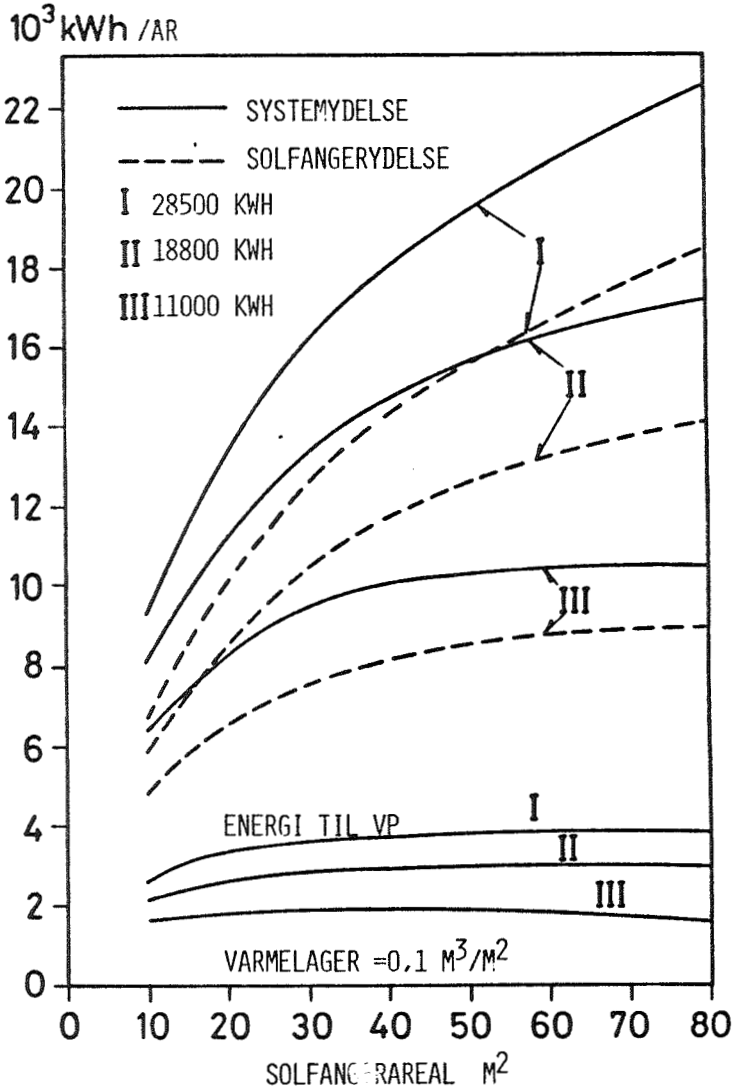
PRINCIPSKITSE AF SOLVARMESYSTEM MED VARMEPUMPE



FIGUR 1

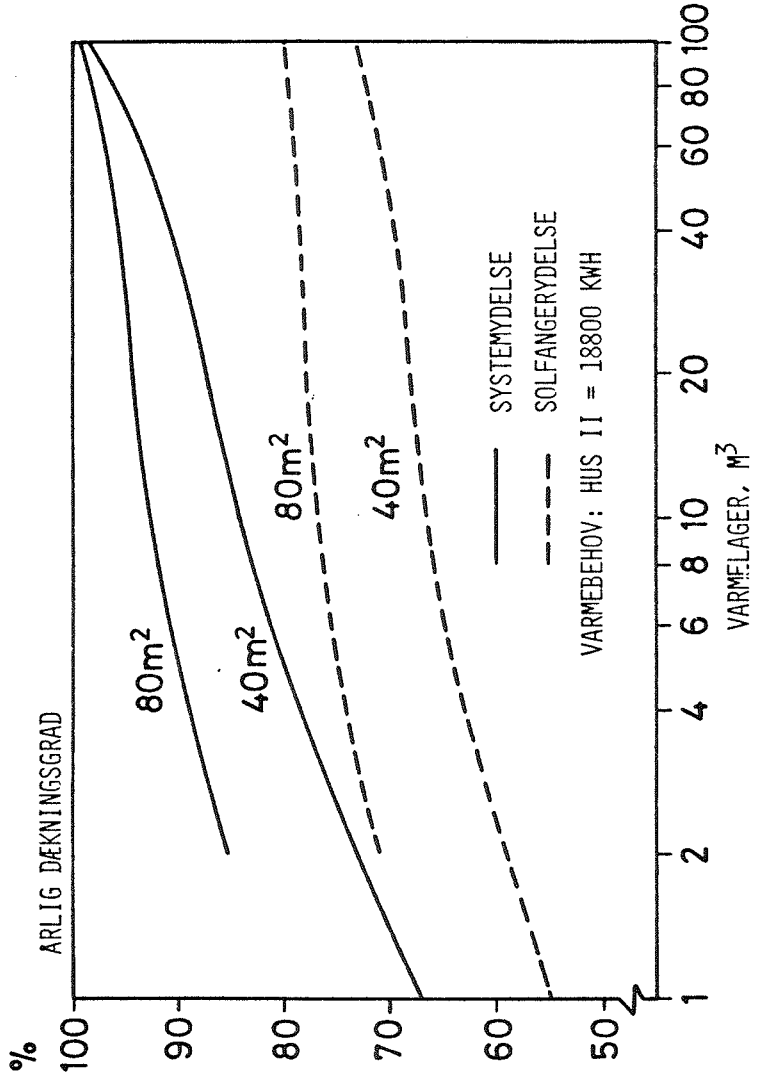


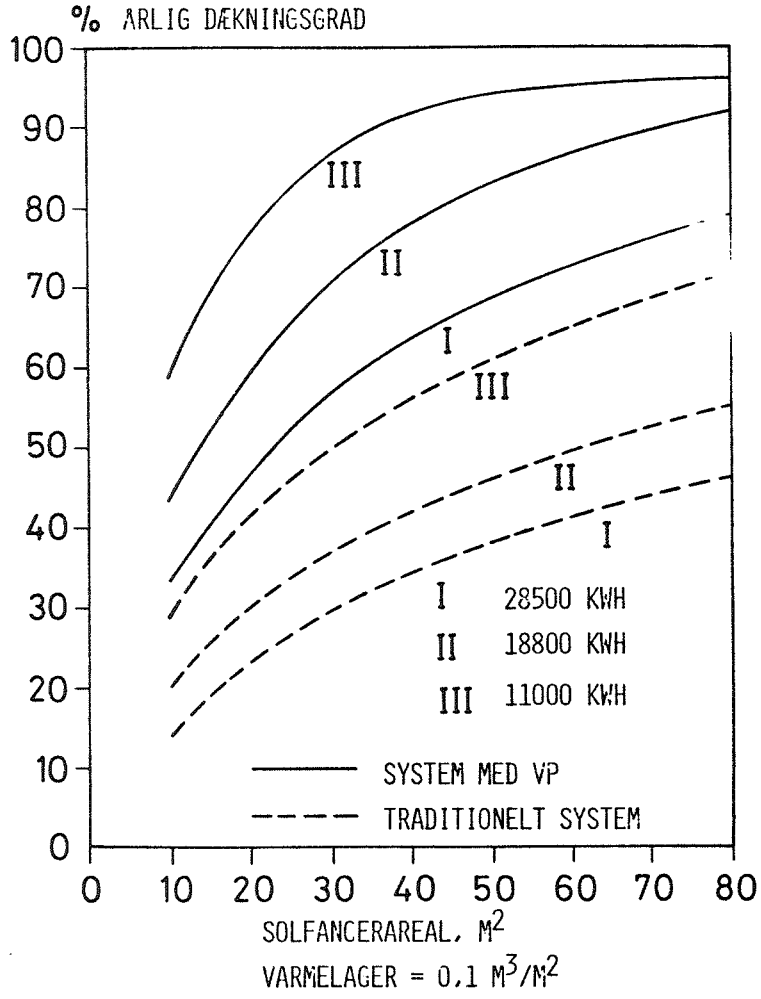
Figur 2.



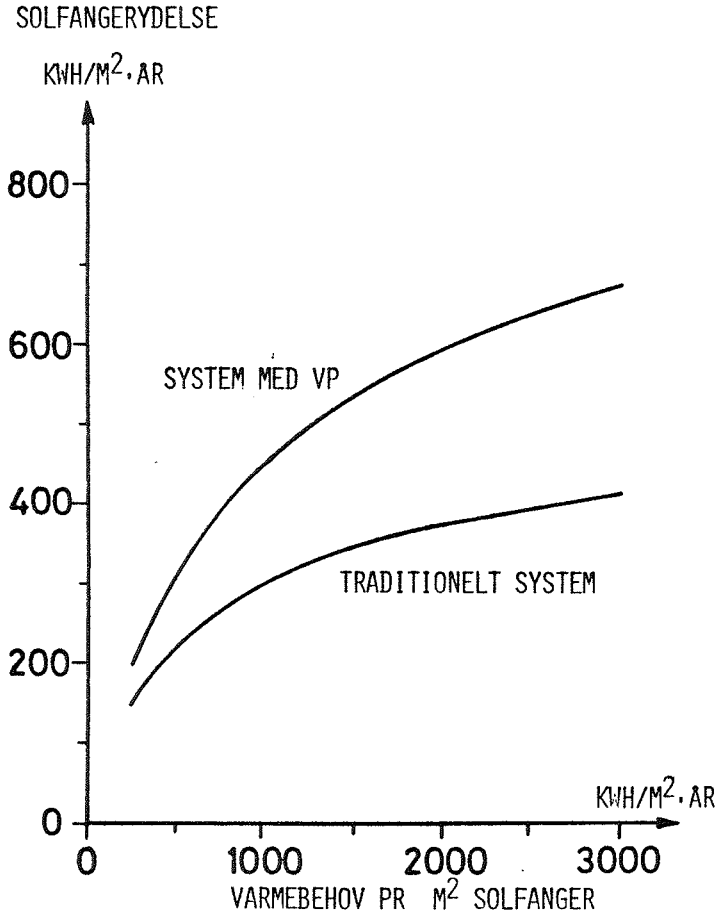
FIGUR 3

FIGUR 4

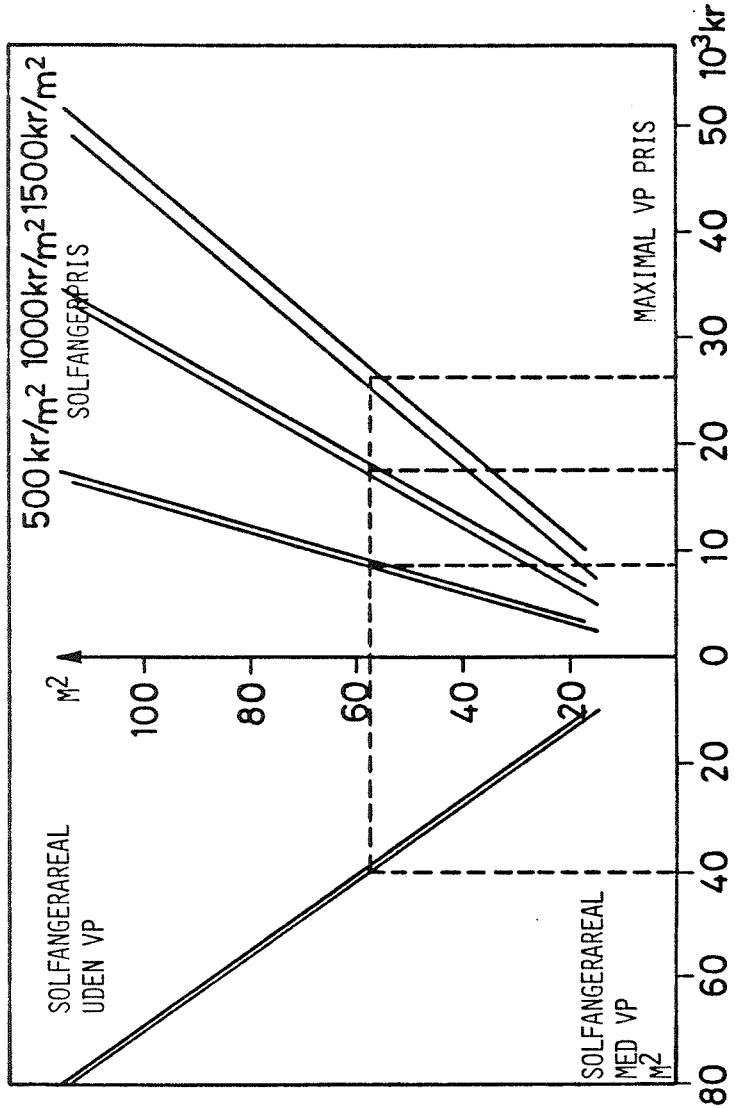




FIGUR 5



FIGUR 6



FIGUR 7