

LABORATORIET FOR VARMEISOLERING

DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

ENFAMILIEHUSE MED GLASBEKLÆDTE UDERUM

EN ANALYSE AF ENERGIFORBRUG



LIC. TECHN. ANKER NIELSEN

MARTS 1981

MEDDELELSE NR. 113

Solindfald gennem hældende dobbeltruder.

Beregningerne er foretaget på grundlag af REF-80.

Rudens hældning angives i grader målt fra vandret.

Rudens orientering angives som en retning i grader, hvor 0° er syd og 90° er vest.

De i skemaerne angivne værdier er solindfaldet gennem en dobbeltrude i kWh/m^2 for de enkelte måneder samt for hele året.

HÆLDNING= 0 (SVARER TIL VANDRET)

JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
7.3	19.6	39.5	83.8	112.3	136.5	117.7	98.6	58.7	28.6	11.3	6.4	720.3

HÆLDNING= 15

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	11.5	28.4	47	93.6	118.7	141.3	122.5	108.6	69.6	38.1	17.7	12.6	810.1
30	10.7	27.7	45.4	92	118.7	140.1	122.3	107.6	68	37	16.8	11.6	797.9
60	9.1	24.4	42.4	88.3	116.7	137.5	120.6	104.1	63.9	33.7	14.5	9.2	764.4
90 V	7.4	20.1	38.7	82.8	112.8	133.5	117.2	98.4	58.3	29.3	11.7	6.7	716.8
120	6.4	16.1	34.8	76.5	107.5	128.8	112.9	91.6	52.1	24.7	9.6	5.3	666.2
150	6.2	13.5	31.7	71	102.5	125.3	108.9	85.4	47	21.5	8.7	5.1	626.9
180 N	6.2	12.8	30.7	68.9	100	124.6	107	82.7	45.1	20.3	8.6	5.1	611.6
210	6.2	13.6	32.5	71.7	100.6	126.7	107.8	84.7	47.4	21.3	8.7	5.1	626.2
240	6.5	16.2	36.5	77.7	104.4	131.1	111	90.4	52.7	24.3	9.6	5.3	665.8
270 O	7.7	20.3	40.9	84.3	109.5	135.9	115.3	97.1	59	28.8	11.6	6.7	717
300	9.4	24.6	44.5	89.6	114	140	118.9	103	64.7	33.3	14.3	9.2	765.2
330	10.9	27.8	46.7	92.8	117.1	141.3	121.4	107	68.4	36.8	16.7	11.6	798.5

HÆLDNING= 30

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	16	36.7	51.8	98.2	119.5	139.8	121.9	112.8	76.5	45.5	23.9	19.7	862.4
30	14.4	34.2	49	95.8	119.9	138.3	122.1	111.5	73.6	43.4	22.1	17.6	841.7
60	10.9	28.2	44.1	90	117.3	134.9	119.9	105.9	66.7	37.5	17.4	12.4	785.2
90 V	7.6	20.8	38	81	110.6	128	114.1	96.3	57.2	29.9	12.2	7.3	702.9
120	6.1	14.5	31.7	69.6	100.2	117.8	105	83.6	46.8	22.5	8.8	5	611.7
150	6	11.7	26.7	57.6	88.3	107.7	95.1	70.2	38.1	18.2	8.3	4.8	532.7
180 N	6	11.6	24.9	51.7	81.4	104.9	90.1	62.9	34.5	17.6	8.3	4.8	498.6
210	6	11.7	27.4	58.7	84.6	110.3	92.9	68.8	38.5	18.1	8.3	4.8	530.1
240	6.2	14.8	34.1	71.6	94.8	121.9	101.8	81.5	47.8	22	8.9	5	610.2
270 O	8.1	21.3	41.8	83.4	104.9	132.4	110.7	93.9	58.5	29.1	12	7.3	703.2
300	11.7	28.6	47.9	92.3	112.6	138.6	117	103.9	68	36.7	17.1	12.4	786.9
330	14.9	34.5	51.5	97.2	117.3	140.4	120.4	110.4	74.4	42.9	21.9	17.6	843.5

HÆLDNING= 45

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	19.3	41.9	54	97.7	114.7	131.8	115.9	111.5	79.4	50.1	28.2	25.1	869.7
30	17	38.3	50.2	95	115.9	130.8	116.8	110.3	75.6	47	25.7	22.2	844.7
60	12.2	30.3	43.9	88.5	113.8	128.3	115.3	103.8	66.7	39.1	19.3	14.8	775.9
90 V	7.7	20.9	36.5	77.7	105.8	120.4	108.4	91.8	54.9	29.6	12.3	7.7	673.6
120	5.7	13.4	29.3	63.7	92.2	106.8	96.3	75.8	42.6	20.9	8.2	4.7	559.6
150	5.6	10.9	24.1	49	74.9	89.2	80.6	58.6	33.5	16.7	7.7	4.5	455.3
180 N	5.6	10.9	23	40.5	62.7	81.1	70.9	48.1	30.9	16.4	7.7	4.5	402.3
210	5.6	11	24.6	49.8	70.3	92.2	78	57.3	33.7	16.6	7.7	4.5	451.3
240	5.8	14	31.9	65.8	85.5	111.6	92.4	73.5	43.5	20.3	8.3	4.6	557.2
270 Ø	8.3	21.6	41.2	80.5	98.6	125.9	104.1	88.9	56.3	28.6	12.1	7.6	673.9
300	13.3	30.9	49	91.4	107.8	133.1	111.6	101.1	68.3	38.1	18.8	14.8	778.2
330	17.8	38.8	53.7	97	112.6	133.6	114.7	108.7	76.7	46.4	25.4	22.1	847.5

HÆLDNING= 60

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	21.3	44.5	53.5	92.1	104.3	117.4	104.4	104.3	78.2	51.9	30.8	28.5	831.2
30	18.5	39.9	48.9	89.7	106.6	117.6	106.5	103.8	73.8	48	27.6	25	806
60	12.6	30.5	41.9	83.6	106	117.4	106.5	97.6	63.8	38.8	19.9	16.1	734.8
90 V	7.4	20.2	34.1	72.4	98.2	110.4	99.9	84.8	51	28.2	11.9	7.7	626.3
120	5.2	12.3	26.8	57.9	83.7	96.1	86.8	67.7	38.5	19	7.5	4.2	505.8
150	5.1	10	21.9	43.4	65.5	76.8	69.9	50.6	30	15.2	7	4.1	399.4
180 N	5.1	10	21	36.2	52.7	65.1	58.7	42	27.9	14.9	7	4.1	344.8
210	5.1	10.1	22.2	43.9	60.7	79.1	67.5	49.9	30	15.1	7	4.1	394.7
240	5.3	13	29.3	59.8	76.4	100.5	82.9	65.9	39.2	18.4	7.5	4.2	502.5
270 Ø	8.2	21	39.2	75.3	90.2	116.2	95.4	81.9	52.5	27.1	11.7	7.6	626.4
300	14	31.3	47.9	86.8	99.4	122.8	102.5	94.5	65.6	37.7	19.4	16.1	737.6
330	19.4	40.6	53.1	92.1	103	120.8	104.1	101.8	75.2	47.2	27.3	24.9	809.7

HÆLDNING= 75

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
0 S	22.1	44.3	50	81.3	88.6	96.9	87.8	91.3	72.7	50.7	31.5	30.1	747.3
30	18.9	39.2	45.3	80	92.2	99.1	91.3	91.9	68.1	46.3	27.9	26.2	726.6
60	12.4	29.2	38.4	75.4	94.1	102.4	93.7	87.2	58.2	36.5	19.4	16.3	663.1
90 V	6.9	18.6	30.8	65.1	87.8	97.8	88.5	75.3	45.6	25.7	11.1	7.3	560.6
120	4.6	11.1	23.8	51.5	74.2	84.6	76.3	59	33.8	16.9	6.7	3.8	446.3
150	4.5	9	19.4	38.3	57.2	66.5	60.4	43.7	26.3	13.4	6.2	3.6	348.5
180 N	4.5	9	18.7	32.4	46.1	56.1	50.8	36.9	24.6	13.2	6.2	3.6	301.9
210	4.5	9.1	19.7	38.5	52.6	68.2	58.4	43.4	26.2	13.4	6.2	3.6	343.8
240	4.7	11.8	26.2	53	66.8	88.2	72.6	57.9	34.4	16.3	6.7	3.7	442.4
270 Ø	7.7	19.6	35.8	67.8	79.6	103	84.2	72.8	47	24.7	10.8	7.2	560.2
300	13.8	30	44.6	78.5	87.4	107.7	89.8	84.1	60	35.4	18.8	16.2	666.2
330	19.9	40	49.9	82.5	88.8	102.3	89	89.8	69.6	45.5	27.6	26.1	731

HÆLDNING= 90 (svarer til lodret)

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
0 S	21.5	41.4	43.8	65.8	68.1	71.7	66.8	72.6	62.7	46.4	30.2	29.7	620.5
30	18.1	36	39.4	66.3	73.4	76.2	71.8	75.1	58.8	41.9	26.5	25.6	609.2
60	11.4	26.2	33.4	64.2	78.7	84.1	77.5	73.1	50	32.5	17.7	15.3	564.2
90 V	6.1	16.3	26.7	56.1	74.9	82.7	74.8	63.5	39	22.4	9.7	6.6	478.9
120	3.9	9.7	20.6	44.3	63.4	71.9	64.5	49.7	28.8	14.5	5.7	3.2	380.2
150	3.8	7.9	16.8	33.1	48.9	56.5	51.1	37	22.4	11.5	5.3	3	297.5
180 N	3.8	7.9	16.2	28.4	39.9	47.9	43.3	31.7	21	11.4	5.3	3	259.8
210	3.8	8	17.1	33.1	44.9	57.8	49.5	36.9	22.3	11.5	5.3	3	293.1
240	4	10.4	22.6	45.4	56.6	74.7	61.4	49.1	29.1	14	5.7	3.2	376.3
270 Ø	6.8	17.4	31.3	58.3	67.2	86.7	70.9	61.9	40.2	21.5	9.5	6.4	478.1
300	12.9	27.1	39.3	67	72.5	88.4	74.1	70.6	51.7	31.4	17.1	15.3	567.3
330	19.2	36.9	44	68.5	70.6	78.9	69.9	73.1	60.3	41.1	26.1	25.5	614.2

Forord

Energiministeriets (tidligere Handelsministeriets) projekt vedrørende udvikling af mindre varmelagre har til formål gennem teoretiske og eksperimentelle studier at vurdere og udvikle varmelagre, der er egnede til danske forhold.

Projektet udføres af Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole, i samarbejde med interesserede institutter og erhvervsvirksomheder.

I projektet, der udføres i perioden 1978 - 1981, indgår følgende delprojekter:

Varmelagring i,

- a). Vand
- b). Stenmagasiner
- c). Smeltevarmelagre
- d). Bygningskonstruktioner
- e). Kemiske reaktanter
- f). Vandbassiner (sæsonlagring)
- g). Jord

Projektet tager sigte på, at de opnåede resultater allerede på kort sigt skal kunne anvendes i praksis.

Resumé

Ved en række nyere projekter til energiøkonomiske en-familiehuse er disse blevet forsynet med et glasbeklædt uderum (drivhus) foran en del af sydfacaden. Dette skulle medføre en bedre udnyttelse af solindfaldet.

Der er i rapporten blevet regnet på et fritliggende en-familiehus, hvor drivhusets areal varieres. Beregningerne er blevet foretaget med den forenkledede EFB 3 metode, der kan anvendes på bygninger med flere rum. Ved beregningerne er anvendt vejrdato fra den nyeste version af referenceåret, REF-80. Rapporten indeholder som bilag beregnede solindfald gennem hældende vinduer i forskellige retninger til brug for beregning af andre udformninger af hus og glasbeklædt uderum.

De gennemførte beregninger viser, at energibesparelsen ved at anvende et drivhus foran facaden er ret ringe - næsten svarende til at anbringe et ekstra lag glas i vinduerne. Ud over energiforbrug er månedsmiddeltemperaturerne i drivhuset beregnet.

Det er muligt at forbedre udnyttelsen af drivhusets varme ved at blæse varm luft ind i huset, når huset er køligere. Herved bliver energibesparelserne i huset større. Men dette medfører samtidigt et mere kompliceret ventilationssystem.

Der er også foretaget beregninger af det forøgede energiforbrug ved at sikre en vis minimumstemperatur i drivhuset.

INDHOLD

Forord	side
Resumé	
1. Indledning.....	1
2. Enfamiliehus.....	1
3. Drivhus.....	2
4. Beregningsmetode.....	5
5. Vejrdata.....	7
6. Energiforbrug i hus med drivhus.....	8
7. Temperaturforhold i drivhuset.....	10
8. Ændring i husets glasareal.....	12
9. Skygge på drivhus.....	15
10. Energiforbrug ved aktiv udnyttelse af drivhuset.....	15
11. Opvarmning af drivhuset.....	19
12. Konklusion.....	22
Litteratur.....	24
Bilag I Beregninger.....	25
Projektororganisation.....	29
Liste over udkomne rapporter.....	30
Summary.....	31

1. Indledning

En række nyere enfamiliehuse er blevet udformet med et glasbeklædt uderum (drivhus) foran en del af sydfacaden. Dette glasbeklædte uderum giver mulighed for at opsamle solvarme, så temperaturen bliver højere end udetemperaturen. Der er altså mulighed for energibesparelser ved en sådan konstruktion.

Samtidig forekommer en del omtale af udenlandske projekter, men disse kan ikke overføres til danske forhold på grund af forskelle i klimaet. F.eks. findes de fleste huse i USA af denne type i områder, hvor der kan være lige så koldt om vinteren, men samtidigt er der næsten dagligt solskin.

Der er i det følgende foretaget en analyse af forholdene for danske klimaforhold, hvor solindfaldet ikke er stort om vinteren. Der er foretaget beregninger af energiforbruget i huset og temperaturerne i drivhuset for ét eksempel, men resultaterne vil kunne anvendes på andre huse, der ikke afviger alt for meget. Ellers må der foretages supplerende beregninger, som ikke er særligt indviklede.

2. Enfamiliehus

Som udgangspunkt i de følgende beregninger er valgt et 140 m^2 fritliggende 1-plans enfamiliehus, som er isoleret efter bygningsreglementet (BR77). Dette hus regnes forsynet med 21 m^2 (15%) glasareal i 2-lags ruder. Huset har en 14 m lang sydvendt facade. Foran denne facade kan anbringes et drivhus, men ved standardtilfældet regnes uden drivhus. Der regnes med 21°C indetemperatur og tilskudsvarme fra el og personer

svarende til en normal familie. Husets nærmere data fremgår af skema 1.

3. Drivhus

Foran den sydvendte facade anbringes drivhuset, som det fremgår af tegningen (fig. 1.)

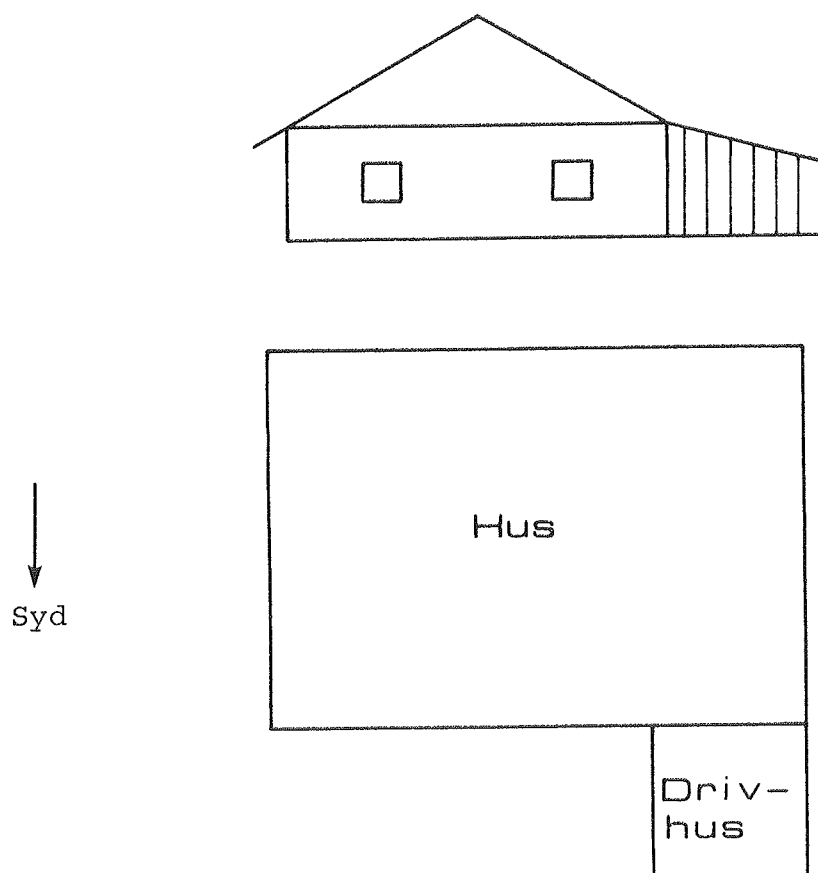


Fig. 1. Grundplan og vestside af hus med drivhus.

Drivhusets areal er i det viste tilfælde 15 m^2 , hvor en fjerdedel af facaden er dækket. Længden er 3.75 m, og bredden er 4 m. Bredden på 4 m er valgt for at give

Bygningsdel	areal m ²	k W/m ² C	k·A W/C
Vinduer og døre	21.0	2.9	60.9
Ydervæg	88.4	0.3	26.5
Loft incl. 15% tillæg	144.9	0.2	29.0
Gulv mod jord			
Ydre randfelt	41.6	0.3	12.5
Indre randfelt	84.4	0.3	25.3
Transmission til t _u		128.9 W/C	
Transmission til t _{jord}		25.3 W/C	
Ventilation		68.0 W/C	
Gennemskinneligt glasareal 80% af 21 m ²			
Fordelt efter retning (2-lags rude):			
Nord	3.2 m ²		
Syd	8.0 m ² (10 m ² incl. ramme)		
Øst	2.8 m ²		
Vest	2.8 m ²		
Tilskudsvarme fra el og personer 13.7 kWh/døgn.			
Akkumuleringsfaktor 0.55 svarer til letbeton indvendigt.			

Skema 1. Data for standardtilfælde uden drivhus

drivhuset en størrelse, hvor det kan anvendes til ophold af beboerne i huset. Hældningen på drivhustaget er valgt til 15° , ud fra ønsket om at sikre en tilpas højde i hele drivhuset uden at give for stort volumen. Det er muligt, at det af andre grunde, f.eks. snebelastning, er ønskeligt med en større taghældning, men ændringer i drivhusets udformning vil kun i mindre udstrækning påvirke resultaterne af de følgende beregninger.

Der regnes på 4 størrelser drivhus:

15 m^2	foran	25%	af sydfacaden	
30 m^2	-	50%	-	-
45 m^2	-	75%	-	-
60 m^2	-	100%	-	-

Placeringen af drivhuset foran facaden får også indflydelse på placeringen af vindues-arealet på sydfacaden. En del af arealet vil være placeret ud til drivhuset og resten i den øvrige facade. Da der altid skal være en dør til drivhuset, vil arealet blive

drivhus størrelse	vinduer og døre i husets sydfacade	
	mod drivhus	mod omgivelser
15 m^2	4 m^2	6 m^2
30 m^2	6 m^2	4 m^2
45 m^2	8 m^2	2 m^2
60 m^2	10 m^2	0 m^2

Ved beregningen af varmetab og solindfald i drivhuset er der regnet med 2 tilfælde, 1-lag glas og 2-lag glas. Brug af 1 lag-glas vil nok være det mest almindelige, idet opbygningen så kan foretages med de til gartnerier anvendte metoder. Dette vil ikke give et tæt hus

på grund af glassenes overlapning. De data, som er benyttet for drivhuset med 1-lag glas, fremgår af skema 2. Beregningerne med 2-lag glas er foretaget for at undersøge effekten af en bedre isoleret konstruktion.

4. Beregningsmetode

Ved beregning af energiforbruget og temperaturerne i drivhuset er anvendt EFB 3 metoden, som findes nærmere beskrevet i [1]. Ved beregningen regnes huset som et opvarmet rum med konstant minimumstemperatur 21° C. Drivhuset regnes som et uopvarmet rum, hvis temperatur bestemmes af varmebalancen.

I beregningsmetoden opstilles for hvert rum en varmebalance, hvor der tages hensyn til tilskud fra solindfald, elektricitet og personerne samt varmetab på grund af ventilation og transmission. Energibalancen opstilles på grundlag af månedsmiddeltemperaturer og månedssummer for solindfald gennem vinduer. Ved beregningen findes for hvert rum månedsvise energiforbrug til opvarmning og en varmemængde, som ikke kan udnyttes. Denne sidste varmemængde kaldes overskudsvarme. Overskudsvarmen vil medføre forøgede temperaturer i de enkelte rum, og en del af denne varmemængde vil kunne komme tilstødende rum tilgode.

Beregningerne med EFB 3 sker på grundlag af data fra skema 1 og skema 2 med en HP-85 regnemaskine med 32K lager. Hver beregning tager på denne maskine ca. 2 min. Det anvendte BASIC-program og en brugervejledning [2] kan leveres.

Bygningsdel	areal m^2	k $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$	k·A W/C
glas 1-lag	36.75	6	220.5
jord	15	1	15.0
væg mod hus	5.4	0.3	1.6
vindue og dør mod hus	4	2.9	11.6
Transmission til t_u		220.5 W/C	
Transmission til t_{jord}		15.0 W/C	
Ventilation 1 gang/time		11.5 W/C	
Transmission til hus		13.2 W/C	
Gennemskinneligt glasareal fordelt efter retning (til 2-lags rude):			
Syd	7.0 m^2		
Øst	6.3 m^2		
Vest	6.3 m^2		
Tag	14.0 m^2	(sydvendt flade med 15° hældning)	
Akkumuleringsfaktor 0.55			
Når drivhuset placeres ændres for huset:			
Transmission til t_u		115.7 W/C	
Glasareal mod syd		7.7 m^2	

Skema 2. Data for 15 m^2 drivhus dækkende 25% af sydfacaden.

5. Vejrdata

Beregningerne i denne rapport er foretaget med den nyeste version af referenceåret, REF-80. Tallet 80 angiver fremstillingsåret - ikke at tallene er fra året 1980. Betegnelsen REF-80 er valgt for at undgå forvirring med eventuelle fremtidige versioner af referenceåret. REF-80 er udvalgt af vejrdata fra 15 år (1959-73), så solindfald og udetemperaturer stemmer bedre med middelåret end det tidligere referenceår og dettes modificerede udgave.

MDR	TEMP	SYD	NORD	SOLINDFALD	
				ØST	VEST
JAN	-0.6	21.4	3.8	6.8	6.0
FEB	-1.1	41.3	7.9	17.3	16.3
MAR	2.6	43.8	16.2	31.1	26.7
APR	6.6	65.8	28.3	58.3	56.0
MAJ	10.6	68.1	39.8	67.1	74.9
JUN	15.7	71.7	47.9	86.6	82.7
JUL	16.4	66.8	43.3	70.9	74.8
AUG	16.7	72.6	31.6	61.8	63.5
SEP	13.7	62.7	21.0	40.1	38.9
OKT	9.2	46.4	11.4	21.4	22.3
NOV	5.0	30.2	5.3	9.4	9.7
DEC	1.6	29.3	3.0	6.4	6.3

ARET					
.	8.0	620.0	259.5	477.3	478.1

Fig. 2. Referenceår REF-80

Månedsmiddeludetemperatur °C.

Solindfald gennem 2-lags vindue kWh/m² mdr.

I beregningerne til denne rapport indgår solindfaldet gennem tagfladen, som vender mod syd og har 15° hældning. Det har derfor været nødvendigt at foretage beregninger af det månedlige solindfald gennem et 2-lags vindue med denne retning og hældning. Da der til andre

beregninger kan være brug for solindfaldet gennem andre skrå retninger, er der som bilag I i denne rapport angivet beregnede solindfald på vinduer med 15° , 30° , 45° , 60° og 75° hældning i forhold til vandret. For hver af disse hældninger er solindfaldet beregnet med 30° spring kompasset rundt.

6. Energiforbrug i hus med drivhus

Standardtilfældet med 140 m^2 hus uden drivhus giver et energiforbrug på 15.6 MWh/år . Denne værdi er på de følgende figurer markeret med en cirkel.

Fig. 3 viser husets energiforbrug, når det er forsynet med et drivhus. Det fremgår, at energiforbruget er faldende for et stigende drivhusareal, men også at besparelserne er små. Ved 1-lag glas spares 3% på energiforbruget ved 15 m^2 drivhus, og yderligere 2% for hver gang arealet øges med 15 m^2 . De anførte arealer forudsætter, at drivhuset bygges langs husets sydfacade, som omtalt i afsnit 3. Ved brug af 2-lag glas bliver besparelserne lidt større, men ikke så meget, at det kan dække den forøgede udgift til et ekstra lag glas.

De beregnede besparelser forudsætter, at drivhuset udnyttes rent passivt, d.v.s. at der f.eks. ikke med en ventilator flyttes varme fra drivhuset til huset, når temperaturen i drivhuset er højest. En vurdering af udbyttet af et sådant mere aktivt system vil blive omtalt i afsnit 10. Når udbyttet af drivhuset ikke bliver så stort, skyldes det, at huset i forvejen er forsynet med en del sydvendte vinduer.

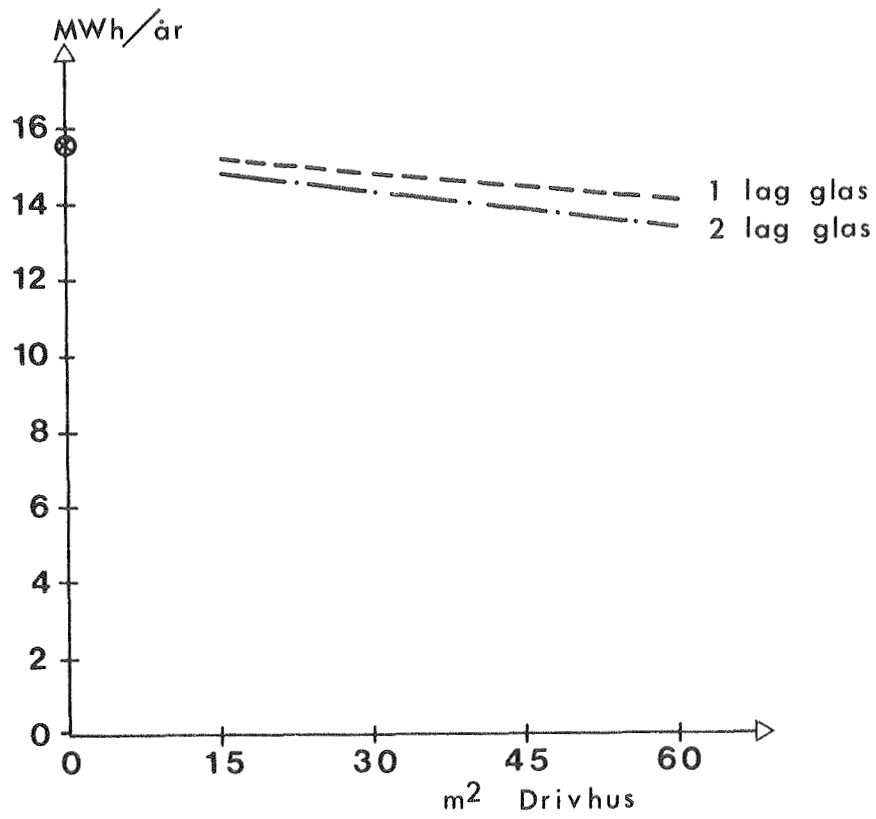


Fig. 3. Energiforbrug i 140 m² hus i afhængighed af drivhusets størrelse.

7. Temperaturforhold i drivhuset

Skal drivhuset kunne udnyttes til ophold, er det vigtigt at kende temperaturforholdene. Beregningerne med EFB3 giver for hver måned en middeltemperatur i drivhuset. Fig. 4 viser drivhusets indetemperatur i sammenligning med udetemperaturen. Da de viste temperaturer er middelværdier, betyder det, at temperaturen på solrige dage kan blive væsentlig højere og i klare nætter væsentlig koldere. Hvis der ønskes nærmere kendskab til disse temperatursvingninger over døgnet og gennem måneden, må der benyttes mere avancerede EDB-programmer.

I sommerperioden er månedsmiddeltemperaturerne over 21°C , hvilket medfører, at det vil være ubehageligt at være i drivhuset. Ved direkte sol vil temperaturen blive væsentlig højere end de 21°C . Disse meget høje temperaturer vil kunne modvirkes ved en forøget ventilation af drivhuset eller en form for solafskærmning. Som det fremgår af figuren, bliver problemerne forøget, hvis der anvendes 2-lag glas.

I vinterperioden er månedsmiddeltemperaturen i drivhuset ca. 3°C over udetemperaturen, når der anvendes 1-lag glas. Ved brug af 2-lag glas bliver forskellen ca. 6°C . Disse forskelle viser, at drivhuset i denne periode ikke vil kunne bruges til ophold.

I overgangsperioden mellem sommer og vinter vil temperaturerne i solrige perioder kunne blive så høje, at drivhuset vil kunne benyttes til ophold.

Et drivhus med 1-lag glas vil kunne benyttes til ophold i perioden maj til september samt i varme perioder i

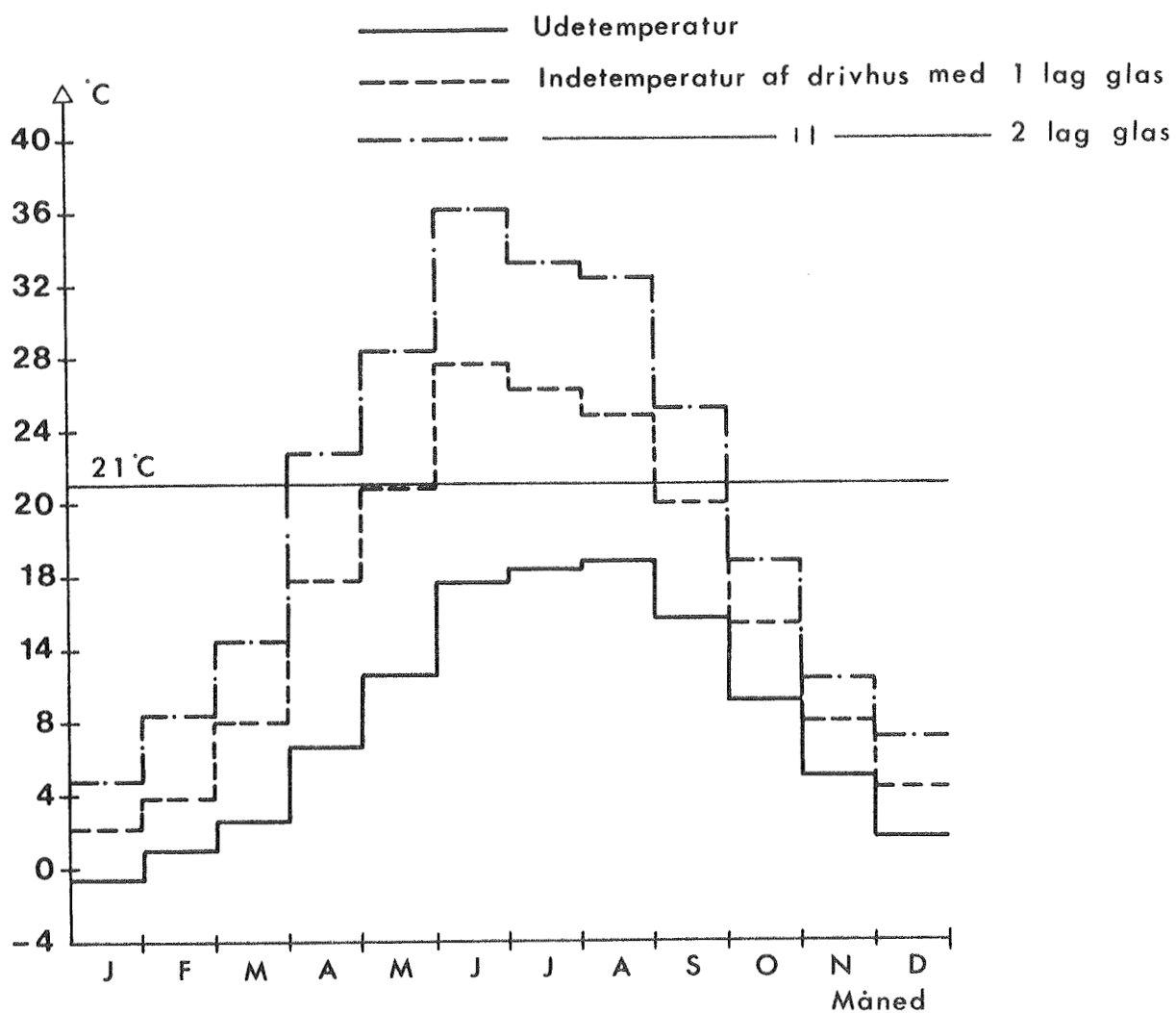


Fig. 4. Månedsmiddeltemperaturer i drivhus i sammenligning med udetemperaturer.

månederne lige før og efter perioden. Ved brug af 2-lag glas bliver udnyttelsesmulighederne forbedret, idet perioden kan forlænges fra april til september. Dette betyder selvfølgelig ikke, at drivhuset ikke kan benyttes i de øvrige måneder, men i så tilfælde må påklædningen tilpasses temperaturerne og det arbejde, der skal udføres.

8. Ændring i husets glasareal

Alle de tidligere beregninger er foretaget med et sydvendt vinduesareal i huset på 10 m^2 . For et drivhus, som dækker hele facaden, er beregnet energiforbruget, hvis vinduesarealet varieres (fig. 5). Energiforbruget falder med stigende sydvendt vinduesareal, men forskellen er meget ringe. Det må samtidigt huskes, at det forøgede sydvendte vinduesareal i huset medfører en større mængde overskudsvarme i huset og dermed længere perioder med for høje temperaturer.

Drivhuset med 1-lag glas virker, som om vinduerne i huset var forsynet med et ekstra lag glas. Beregninger for et tilsvarende hus med 3-lag glas findes nærmere beskrevet i [3]. Fig. 6 viser en sammenligning mellem de 2 tilfælde. Det fremgår, at der er næsten ingen forskel på, om huset forsynes med et drivhus foran facaden, eller der anvendes et ekstra lag glas i vinduerne. At drivhusets energiforbrug ligger lidt højere betyder, at besparelsen som følge af højere temperatur i drivhuset end i omgivelserne sættes til igen på grund af mindre solindstråling gennem vinduerne. Formindskelsen skyldes bl.a. sprosser i drivhuset.

Den forøgede mængde overskudsvarme i huset, når der anvendes store sydvendte vinduer, kan reduceres ved brug af de metoder, som er omtalt i [3].

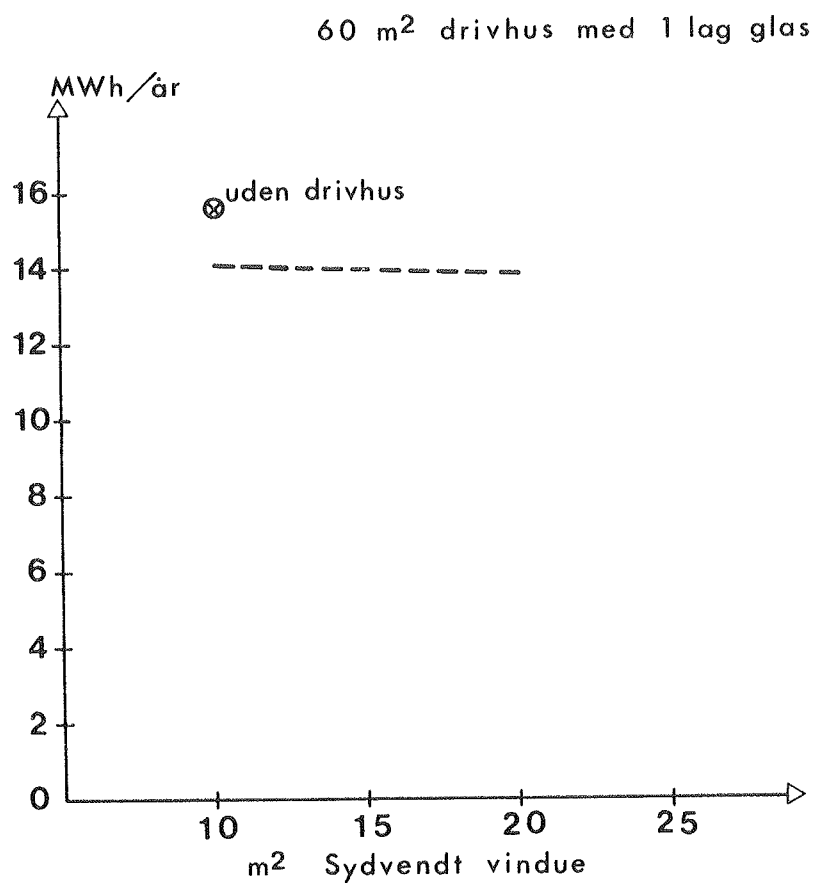


Fig. 5. Husets energiforbrug i afhængighed af husets sydvendte vinduesareal.

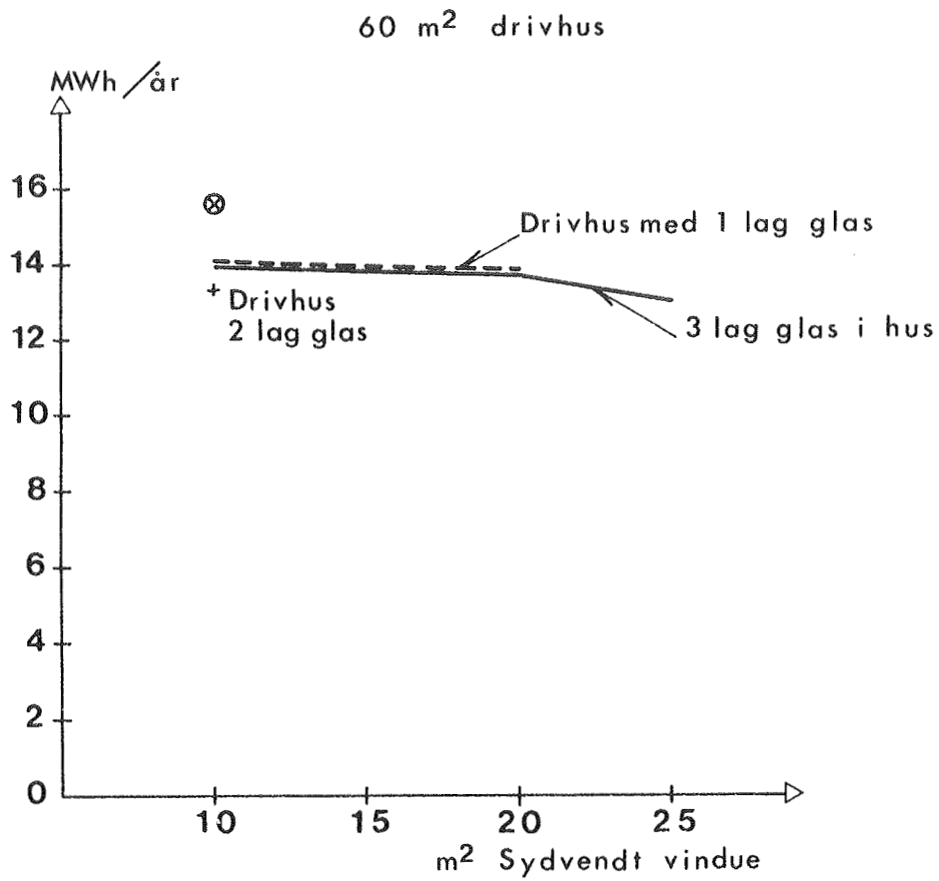


Fig. 6. Husets energiforbrug i afhængighed af husets sydvendte vinduesareal ved et hus uden drivhus med 3-lag glas og et hus med drivhus med 1-lag glas.

9. Skygge på drivhus

I alle beregninger er der forudsat fri beliggenhed uden horisontafskærmning. En beregning af energiforbruget i huset, hvis en del af drivhuset skygges, uden at solindfaldet i huset reduceres, findes i figur 7. Resultatet viser, at energiforbruget kun forøges lidt som følge af skygge. Men medfører skyggen også en reduktion af solindstrålingen i huset, vil energiforbruget i huset stige væsentligt mere. Det kan enklet beregnes ved at benytte EFB1 [4] på et hus med 3-lag glas i vinduerne.

10. Energiforbrug ved aktiv udnyttelse af drivhuset

Den opsamlede varme fra drivhuset vil kunne benyttes som tilskudsvarme til huset, hvis temperaturen er højere i drivhuset end i huset. Dette vil f.eks. kunne være tilfældet i sommerperioden samt i varme perioder i andre dele af året.

Fig. 8 viser husets månedlige energiforbrug med den periode - maj til september - som let vil kunne dækkes ved varme fra drivhuset. Det skulle kunne ske, uden andre foranstaltninger end åbningen af døren til drivhuset. Men det skal understreges, at hvis denne energimængde ønskes dækket, kan det medføre lidt længere perioder med for høje indetemperaturer. Besparelsen er på ca. 1200 kWh/år eller ca. 8% af årsforbruget.

Denne besparelse kunne også være opnået i et hus uden drivhus, hvis beboerne i perioden maj til september var villige til i perioder at acceptere indetemperaturer under 21°C.

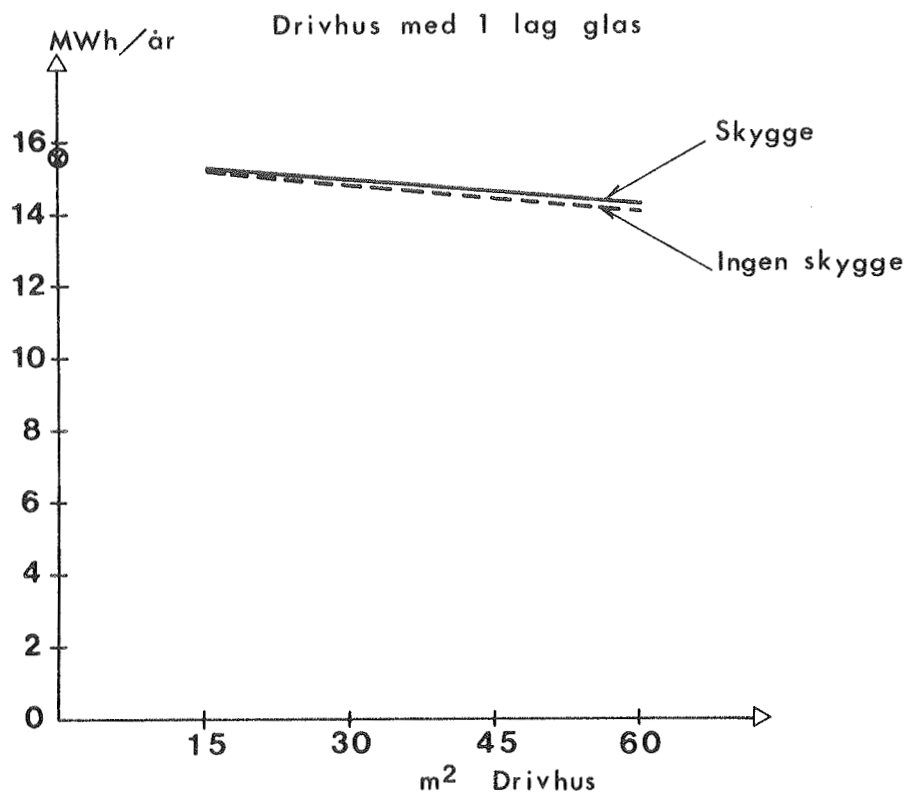


Fig. 7. Energiforbruget i huset, hvis en del af drivhuset skygges, uden at solindfaldet i huset reduceres.

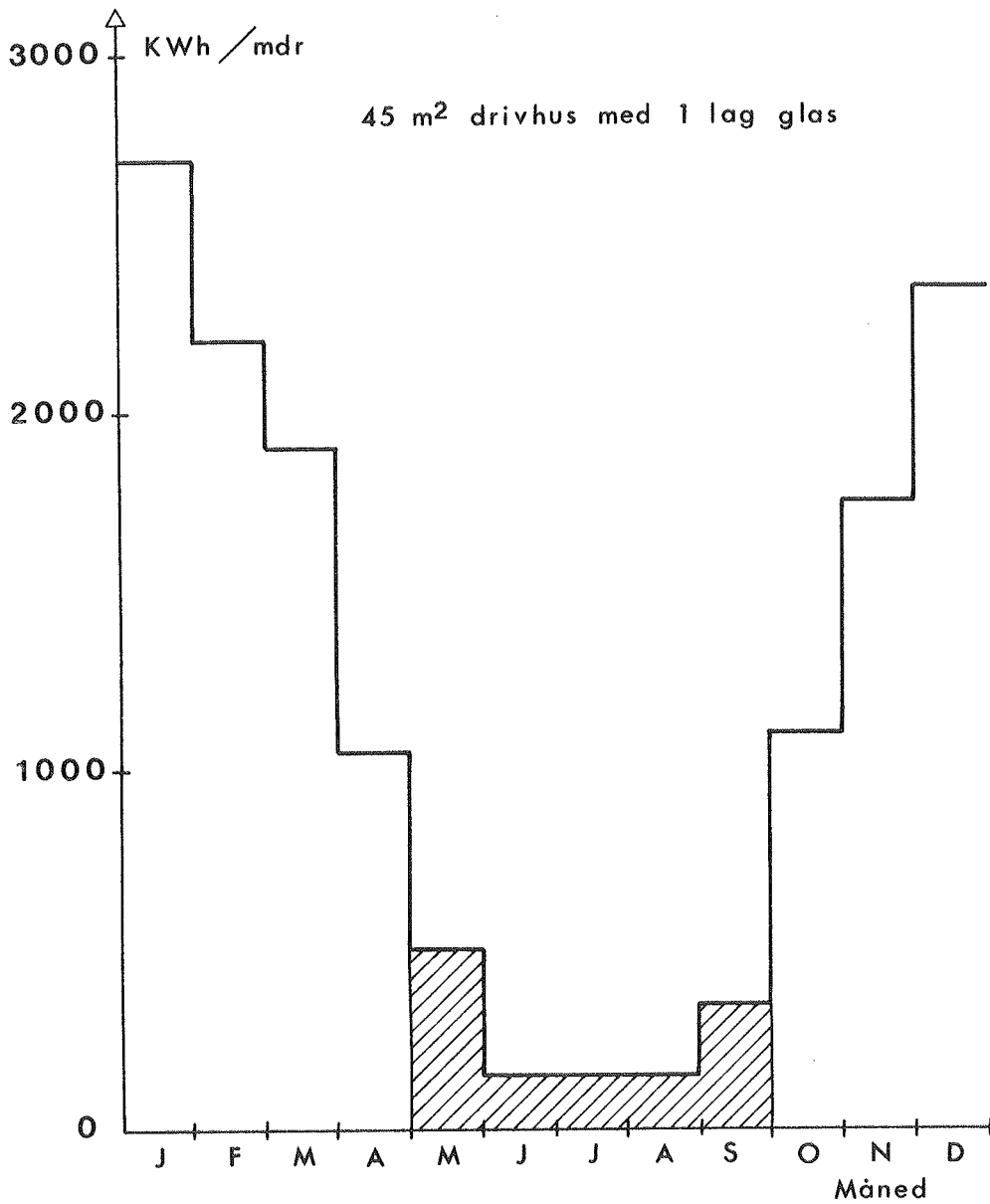


Fig. 8. Husets månedlige energiforbrug. Det skraverede areal kan let dækkes ved varme fra drivhuset.

Udover den i figur 8 viste periode er der mulighed for besparelser i solrige perioder, hvis temperaturen i drivhuset bliver højere end husets. For at kunne udnytte sådanne perioder effektivt, vil det være nødvendigt med et ventilationssystem, som kan sende den varme luft fra drivhuset ind i huset. Der må foretages en god indregulering af dette system, da unødvendige driftstider for ventilatorerne er spild af energi. I øvrigt må det forventes, at energiforbruget til ventilatorerne udgør 25-30% af det udbytte, der kan opnås. Et skøn over det mulige udbytte giver ca. 600 kWh/år. Et mere nøjagtigt tal kræver en ikke-stationær temperaturberegning for det aktuelle drivhus og ventilationssystem.

Når udbyttet ikke øges så meget ved brug af ventilationssystem, skyldes det også, at samtidig med at temperaturen i drivhuset stiger, når solen skinner, så stiger temperaturen i huset også på grund af de sydvendte vinduer. D.v.s. brug af drivhus og sydvendte vinduer vil modvirke hinanden, da udbyttet kommer samtidigt. Dette bør ikke medføre fjernelse af sydvendte vinduer, idet vinduet stadig er en af de mest effektive solfangere, der findes. En mulighed for en bedre udnyttelse af varmen fra drivhuset ville være en oplagring i et stenmagasin, indtil der var et energiforbrug i huset. Dette kræver et væsentligt mere kompliceret system, som formentligt ikke er fordelagtigt. En nærmere undersøgelse kræver opbygning af en EDB-model for det aktuelle tilfælde.

11. Opvarmning af drivhuset

Hvis drivhuset i større udstrækning udnyttes f.eks. til dyrkning af planter, kunne det blive nødvendigt at varme op, så temperaturer under f.eks. 10°C undgås. Dette medfører et forøget energiforbrug, som kan beregnes. I figur 9 er vist energiforbruget ved forskellige minimumstemperaturer i drivhuset med 1-lag glas. Som det også forventes, medfører en højere temperatur et forøget energiforbrug. Tabellen viser, at det bliver dyrere, jo mere temperaturen hæves.

min. temp.	MWh/år
5°	1.0
10°	4.5
15°	10.0
20°	17.0

Bemærk, at energiforbruget i drivhuset meget hurtigt bliver af væsentlig betydning i forhold til husets energiforbrug. Allerede ved en minimumstemperatur på 10°C bliver drivhusets energiforbrug 30% af husets. Hvis drivhuset varmes op, vil det være fordelagtigt at forsyne drivhuset med 2-lag glas og evt. forbedre isoleringen med indvendige gardiner eller udvendige isolerende skodder.

Fig. 10 viser, hvordan drivhusets energiforbrug er fordelt på de enkelte måneder året igennem. Jo højere temperatur jo længere tid af året må der varmes op.

Det er muligt at benytte afkastluft fra huset til at medvirke til opvarmningen af drivhuset og derved spare energi, men det vil medføre andre problemer. Da

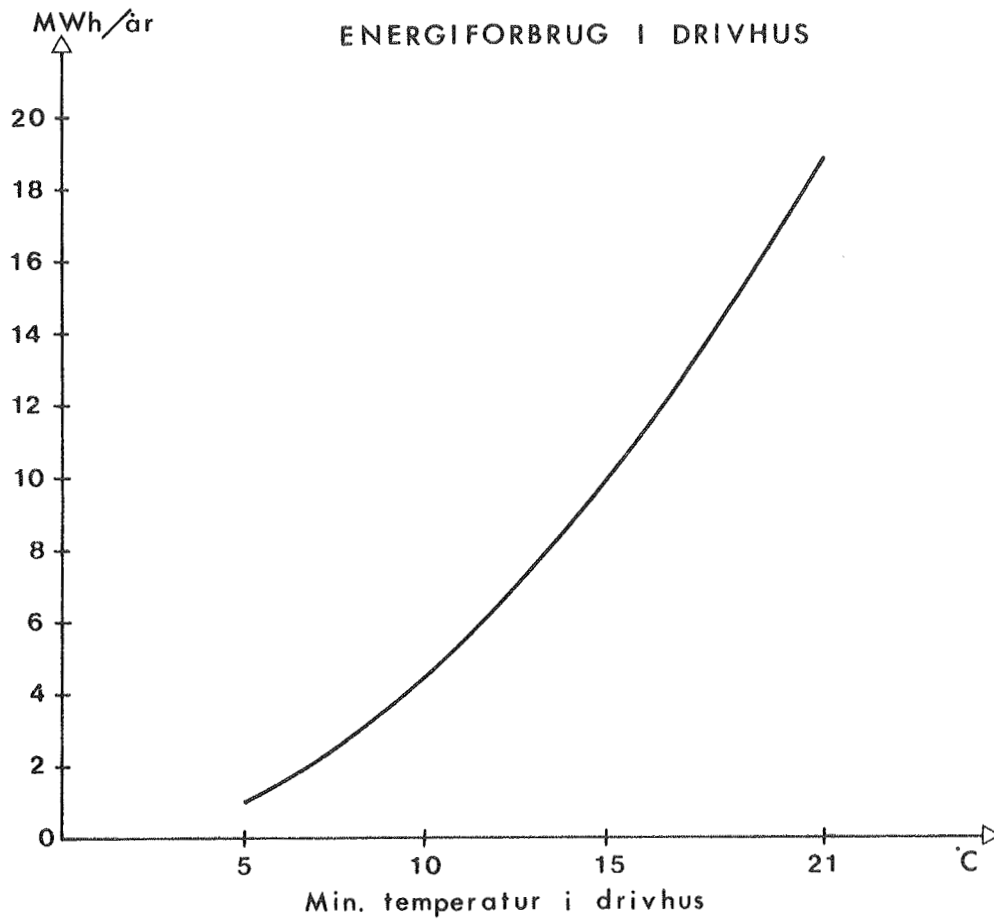


Fig. 9. Drivhusets energiforbrug ved forskellige indetemperaturer i drivhuset med 1-lag glas.

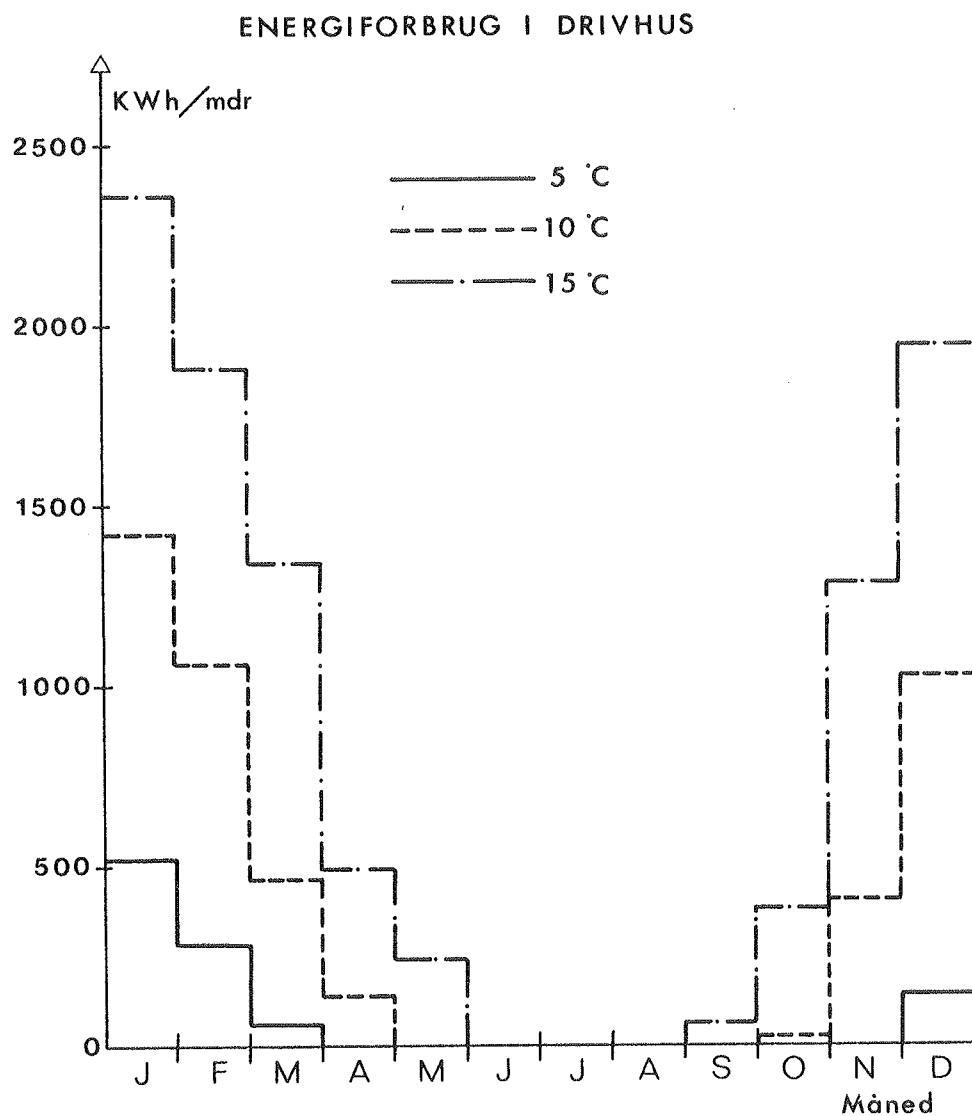


Fig. 10. Drivhusets energiforbrug for de enkelte måneder med forskellige indetemperaturer i drivhuset med 1-lag glas.

husets indeluft er varmere og fugtigere end udeluften, vil den varme afkastluft kondencere på de koldeste flader i drivhuset - på glasset. For at undgå lugtgener i huset vil afkastluften normalt blive suget ud fra køkken og badeværelser. Dette betyder, at benyttes denne afkastluft til opvarmning af drivhuset, vil det i perioder kunne medføre lugtgener i drivhuset.

12. Konklusion

De gennemførte beregninger viser, at et drivhus foran sydfacaden af et enfamiliehus vil medføre energibesparelser. De opnåede besparelser svarer næsten til, at husets vinduer blev forsynet med et ekstra lag glas, når drivhuset opbygges med 1-lag glas.

De beregnede temperaturer i drivhuset om vinteren ligger lidt over udetemperaturen, men drivhuset vil ikke kunne udnyttes som opholdszone. I sommerperioden vil der kunne blive ulideligt varmt i drivhuset, hvis der ikke gøres noget for at afskærme solen eller ventilere kraftigt. I overgangsperioderne mellem sommer og vinter vil drivhuset i perioder være meget anvendeligt.

En forøgelse af husets glasareal vil næsten ikke påvirke energiforbruget, men vil give større mængder overskudsvarme.

Det er muligt at forbedre udnyttelsen af drivhusets varme ved at flytte varm luft fra drivhuset til huset, når temperaturerne er højest i drivhuset. Men det vil medføre et noget mere kompliceret ventilationssystem. Det skal nævnes, at beregninger med en mere aktiv udnyttelse af drivhuset ved brug af ventilationssystem

og f.eks. stenlager nok vil kunne forbedre forholdene i overgangsperioden mellem sommer og vinter.

Den foretagne beregning af det forøgede energiforbrug ved at varme drivhuset op viser, at det kan blive en meget dyr fornøjelse.

De gennemførte beregninger synes at vise, at drivhuset - som rent passiv foranstaltning - kun vil medføre mindre energibesparelser for det bagved liggende hus. Men drivhuset vil kunne medføre, at huset får et ekstra areal, som kan udnyttes til forskellige aktiviteter. Hvis dette areal er tilstrækkeligt billigt at bygge, vil det kunne være fordelagtigt. Drivhuset bør nok ikke bygges udelukkende som en energibesparende foranstaltning men også som et udnytteligt ekstra rum.

De opnåede besparelser vil kunne forøges, hvis huset udnyttes mere aktivt, d.v.s. varme flyttes fra drivhus til hus. De mulige besparelser ved denne udnyttelse kan ikke beregnes med den her anvendte metode, men kræver et mere kompliceret dynamisk EDB-program.

Litteratur:

- [1] Nielsen, Anker: Beregning af ruminddelte byg-
 ningers energiforbrug. De for-
 enklede metoder EFB-2 og EFB-3.
 L.f.V. medd. nr. 103

- [2] Nielsen, Anker: Brugervejledning for EFB-3 på
 HP-85.
 Intern rapport 81-3

- [3] Nielsen, Anker: Vinduets betydning for enfami-
 liehuses energiforbrug.
 L.f.V. medd. nr. 105

- [4] Nielsen, Anker: Beregning af energiforbrug i
 bygninger EFB-1. En metode til
 brug for bordregnemaskiner.
 L.f.V. medd. nr. 92

Solindfald gennem hældende dobbeltruder.

Beregningerne er foretaget på grundlag af REF-80.
Rudens hældning angives i grader målt fra vandret.

Rudens orientering angives som en retning i grader,
hvor 0° er syd og 90° er vest.

De i skemaerne angivne værdier er solindfaldet
gennem en dobbeltrude i kWh/m² for de enkelte må-
neder samt for hele året.

HÆLDNING=0 (SVARER TIL VANDRET)													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
	4.0	13.4	26.8	64.2	87.0	109.7	90.6	76.6	42.1	19.3	6.8	3.6	544.3

HÆLDNING=15

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	8.4	23.3	35.3	75.6	95.3	116.3	97.3	88.7	54.8	29.7	13.6	10.1	648.6
30	7.6	22.0	33.6	73.9	95.2	115.0	97.0	87.6	53.0	28.5	12.6	9.1	635.2
60	6.0	18.6	30.5	69.8	92.9	112.0	94.9	83.6	48.5	25.0	10.2	6.6	598.4
90 V	4.2	14.1	26.4	63.8	88.4	107.4	91.0	77.1	42.2	20.2	7.3	4.0	546.1
120	3.2	10.0	22.2	56.9	82.5	102.1	85.9	69.5	35.4	15.4	5.0	2.5	490.7
150	2.9	7.3	18.9	51.0	77.0	98.1	81.5	62.7	29.9	11.9	4.1	2.2	447.7
180 N	2.9	6.5	17.9	48.8	74.0	97.2	79.3	59.7	27.8	10.7	4.0	2.2	431.0
210	2.9	7.3	19.8	51.8	74.9	99.5	80.3	61.9	30.3	11.7	4.1	2.2	446.8
240	3.3	10.1	23.9	58.2	79.1	104.3	84.0	68.2	36.1	15.0	5.0	2.5	489.8
270 Ø	4.5	14.3	28.6	65.3	84.7	109.9	88.8	75.7	43.0	19.7	7.2	4.0	545.8
300	6.3	18.8	32.6	71.1	89.8	114.0	93.1	82.3	49.2	24.6	10.1	6.7	598.7
330	7.9	22.1	35.0	74.7	93.4	116.1	96.0	86.9	53.5	28.3	12.6	9.1	635.6

HÆLDNING=30

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	13.4	32.0	41.8	82.6	98.8	117.5	99.6	95.8	64.0	38.5	20.4	17.6	722.0
30	11.7	29.4	38.8	79.9	99.1	115.8	99.6	94.2	60.9	36.2	18.5	15.4	699.5
60	8.2	23.1	33.5	73.6	96.1	111.8	96.9	87.9	53.2	29.9	13.7	10.0	637.8
90 V	4.8	15.4	26.9	63.8	88.5	104.0	90.1	77.0	42.7	21.7	8.2	4.8	547.9
120	3.1	8.8	20.1	51.4	77.1	92.8	80.0	62.9	31.3	14.0	4.7	2.4	448.7
150	2.9	5.9	14.8	38.8	64.3	81.8	69.0	48.4	21.8	9.3	4.0	2.2	363.4
180 N	2.9	5.7	12.9	32.6	56.9	78.6	63.6	40.7	18.0	8.6	3.9	2.2	326.8
210	3.0	6.0	15.6	39.9	60.3	84.4	66.7	46.9	22.3	9.2	4.0	2.2	360.4
240	3.2	9.2	22.6	53.5	71.2	96.8	76.5	60.5	32.2	13.4	4.7	2.4	446.3
270 Ø	5.3	15.9	30.7	66.2	82.2	108.4	86.4	74.3	44.0	20.9	8.0	4.9	547.3
300	9.0	23.6	37.4	75.9	90.9	115.6	93.7	85.6	54.5	29.1	13.4	10.2	638.8
330	12.3	29.7	41.3	81.5	96.2	117.9	97.8	92.9	61.8	35.7	18.3	15.5	700.9

H&LDNING=45

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	17.3	38.2	46.0	85.1	97.6	113.0	97.3	97.6	69.6	44.7	25.6	23.4	755.5
30	14.9	34.5	42.0	82.1	98.8	111.9	98.1	96.2	65.4	41.4	23.0	20.3	728.7
60	9.9	26.2	35.3	75.0	96.3	109.0	96.1	89.0	55.7	33.0	16.3	12.8	654.6
90 V	5.3	16.5	27.4	63.4	87.4	100.2	88.3	75.7	42.8	22.9	9.1	5.5	544.5
120	3.3	8.8	19.7	48.4	72.7	85.3	74.9	58.2	29.5	13.7	4.8	2.5	421.8
150	3.1	6.1	14.2	32.9	54.3	66.7	58.2	39.7	19.6	9.3	4.2	2.3	310.7
180 N	3.1	6.0	13.0	24.2	41.5	58.2	47.9	28.7	16.8	8.8	4.2	2.3	254.9
210	3.1	6.2	14.7	33.8	49.3	69.7	55.4	38.3	19.8	9.2	4.2	2.3	306.1
240	3.3	9.3	22.3	50.6	65.4	90.1	70.8	55.6	30.5	13.1	4.8	2.5	418.4
270 Ø	6.0	17.2	32.1	66.3	79.6	105.7	83.7	72.4	44.3	21.9	8.8	5.7	543.8
300	11.1	26.8	40.4	78.0	89.7	113.9	92.1	85.9	57.4	32.0	15.8	13.0	656.2
330	15.8	35.0	45.5	84.2	95.2	114.8	95.8	94.4	66.7	40.7	22.7	20.5	731.3

H&LDNING=60

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	20.0	42.0	47.9	82.9	91.8	103.3	90.6	94.1	71.3	48.2	29.0	27.3	748.3
30	17.1	37.3	43.2	80.4	94.0	103.5	92.7	93.5	66.6	44.1	25.8	23.6	721.8
60	11.0	27.7	35.8	73.9	93.2	103.1	92.4	86.8	55.9	34.4	17.8	14.5	646.8
90 V	5.7	17.0	27.6	62.0	84.8	95.6	85.2	73.1	42.3	23.4	9.6	6.1	532.4
120	3.5	9.0	19.9	46.8	69.4	80.3	71.1	54.8	29.0	13.9	5.1	2.7	405.4
150	3.3	6.6	14.8	31.7	50.3	60.1	53.2	36.7	19.9	9.8	4.5	2.5	293.5
180 N	3.3	6.6	13.8	24.3	37.1	47.9	41.6	27.6	17.7	9.6	4.5	2.5	236.6
210	3.3	6.7	15.1	32.2	45.2	62.3	50.8	35.9	20.0	9.8	4.5	2.5	288.3
240	3.6	9.7	22.4	48.8	61.6	84.7	67.0	52.8	29.8	13.3	5.1	2.7	401.4
270 Ø	6.6	17.9	32.6	65.0	76.3	101.3	80.4	69.8	43.8	22.4	9.4	6.2	531.8
300	12.5	28.4	41.7	77.1	86.1	108.5	88.2	83.4	57.8	33.3	17.3	14.8	649.1
330	18.1	38.0	47.4	82.8	90.2	106.8	90.2	91.3	68.0	43.3	25.4	23.8	725.4

HÆLDNING=75

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	21.3	43.0	47.1	76.4	81.7	89.1	80.2	85.6	69.0	48.7	30.5	29.3	702.1
30	18.1	37.8	42.3	75.0	85.3	91.3	83.7	86.3	64.3	44.3	27.0	25.3	680.7
60	11.5	27.6	35.2	70.1	87.2	94.6	86.1	81.3	54.0	34.2	18.3	15.2	615.4
90 V	6.0	16.9	27.4	59.6	80.6	89.8	80.6	68.9	41.0	23.2	9.8	6.3	510.1
120	3.7	9.3	20.2	45.6	66.5	76.2	67.8	52.1	28.8	14.2	5.4	2.9	392.8
150	3.5	7.3	15.7	32.1	49.1	57.5	51.5	36.3	21.0	10.6	4.9	2.8	292.4
180 N	3.5	7.2	15.0	26.1	37.8	46.8	41.6	29.3	19.3	10.4	4.9	2.8	244.5
210	3.6	7.3	16.0	32.4	44.4	59.1	49.4	36.0	20.9	10.6	4.9	2.8	287.4
240	3.8	10.0	22.5	47.2	58.9	79.7	64.1	50.9	29.4	13.6	5.4	2.9	388.5
270 Ø	6.8	17.9	32.3	62.4	72.1	94.9	76.1	66.3	42.4	22.2	9.6	6.5	509.5
300	13.1	28.4	41.3	73.3	80.2	99.9	82.0	78.1	55.8	33.1	17.7	15.6	618.4
330	19.2	38.6	46.8	77.5	81.9	94.5	81.3	84.1	65.8	43.4	26.6	25.5	685.2

HÆLDNING=90 (SVARER TIL LODRET)

RETNING	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ARET
0 S	21.4	41.3	43.8	65.8	68.1	71.7	66.8	72.6	62.7	46.4	30.2	29.3	620.0
30	18.1	36.0	39.4	66.3	73.4	76.2	71.8	75.1	58.8	41.9	26.4	25.1	608.5
60	11.3	26.2	33.3	64.1	78.7	84.1	77.5	73.1	50.0	32.4	17.7	14.9	563.3
90 V	6.0	16.3	26.7	56.0	74.9	82.7	74.8	63.5	38.9	22.3	9.7	6.3	478.1
120	3.9	9.6	20.5	44.2	63.4	71.9	64.5	49.6	28.7	14.4	5.7	3.1	379.7
150	3.8	7.9	16.8	33.1	48.8	56.5	51.0	36.9	22.4	11.5	5.3	3.0	297.2
180 N	3.8	7.9	16.2	28.3	39.8	47.9	43.3	31.6	21.0	11.4	5.3	3.0	259.5
210	3.8	8.0	17.0	33.1	44.8	57.6	49.4	36.9	22.2	11.5	5.3	3.0	292.7
240	4.0	10.3	22.4	45.4	56.5	74.6	61.4	49.1	29.1	13.9	5.7	3.2	375.6
270 Ø	6.8	17.3	31.1	58.3	67.1	86.6	70.9	61.8	40.1	21.4	9.4	6.4	477.3
300	12.9	27.0	39.1	66.9	72.4	88.4	74.1	70.6	51.6	31.3	17.1	15.2	566.6
330	19.2	36.8	43.9	68.5	70.6	78.9	69.9	73.1	60.3	41.0	26.0	25.4	613.7

ENERGIMINISTERIETS MINDRE VARMELAGRE, Projekt under
Solvarmeprogrammet

Projektorganisation

Styregruppe

Energiministeriet har fra september 1981 udpeget følgende styregruppe for solvarmeprogrammet:

V. Korsgaard, professor, Lab. for Varmeisolering, DTH, (formand).
P. Ahrenst, kontorchef, Boligselskabernes Landsforening.
P. Alling, direktør, Dansk Solvarme K/S
E. Christoffersen, afd.leder, Statens Byggeforskningsinstitut.
P. Dirks, afdelingsingeniør, Dansk Kedelforening.
J. Fischer, direktør.
K. Hallgreen, ingeniør, Danfoss A/S.
J. Houmann, civilingeniør, Energiministeriet.
E. Jerking, Byggestyrelsen, energikontoret.
N.I. Meyer, Professor, Fys.Lab. III, DTH.
J.S.R. Nielsen, civilingeniør, Birch og Krogboe
V.S. Pejtersen, civilingeniør, Risø.
E. Petersen, lektor, Kem.Lab. I, H.C.Ørstedts Instituttet.
P. Steensen, civilingeniør, Teknologisk Institut.
P. J. Snare, civilingeniør, Energistyrelsen.

Projektmedarbejdere fra

Laboratoriet for Varmeisolering, DTH:

P. Christensen, civilingeniør, lic.techn.
S. Furbo, civilingeniør, stud. lic.techn.
K.K. Hansen, akademiingeniør, stud.lic.techn.
P.N. Hansen, lektor, lic.techn. (projektleder)
J.E. Larsen, akademiingeniør
N. Mejlhede Jensen, civilingeniør, lic.techn.
A. Nielsen, civilingeniør, lic.techn.

Liste over udkomne rapporter

- Nr. 1 Litteraturundersøgelse og vurdering af kemiske varmelagre, af Peter L. Christensen, august 1979.
- Nr. 2 Sæsonlagring af varme i store vandbassiner. Udført af Dipco Engineering ApS, november 1979.
- Nr. 3 Beregning af energiforbrug i bygninger (EFB-1). En metode til brug for bordregnemaskiner, af lic.techn. Anker Nielsen, februar 1980.
- Nr. 4 Beregning af energiforbrug i bygninger (EFB-1). Brugervejledning for TI-59. Lic.techn. Anker Nielsen, februar 1980.
- Nr. 5 Prøvning af varmelagerunits til solvarmeanlæg. Simon Furbo, april 1980.
- Nr. 6 Beregning af ruminddelte bygningers energiforbrug. Anker Nielsen, oktober 1980.
- Nr. 7 Vinduets betydning for enfamiliehuses energiforbrug. Anker Nielsen, november 1980.
- Nr. 8 Heat Storage with an incongruently melting salt hydrate as storage medium based on the extra water principle. Simon Furbo, december 1980.

Summary

Some new projects dealing with energy economic one-family houses have recently been made. These houses have been supplied with a glass-covered porch (glass house) in front of part of the south facade, in this way it should be possible to make better use of the insolation.

Calculations have been made on a single-family house with varying glass house areas by means of the simple EFB 3 method which can be used on buildings with more rooms. When making the calculations weather data from the most recent version of the reference year, REF-80, have been used. As an annex to the report there are also some calculations made on the insolation through windows inclining in different directions; these calculations are meant to be used when constructing other types of houses with glass houses.

The calculations prove that you will hardly have any energy savings by making a glass house of this sort; the economy will be about the same if you were to put an extra glass in the windows. Apart from calculations of the energy consumption also calculations of the monthly average temperature in the glass house have been made.

It is, however, possible to make better use of the heat from the glass house by injection of warm air into the house when the house is cool, and in this way to make a better economy in the house but then you will have to have a more complicated ventilation system.

Calculations have also been made of the increased energy consumption when ensuring a certain minimum temperature in the glass house.