



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



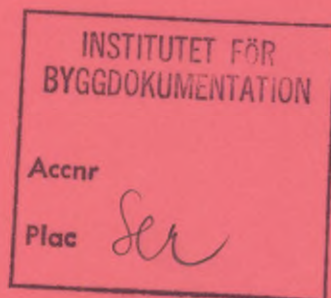
Rapport

R48:1985

Enkla solenergiberäknings- modeller

Jämförelse mellan modeller för
tappvarmvattensystem i Norden

Christer Brunström



Byggeforskningsrådet

R48:1985

ENKLA SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER

Jämförelse mellan modeller för
tappvarmvattensystem i Norden

Christer Brunström

821710-6
Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
från Statens råd för byggnadsforskning till
Vattenfall, Älvkarleby.

I Bygghforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R48:1985

ISBN 91-540-4370-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL

	SAMMANFATTNING	5
1.	INLEDNING	7
2.	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	7
3.	MODELLBESKRIVNINGAR	8
4.	RESULTAT	9
5.	DISKUSSION	11
Bilaga 1	Detaljerad specifikation av beräkningsförutsättningar	12
Bilaga 2	Instrålningsdata från det danska referensåret	17
Bilaga 3	Parametervariationer använda för känslighetsanalys	18
Bilaga 4	Deltagarlistor	25
Bilaga 5-12	Beskrivningar av deltagande modeller	29
Bilaga 13	Beräkningsresultat redovisade vid mötet i Stockholm.	71
Bilaga 14	Beräkningsresultat redovisade vid mötet i Oslo.	92
Bilaga 15	Beräkningsresultat redovisade vid mötet i Älvkarleby.	133

SAMMANFATTNING

I rapporten beskrivs resultaten av en jämförelse mellan några enkla solenergiberäkningsmodeller som används inom Norden. Deltagare från Danmark, Norge och Sverige har använt sina modeller för att simulera ett system med solvärt tappvarmvatten till ett enfamiljshus. Erhållen energiinsamling och temperaturnivåer per månad under ett år har jämförts för ett noggrant definierat standardsystem. Därefter har modellernas känslighet testats för variationer i storlek och prestanda på de ingående komponenterna i systemet.

Jämförelsen visar att endast små skillnader i den beräknade nyttiga solvärmens från systemet erhålls mellan sex av de testade modellerna. Känslighetsanalysen resulterade för dessa modeller i skillnader i årsresultat mindre än 10 procent för stora variationer i systemutförande. Skillnaden mellan beräknade resultat för enskilda månader uppvisar dock större variationer. De enklare f-chart modellerna ger här ett betydligt lägre energibidrag under vinterhalvåret och ett något större under sommaren än övriga modeller. Detta visar att flera olika typer av enkla solenergiberäkningsmodeller ger tillförlitliga resultat för årsvärden. Vid beräkningar för kortare tidsperioder skall resultaten från dessa modeller användas med stor försiktighet.

1. INLEDNING

Inom NBS-Energi, Nordiska Byggforskningsrådets Samarbetsgrupp på energiområdet, framkom under 1982 ett önskemål om att jämföra metoder använda inom Norden för att beräkna solinstrålning mot olika lutande ytor. Ett första möte där beräkningsresultat jämfördes anordnades vid Danmarks Tekniska Högskola den 18 november 1982. Mötet samlade ett 15-tal deltagare representerande Sverige, Danmark, Norge och Finland. Vid mötet beslöts att arbetet skulle gå vidare med att jämföra enkla beräkningsmodeller för solvärmesystem. Dessa jämförelser har resulterat i tre nordiska möten, den 15 april 1983 i Stockholm, den 10 november 1983 i Oslo och den 28 februari 1984 i Älvkarleby. I denna rapport redovisas de beräkningsresultat som presenterats vid dessa möten tillsammans med kortfattade beskrivningar av de använda beräkningsmetoderna.

2. BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Huvudändamålet har varit att jämföra modeller tillämpbara på system med solvärt tappvarmvatten till enfamiljshus. Standardsystemet består av 6 m² solfångare med en 200 liters lagringstank. Lagret är inte skiktat och hjälpvärmesystemet ligger utanför tanken. Värmeväxlaren i soltanken, med given värmeöverföringskoefficient, sträcker sig utmed hela tankens höjd. Som värmebärare används en blandning med 50 procent vatten och 50 procent propylenglykol. Förbrukningen antas ske enligt en given dygnsprofil eller med en jämn förbrukning över dygnet. Systemets reglerfunktion antas fungera perfekt och utan hysteresis. En utförligare specificering av standardssystemet med tekniska data på alla ingående komponenter tillsammans med de meteorologiska förutsättningarna för beräkningarna inför första mötet framgår av bilaga 1. Bilagan innehåller även en schematisk figur av standardsystemet och av den antagna förbrukningsprofilen.

Till mötet i april 1983 utfördes beräkningar enligt det ovan beskrivna standardsystemet. Jämförelsen av resultaten försvarades av att de instrålningsberäkningar som använts i de olika modellerna hade gett olika instrålningar i solfångarplanet. Även den tekniska specifikationen av solfångarna hade tolkats olika av deltagarna. Inför mötet i Oslo klargjordes dessa missförstånd och det beslutades att instrålningsdata för fortsättningen skulle hämtas från det danska referensåret. Förutsättningarna ändrades också så att instrålningen gavs i solfångarnas plan, bilaga 2. Vidare bestämdes att jämförelsen mellan modellerna skulle göras vid tre olika belastningsfall. Inför mötet i Älvkarleby beslöts slutligen att en parameterstudie skulle göras med utgångspunkt från standardsystemet. Med varje modell skulle om möjligt beräkningar utföras på de parametervariationer som angivits i bilaga 3. Totalt innebar detta 18 beräkningar per modell med redovisning av såväl månads- som årsresultat.

3. MODELLBESKRIVNINGAR

En deltagarlista för varje möte återfinns i bilaga 4. De deltagare som bidragit med beräkningsresultat har även distribuerat kortfattade beskrivningar av de använda beräkningsmetoderna. Vid mötet i Stockholm i april 1983 jämfördes resultat från åtta beräkningsmodeller. En modell behandlade endast instrålningen mot solfångaren och har därför utelämnats i denna rapport. Den danska modellen \emptyset -f chart ersattes senare med en beräkningsmodell kallad EMGP2. Beteckningar och hänvisningar till de bilagor där de återstående sex modellerna beskrivs framgår av tabell 1.

Tabell 1. Deltagande program, Stockholm april 1983

Namn	Program	Bilaga nr
Christer Brunström	(Vattenfall)	5
Andersson/Eliasson	f-chart	6
Valdis Girdo	AUTOSOL	7
Ole Balslev-Olesen	\emptyset -f chart	
	f-chart 4.1	8
Leif Linding	f-chart	9
Heimo Zinko	SOLOP	10

Fyra av modellerna använde f-chart för beräkningarna varav \emptyset -f chart och f-chart 4.1 är utvidgade varianter. AUTOSOL baseras på en konstant solfångartemperatur med temperaturen som parameter. Modellen återspeglar därför inte helt den verkliga driften i solfångarsystem för tappvarmvatten. SOLOP bygger på en statistisk beskrivning av en medeldag i varje månad. Utbytet under medeldagen beräknas noggrant, 15 minuters steg, med varje tidssteg uppdelat i en helklar och en halvmuln andel. Vattenfalls modell och EMGP2, bilaga 11, som ersatte \emptyset -f chart är båda timme för timme beräkningar på systemet för en hel årscykel. EMGP2 har utvecklats som referensmodell inom EG. Modellen är noggrant testad mot mätningar på olika solfångaranläggningar i Europa. Vattenfalls modell har utvecklats vid Älvkarlebylaboratoriet och baseras på K_T -metoden för instrålningsberäkningen kompletterad med en energibalans för lager och rörsystem.

Efter mötet i Stockholm utgick AUTOSOL från jämförelserna. Till mötet i Oslo tillkom en f-chart modell från Norge, bilaga 12. Denna modell var sedan inte representerad vid mötet i Älvkarleby. Till den avslutande parameteranalysen återstod därmed sex av modellerna.

4. RESULTAT

Redovisningen av beräkningsresultaten har omfattat såväl energi från solfångarna, nyttiggjord solvärme och energiförluster som temperatur i lagringstank och solfångare. Sammanställningarna av resultaten inför mötena i Stockholm och i Oslo gjordes av Studsvik Energiteknik AB. Resultaten redovisades dels i tabellform, dels i form av stapeldiagram och input/outputdiagram. Sammanställningarna inför mötet i februari 1984 gjordes vid Älvkarlebylaboratoriet. Års- och månadsresultaten från parametervariationerna redovisades i tabeller och figurer. En utförligare presentation av hur redovisningarna är upplagda ges tillsammans med respektive sammanställning. Beräkningsresultaten som redovisades vid Stockholmsmötet ges i bilaga 13, vid Oslomötet i bilaga 14 och vid mötet i Älvkarleby i bilaga 15. I den norska f-chart modellen har troligen en felaktighet i beräkningsgången uppstått. Resultaten från denna modell har därför uteslutits ur den fortsatta presentationen. Till mötet i Älvkarleby hade förutsättningarna för känslighetsanalysen i några beräkningsfall tolkats olika av deltagarna. De aktuella fallen framgår tydligt av berörda figurer i bilaga 15.

Tabell 2. Beräknad nyttiggjord solvärme för standardsystemet

Mån	Nyttiggjord energi (kWh/m ²)					
	Brunstr Vattenf.	Linding f-chart	An/EI f-chart	Zinko SOLOP	Balslev-Olesen EMGP2	fchart 4.1
jan	8.3	.0	.0	9.9	8.2	6.9
feb	15.4	13.3	13.6	15.9	16.5	18.1
mar	20.2	20.6	21.4	23.7	21.2	23.1
apr	35.8	43.1	44.1	35.1	37.0	39.8
maj	41.1	50.8	51.9	39.3	44.6	44.4
jun	48.0	57.0	58.1	45.7	48.1	50.5
jul	44.3	53.1	54.3	44.9	46.5	46.8
aug	43.3	51.6	52.6	45.6	45.9	46.3
sep	33.8	37.4	38.4	37.3	35.6	36.6
okt	22.4	20.3	20.9	26.5	23.8	25.0
nov	12.1	4.7	4.9	13.1	13.4	14.8
dec	10.3	.7	.7	10.1	11.4	11.1
år	335.0	352.8	360.9	347.1	352.2	363.0

I tabell 2 redovisas månads- och årsvärden av den beräknade nyttiggjorda solvärmens från systemet för sex av de modeller som deltog vid Oslomötet. De beräknade årsresultaten från modellerna ligger mycket väl samlade. En jämförelse med EMGP2 ger en maximal avvikelse på 5 procent mellan modellerna. Detta är av samma storleksordning som de mätfel som erhålls vid fältförsök med normala mätinsatser där täckningsgraden från solfångarsystem skall utvärderas. Samtliga jämförda modeller kan därför sägas uppfylla kravet på att ge tillförlitligt värde på årstäckningsgraden för tappvarmvattensystem med solfångare. Tillförlitligheten i resultatet vid enklare beräkningar för dimensionering beror därför inte på valet av metod utan begränsas oftast av bristen på tillförlitliga meteorologiska data.

Avvikelserna mellan de jämförda modellerna blir större om resultaten per månad analyseras. De enklare f-chart modellerna ger mycket små energibidrag under vinterhalvåret vilket kompenseras av en relativt hög energiinsamling på sommaren. Den utvecklade f-chart modellen ger ett resultat som mer liknar övriga modeller. Skillnaderna i månadsresultat visar att enkla beräkningsmodeller i första hand skall användas för årssimuleringar. Modellerna ger tillförlitliga årsresultat men skall användas mycket försiktigt då utbytet från ett solfångarsystem under en kortare tidsperiod skall analyseras.

Resultaten från känslighetsanalysen visar att den goda överensstämmelsen mellan beräknade årsresultat från modellerna består även då systemets dimensioneringsdata varierar inom stora intervall. Endast i något fall blev avvikelsen mellan EMGP2 och någon av de övriga modellerna större än 10 procent.

5. DISKUSSION

Beräkningsresultat från enkla modeller av solvärmda tappvarmvattensystem har jämförts inom ramen för ett nordiskt samarbete. Deltagare från Sverige, Danmark och Norge har träffats vid tre olika tillfällen och jämfört resultat. Fem av de jämförda beräkningsmodellerna har använts för beräkningar till samtliga tre möten. En modell har använts till de två sista mötena medan ytterligare tre modeller var och en har använts endast vid ett möte.

Resultaten som presenterades vid det första mötet visade relativt stor spridning. Detta förklaras i huvudsak av att instrålningsberäkningarna inkluderats i modellerna och därmed givit olika förutsättningar för systemberäkningen. Vidare hade förutsättningarna tolkats på lite olika sätt av deltagarna. Dessa misstag rättades till inför kommande möten. Vid det andra mötet presenterades resultat för ett standardsystem vid tre olika belastningsfall. En av de danska modeller som bidragit med resultat, EMGP2, har utvecklats och testas som referensmodell inom EG. En jämförelse mellan årstäckningsgraden beräknad med EMGP2 och med fem av de övriga modellerna gav en maximal avvikelse på 5 procent. Denna goda överensstämmelse bestod vid känslighetsanalysen, med en avvikelse mellan EMGP2 och övriga modeller mindre än 10 procent för en stor uppsättning dimensioneringsdata. Om de beräknade energibidragen för enskilda månader analyseras fås stora skillnader i resultat. De enkla f-chart modellerna ger ett lägre energibidrag på vintern men ett något högre bidrag under sommaren än övriga modeller.

Resultaten visar att de enkla solenergiberäkningsmodeller som testas här ger överensstämmande resultat. Detta gäller för årssimuleringar av solvärmda tappvarmvattensystem och för en stor uppsättning dimensioneringsdata. Jämförelser med den europeiska referensmodellen, EMGP2, som testats mot mätresultat för flera anläggningar i drift visar på en hög tillförlitlighet i beräknade årsresultat från de enkla modellerna. Det fortsatta arbetet kan därför åter inriktas mot instrålningsberäkningarna. Osäkerheten i dessa beräkningar är en viktig orsak till osäkerheten i det slutliga resultatet från den typ av systemsimuleringar som behandlats här.

Bilaga 1

SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER

SYSTEMSPECIFIKATION FÖR REFERENSSYSTEMET

Collector

1-glass cover, selective	
Absorber quality ($\alpha = 0.92$, $\epsilon = 0.12$)	
Aperture area:	6 m ²
Zero loss coefficient η_0 ($\eta_0 = F' \alpha_T$):*	0.72
Heat loss coefficient (linear) U_L^1 : ($U_L^1 = F' U_L$)	4.2 W/m ² K
Heat loss coefficient (2nd degree)	$U_L^2: 0.0$
Flow rate (50 % water-glycol) (propylenglykol)	0.3 m ³ /h
Tilt:	45°
Ground reflection factor:	0.2
Heat capacity of the collector:	20 kJ/m ² K

Storage (Cylindrical)

Solar preheating tank volume:	0.2 m ³
Diameter:	0.5 m
Hight:	1.0 m
Thickness of insulation:	0.1 m (K = 0.4 W/m ² K)
Heat exchange rate for the internal heat exchanger (solar to domestic water):	0.5 kW/1°C mean temperature difference

*

Solfångarens verkningsgradkoefficienter är
beräknade på solfångarens medeltemp

$$\frac{(T_{in} + T_{ut})}{2}$$

Other system specifications

Piping length: (half outside, half inside the building)	2 x 10 m
Ø Pipes:	20 mm
Thickness of insulation:	15 mm
Effective heat loss coefficient piping:	0.25 W/mK
Heat capacity of piping and other equipment:	15 kJ/m ² K
Cold water inlet temperature:	10°C
Hot water distribution temperature:	50°C
Room temperature (inside house):	20°C

Load

0.25 m³ hot water per day all year.

Load profile: enligt A.5 eller kontinuerlig

Auxiliary heater

Direct heating after solar tank, no storage.

Climate

Köpenhamn - latitude 56°.

Annual irradiation: (kWh/m²)

Enligt specifikation för det danska referensåret.

Bilaga A.3.

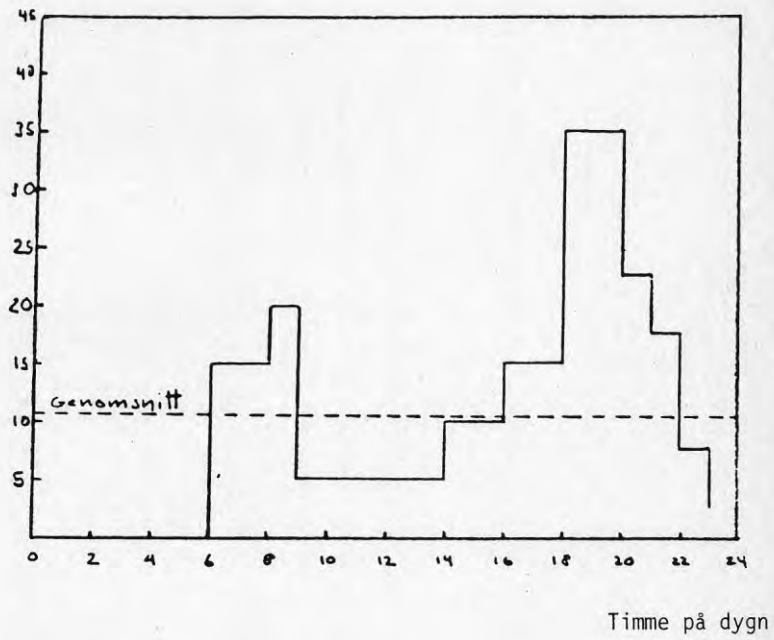
MONTHLY MEANS

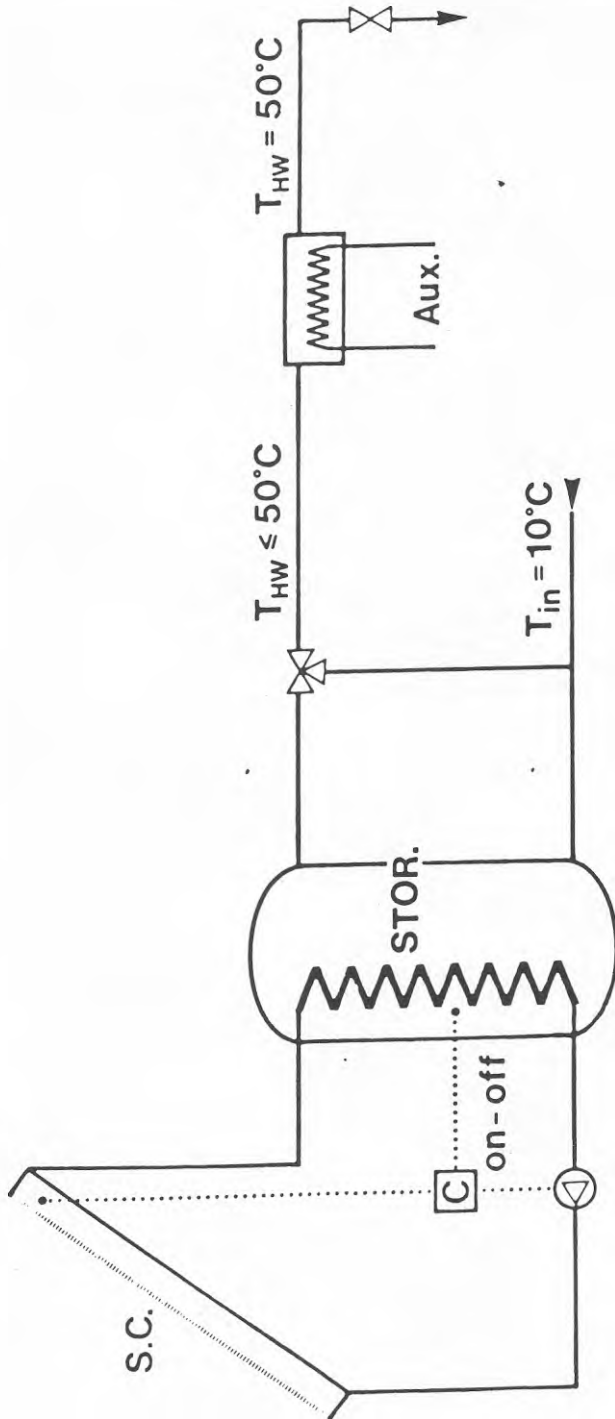
Stockholm - Climate Description.

	Solar Radiation (kWh/m ²)		Sunshine hours	Number of days			Temperatures °C	
	Global horiz.	Diffuse horiz.		Sunny	Half- cover	Cloud cover	Monthly means (all day)	6-18 h means
JAN	10.4	-	38	2.9	9.1	19.0	- 2.9	- 2.8
FEB	26.1	-	70	3.2	9.2	16.2	- 3.1	- 2.5
MAR	72.7	-	139	6.6	10.9	13.5	- 0.7	0.7
APR	109.5	-	194	4.9	14.2	10.9	4.4	6.3
MAY	160.1	-	276	7.3	14.7	9.0	10.1	11.9
JUN	174.5	-	290	5.8	16.1	8.1	14.9	16.6
JUL	167.3	-	281	5.9	16.8	8.3	17.8	19.5
AUG	130.2	-	233	5.3	16.4	9.3	16.6	18.3
SEP	79.7	-	168	4.3	14.9	10.8	12.2	13.6
OCT	37.3	-	97	3.6	11.8	15.6	7.1	7.9
NOV	12.1	-	39	2.0	7.6	20.4	2.8	3.1
DEC	6.7	-	24	1.9	8.0	21.1	0.1	0.2

Behovsprofil (250 l/dygn)

Förbrukning l/h





Modellsystem för simulering

Bilaga 2

MÅNADS MEDELVÄRDEKlimatbeskrivning Köpenhamn lat 56°

	Instrålning mot 45° lutande plan (kWh/m^2) riktad mot syd				Solskens- tid/dag (h)	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)
	Global mot 45°	Diffus mot 45°	Reflekt. mot 45°	Direkt mot 45°		
JAN	26.840	7.760	0.369	18.711	0.8	- 0.6
FEB	57.821	14.631	0.974	42.215	2.2	- 1.1
MAR	75.014	31.124	1.720	42.170	2.5	2.6
APR	133.687	48.874	3.481	81.332	5.3	6.6
MAJ	155.990	64.755	4.555	86.680	6.0	10.6
JUN	177.079	68.788	5.437	102.855	8.8	15.7
JUL	156.024	69.777	4.710	81.537	7.3	16.4
AUG	149.162	54.796	3.950	90.416	7.0	16.7
SEP	107.151	39.971	2.437	64.744	4.8	13.7
OKT	68.408	21.894	1.284	45.230	2.8	9.2
NOV	38.661	10.528	0.562	27.571	1.0	5.0
DEC	34.350	6.061	0.348	27.940	1.3	1.6

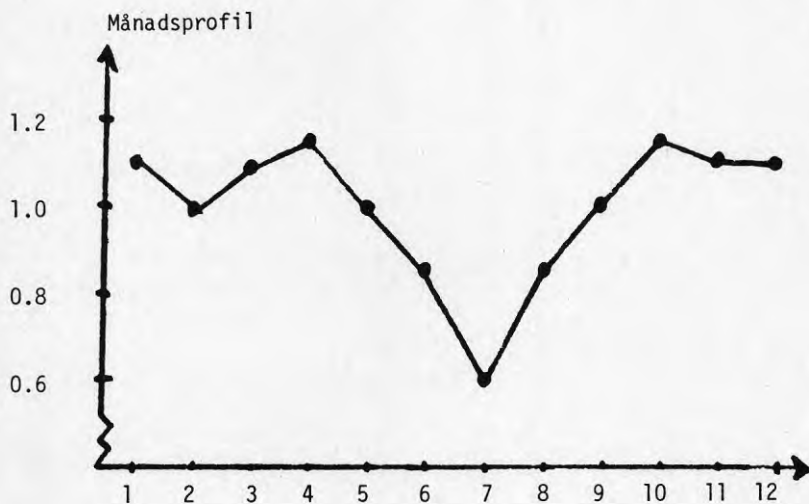
Parametervariationer

Utgående från referensmodellssystemet skall beräkningar göras för nedan angivna parametervariationer. Analysen görs så att endast en parameter i taget varierar från referensfallet. Resultaten redovisas som "solenergi till varmvatten" (Q200) för varje månad och för hela året. Redovisning sker på bifogade blanketter.

Nr	Parameter		
1	Referenssystemet enl bil A		
2	Lutning ("Tilt")	30 ⁰ , 60 ⁰ , 90 ⁰	*
3	Azimuth	öst, sö (-90 ⁰ , -45 ⁰)	*
4	Lager (Tank volume)	0.4 0.6 m ³	
5	Yta ("Aperture area")	4, 8 m ²	
6	VVX ("Heat exchange rate")	0.3, 0.7 kW/1 ⁰ C	
7	Solfångare ("Collector")	a) $\eta_0 = 0.8$, $U_L^1 = 3.3$ W/m ² ,k b) $\eta_0 = 0.8$, $U_L^1 = 6.5$	"-"
8	Månadsprofil	Inkluderad	
9	Distr. temp. ("Hot water temp")	40, 75 ⁰ C	
10	Skiktning	Inkluderad	

Beräkningar enligt ovanstående lista ger totalt 18 st årssimuleringar inklusive referenssystemet.

* För punkt 2 och 3 används instrålningsdata från det danska referensåret enligt



I figuren visas förbrukningens andel av månadsmedelvärdet enligt;

Mån:	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Andel:	1.1	1.0	1.1	1.15	1.0	0.85	0.6	0.85	1.0	1.15	1.1	1.1

SOLINDSTRALING PR. KVM FLAUE MED 30 GRADERS HELDNING OG AZIMUTH= 0 GRADER

MDR	DIF_MH	REF_MH	DIR_MH	GLO_MH	DIF_MJ	REF_MJ	DIR_MJ	GLO_MJ
JAN	8240	169	14647	23056	30	1	53	83
FEB	15540	446	35751	51737	56	2	129	186
MAR	33353	787	38421	72561	120	3	138	261
APR	52361	1592	80711	134663	188	6	291	485
MAJ	69689	2084	90790	162562	251	8	327	585
JUN	73991	2487	110926	187404	266	9	399	675
JUL	75068	2154	86679	163901	270	8	312	590
AUG	58360	1807	90721	150887	210	7	327	543
SEP	42326	1115	60069	103509	152	4	216	373
OKT	23163	588	39199	62950	83	2	141	227
NOV	11109	257	22249	33615	40	1	80	121
DEC	6292	159	21717	28169	23	1	78	101
TOTAL	469491	13644	691880	1175015	1690	49	2491	4230

SOLINDSTRALING PR. KVM FLADE MED 60 GRADERS HÆLDNING OG AZIMUTH= 0 GRADER

MDR	DIF_WH	REF_WH	DIR_WH	GLO_WH	DIF_MJ	REF_MJ	DIR_MJ	GLO_MJ
JAN	7134	629	21500	29264	26	2	77	105
FEB	13447	1663	45802	60912	48	6	165	219
MAR	28218	2937	43045	74200	102	11	155	267
APR	44330	5942	76596	126868	160	21	276	457
MAJ	58326	7777	76964	143066	210	28	277	515
JUN	62007	9282	88425	159714	223	33	318	575
JUL	62881	8041	71339	142261	226	29	257	512
AUG	50152	6743	84169	141064	181	24	303	508
SEP	36902	4160	65011	106072	133	15	234	382
OKT	20239	2193	48179	70610	73	8	173	254
NOV	9771	959	31014	41744	35	3	112	150
DEC	5760	595	32259	38614	21	2	116	139
TOTAL	399168	50919	684303	1134390	1437	183	2463	4084

SOLINDSTRALING PR. KVM FLADE MED 90 GRADERS HÆLDNING OG AZIMUTH= 0 GRADER

MDR	DIF_WH	REF_WH	DIR_WH	GLO_WH	DIF_MJ	REF_MJ	DIR_MJ	GLO_MJ
JAN	5625	1259	22592	29476	20	5	81	106
FEB	10589	3326	43580	57495	38	12	157	207
MAR	21203	5874	36136	63213	76	21	130	228
APR	33360	11884	52701	97945	120	43	190	353
MAJ	42804	15553	44786	103143	154	56	161	371
JUN	45637	18564	46052	110253	164	67	166	397
JUL	46235	16081	39211	101527	166	58	141	365
AUG	38940	13486	55839	108265	140	49	201	390
SEP	29493	8319	52564	90377	106	30	189	325
OKT	16243	4385	44250	64878	58	16	159	234
NOV	7943	1918	31469	41329	29	7	113	149
DEC	5034	1189	34157	40380	18	4	123	145
TOTAL	303105	101838	503336	908279	1091	367	1812	3270

SOLINDSTRALING PR. KVM FLADE MED 45 GRADERS HELDNING OG AZIMUTH=90 GRADER

MDR	DIF_WH	REF_WH	DIR_WH	GLO_WH	DIF_MJ	REF_MJ	DIR_MJ	GLO_MJ
JAN	7449	369	5300	13117	27	1	19	47
FEB	14113	974	16795	31882	51	4	60	115
MAR	30528	1720	25828	58076	110	6	93	209
APR	48201	3481	58690	110372	174	13	211	397
MAJ	64147	4555	64992	133695	231	16	234	481
JUN	68798	5437	93608	167843	248	20	337	604
JUL	69393	4710	65644	139747	250	17	236	503
AUG	53821	3950	61479	119250	194	14	221	429
SEP	38683	2437	35910	77029	139	9	129	277
OKT	21033	1284	18488	40805	76	5	67	147
NOV	10004	562	7715	18281	36	2	28	66
DEC	5616	348	6469	12434	20	1	23	45
TOTAL	431785	29828	460919	922532	1554	107	1659	3321

SOLINDSTRALING PR. KVM FLADE MED 45 GRADERS HJELDNING OG AZIMUTH--45 GRADER

MDR	DIF_WH	REF_WH	DIR_WH	GLO_WH	DIF_MJ	REF_MJ	DIR_MJ	GLO_MJ
JAN	7655	369	14749	22773	28	1	53	82
FEB	14464	974	34047	49486	52	4	123	178
MAR	30971	1720	38861	71552	111	6	140	258
APR	48760	3481	76847	129088	176	13	277	465
MAJ	64614	4555	80716	149885	233	16	291	540
JUN	68980	5437	104730	179148	248	20	377	645
JUL	69766	4710	77986	152462	251	17	281	549
AUG	54548	3950	82458	140956	196	14	297	507
SEP	39600	2437	56388	98424	143	9	203	354
OKT	21600	1284	36070	58954	78	5	130	212
NOV	10329	562	20930	31821	37	2	75	115
DEC	5899	348	20889	27136	21	1	75	98
TOTAL	437185	29828	644672	1111684	1574	107	2321	4002

Bilaga 4

DELTAGARE SEMINARIET FÖR SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER

15 april 1983, Stockholm

Jonas Sandgren
och
Heimo Zinko
Studsvik Energiteknik AB
S-611 82 NYKÖPING
Telephone: 0155 - 800 00

Egil Öfverholm
Byggeforskningsrådet
S:t Göransgatan 66
S-112 33 STOCKHOLM
Telephone: 08 - 54 06 40
Telex: 10398

Ole Balslev-Olesen, Ove Jorgensen
Laboratoriet for Varmeisolering
Danmarks Tekniske Højskole
Bygning 118
DK-2800 LYNGBY

Leif Linding
Teknologisk Institut
Gregersensvej
DK-2630 TÅSTRUP
Telephone: (02) 99 66 11

Hans Andersson
Laboratoriet för fysikalisk mätteknik
Statens Provningsanstalt
Brinellgatan 4
Box 857
S-501 15
Telephone: 033 - 10 20 00
Telex: 36252 testing s

Valdis Girdo
Kungl Tekniska Högskolan
Inst för byggnadsteknik
Fack
S-100 44 STOCKHOLM
Telephone: 08 - 787 70 00

Roger Taesler, Kari Andersson
SMHI
Box 923
S-601 19 NORRKÖPING

Björn Karlsson
Vattenfall - Älvkarlebylaboratoriet
S-810 71 ÄLVKARLEBY
Telephone: 026 - 88 100

Trond Dahlsveen
Rådg.ing Lars Myhre
Solligt.2
OSLO 2
Telephone: 02 56 49 56

Mai Mehlen
Universitet OSLO
Fysisk institutt
Postbox 1048
OSLO 3

Fritjof Salvesen
A/S Miljøplan
Kjorbuveien 14
N-1300 SANDVIKA

DELTAGARE SEMINARIET FÖR SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER
10 november 1983, Oslo

Heimo Zinko
Studsvik Energiteknik AB
S-611 82 NYKÖPING
Telefon: 0155-800 00

Hans Andersson
Lab C3
Statens provningsanstalt
Box 857
S-501 15 BORÅS
Telefon: 033-16 54 40

Mari Mehlen
Universitetet i Oslo
Fysisk institutt
Post box 1048
OSLO 3
Telefon: 02 - 45 64 28

Ole Balslev-Olesen
Laboratoriet for Varmeisolering
Byg 118
N-2800 LYNGBY
Telefon: 02-88 35 11 (lok 5239, 5234)

Christer Brunström
Älvkarlebylaboratoriet/Vattenfall
S-810 71 ÄLVKARLEBY
Telefon: 026-881 00

Trond Dahlsveen
Rådg ing Lars Myhre
Solligt 2
OSLO 2

Fritjof Salvesen
A/S Miljøplan
Kjorbuveien 14
N-1300 SANDVIKA

Leif Linding
Provestationen for Solvarmanlag
Teknologisk Institut
Gregersensvej
DK-2630 TÅSTRUP

Jonas Sandegren
Studsvik Energiteknik AB
S-611 82 NYKÖPING
Telefon: 0155-800 00

DELTAGARE SEMINARIET FÖR SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER
28 februari 1984, Älvkarleby

Hans Andersson
Statens Råd för Byggnadsforskning
S:t Göransgatan 66
S-112 33 STOCKHOLM
Telefon: 08-54 06 40

Ole Balslev-Olesen
Laboratoriet for Varmeisolering
Byg 118
N-2800 LYNGBY
Telefon: 02-88 35 11 (lok 5239, 5234)

Fritjof Salvesen
A/S Miljøplan
Kjørbuveien 14
N-1300 SANDVIKA
Telefon 02 - 39 24 16

Leif Linding
Provestationen for Solvarmeanlag
Teknologisk Institut
Gregersensvej
DK-2630 TÅSTRUP

Jonas Sandgren
Studsvik Energiteknik AB
S-611 82 NYKÖPING
Telefon: 0155-800 00

Christer Brunström, Björn Karlsson, Mats Larsson
Vattenfall - Älvkarlebylaboratoriet
S-810 71 Älvkarleby
Telefon 026-88 100

Bilaga 5

Seminarium för Solenergiberäkningsmodeller Simulering av tappvarmvattensystem

1. Allmänt

Nedan beskrivs kortfattat det simuleringsprogram för tappvarmvattensystem med solfångare som utvecklats vid Älvkarlebylaboratoriet. Programmet är skrivet i Fortran 77 på laboratoriets VAX 11/750 dator.

En allmän referens för den teoretiska behandlingen av solfångaren och solfångarsystemet samt för bestämningen av solinstrålningens fördelning över året är "Solar Engineering of Thermal Processes" av Duffie o Beckman, 1980. Dessutom har material publicerat vid DTH, Laboratoriet för Varmeisolering, använts under arbetet.

Beräkningarna för ett år fortlöper i princip enligt följande:

- Initiering med angivande av startmånad och starttemp. i lagret
- Solinstrålning och varmvattenförbrukning för varje dag under månaden bestäms.
- Den timvisa instrålningen och varmvattenförbrukningen beräknas ur erhållna dagmedelvärden.
- Systemets energiflöden beräknas och förändringen av lagertemperaturen kan bestämmas.
- Beräkningarna upprepas för varje timme och dag i månaden.
- Nästa månad.

Simuleringen utförs genomgående med en timmes tidssteg

2. Solinstrålning

Modellen för simulering av solinstrålningen ger den globala instrålningen mot en godtyckligt lutad och orienterad yta för varje timme under året (direkt, diffus och reflekterad komponent kan fås separerade vid behov) beräknad ur månadsmedelvärden av global solinstrålning mot en horisontell yta för aktuell eller närliggande plats. Alternativt kan månadsmedelvärdet av antal soltimmar per dag användas som indata. Statistiska studier av solinstrålningens tidsfördelning ger förutsättningarna för en uppdelning i dagar med olika dygnsinstrålning samt diffus andel av denna. [Figur 1 och 2]. Vidare är en uppdelning av solinstrålningen på dygnets timmar möjlig från statistik och kännedom om aktuell daglängd [Figur 3 och 4]. Omräkning av instrålningen till en godtyckligt orienterad yta görs för varje timme med kännedom om aktuell solvinkel.

Utetemperaturen ansätts med månadsmedelvärdet av dagtemperaturen för aktuell plats. Detta relativt grova antagande kan förfinas till att gälla dag- eller timmedelvärde.

Solfångare

Programmet använder en linjär modell för solfångarens verkningsgrad enligt:

$$\eta = F_R \left[(\alpha\tau) - U_L \left(\frac{T_i - T_a}{E_g} \right) \right] \text{ där}$$

T_i = intemperatur till solfångaren

T_a = utomhustemperaturen

Ofta ges konstanterna i solfångarmodellen med T_m ($T_m = \frac{T_i + T_u}{2}$) som referenstemperatur enligt

$$\eta = F' \left[(\alpha\tau) - U_L \left(\frac{T_m - T_a}{E_g} \right) \right] = \eta_o - k_e \left(\frac{T_m - T_a}{E_g} \right)$$

I de fall indata ges enligt denna senare modell utförs en omräkning av konstanterna till motsvarande värden med T_i som referenstemperatur. Detta kan göras om flödet i solfångarkretsen är känt.

Rör med förluster

Förluster i rörsystemet minskar utbytet från solfångarkretsen. Hänsyn till detta tas genom en modifiering av konstanterna i modellen för solfångarens verkningsgrad. Om antagandet görs att alla rörförluster sker mot omgivningstemperaturen, T_a , kan det visas att en modifiering av parametrarna ($\alpha\tau$) och U_L i modellen tar hänsyn till förlusterna. Modifieringens storlek beror av aktuella rörytor och isolertjocklek samt av flödets storlek. Om förlusterna delvis sker mot en annan temperatur än T_a kan hänsyn till detta tas genom att införa en effektiv förlustkoefficient för den aktuella rördragningen.

Värmväxlare

Inverkan av värmväxlaren på utbytet från solfångarkretsen uttrycks likartat med rörförlusterna som en modifiering av modellparametrarna. En kombination av de ekvationer som beskriver värmväxlarens temperaturverkningsgrad med ekvationen för solfångarens verkningsgrad visar att en justering av F_R i modellen är tillräcklig. En spiralvärmväxlare beskrivs av ekvationerna för en motströmsvärmväxlare men med oändligt kapacitetsflöde, (mC_p) , på tanksidan. Modifieringen av F_R kan då visas bero av flödet i solfångarkretsen, $(mC_p/As)_{\text{solf}}$, solfångarens förlustkoefficient ($F_R \cdot U_L$), och värmväxlarens temperaturverkningsgrad ϵ enligt,

$$F'_R/F_R = \frac{1}{1 + \frac{AsFRU_L}{(mC_p)_{\text{solf}}} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right)}$$

Resultatet av modifieringarna enligt ovan kan sammanfattas i en slutlig modell för solfångarkretsens momentana verkningsgrad enligt:

$$\eta = F_{\text{mod}} \left[(\alpha\tau)_{\text{mod}} - U_{\text{mod}} \left(\frac{T_i - T_a}{E_g} \right) \right] \text{ där}$$

T_i är temperaturen i botten på lagret och intemperatur till solfångarkretsen.

För de här aktuella beräkningarna har regleringen antagits sådan att:

Pumpen i solfångarkretsen arbetar med fullt flöde så fort en temperatur som är 10°C högre än aktuell lagertemperatur kan levereras till tanken.

Kapacitetsförluster

Levererad energi från solfångarkretsen till lagret bestäms med det modifierade verkningsgrassambandet enligt ovan. De timmar solfångaren ger ett positivt bidrag till lagret subtraheras kapacitetsförlusterna från nettoenergin i två termer:

- $(mC_p \Delta T)_{\text{sol f}}$, förluster genom uppvärmning av solfångaren
- $(mC_p \Delta T)_{\text{rör}}$, förluster genom uppvärmning av rör

Av beräkningsmässiga skäl har ΔT ovan antagits vara identiskt med den temperaturförändring som beräknas för lagret i varje tidssteg.

4. Lager och förbrukarkrets

Vattentemperaturen, T_s , antas konstant i hela lagret. En beräkning av temperaturförändringen i lagret beräknas för varje timme då följande differentialekvation skall lösas:

$$(V \cdot C_p) \frac{dT_s}{dt} = Q_{\text{sol}}(T_s) - Q_f(T_s) - Q_L(T_s) \text{ där}$$

Q_{sol} = levererad effekt från solfångarkretsen med hänsyn tagen till rör- och VVX-förluster samt till kapacitiva förluster

Q_f = tankförluster

Q_L = levererad effekt till förbrukarkretsen

V = lagervolym

Med en enkel Eulerintegrering kan temperaturderivatan $\left(\frac{dT_s}{dt}\right)$ uttryckas som $\Delta T/\tau$ varefter ekvationen kan lösas med avseende på temperaturförändringen i lagret.

Tillsatsenergi till förbrukarkretsen tas genom direktvärmning i kretsen efter lagret. En konstant framledningstemperatur över året lämnas till förbrukarna. Möjlighet till shuntning av kallvatten vid behov finns för detta. Förbrukningen kan allt efter önskemål och tillgång på brukarstatistik upplösas i fördelning mellan månader, fördelning mellan dagtyper inom månaden och fördelning mellan timmar under dygnet.

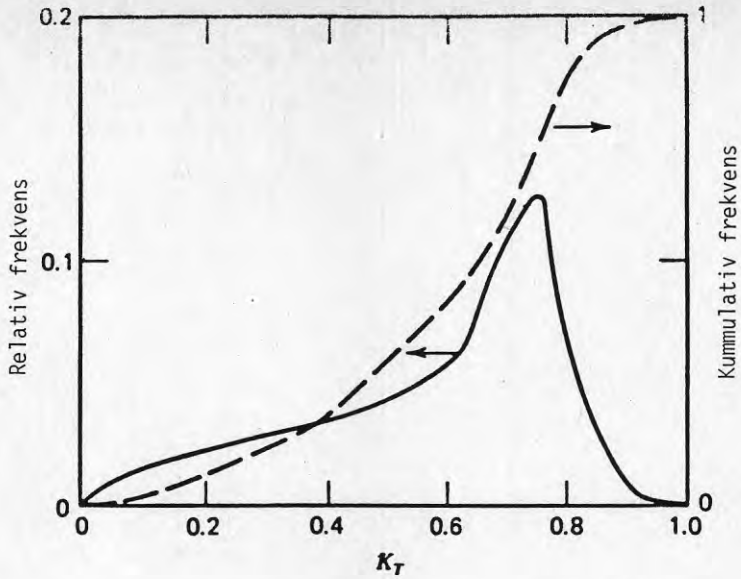


Fig. 1 a Exempel på fördelning av dagar med varierande klarhetsindex, dvs förhållandet mellan verklig och extraterrestriell solinstrålning.

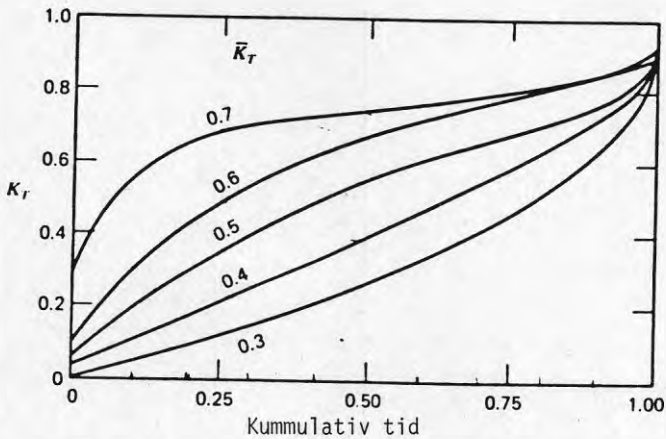


Fig. 1 b. Fördelningen av dagar med varierande klarhetsindex K_T för månader med givna klarhetsindex \bar{K}_T .

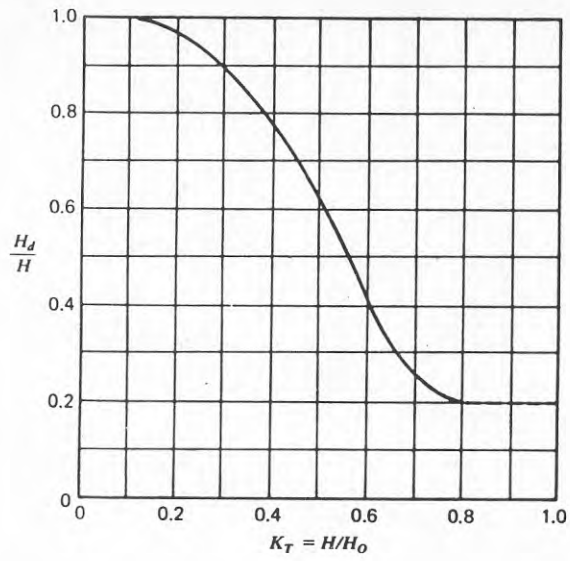


Fig. 2. Dagliga andelen diffus instrålning som funktion av dagens klarhetsindex.

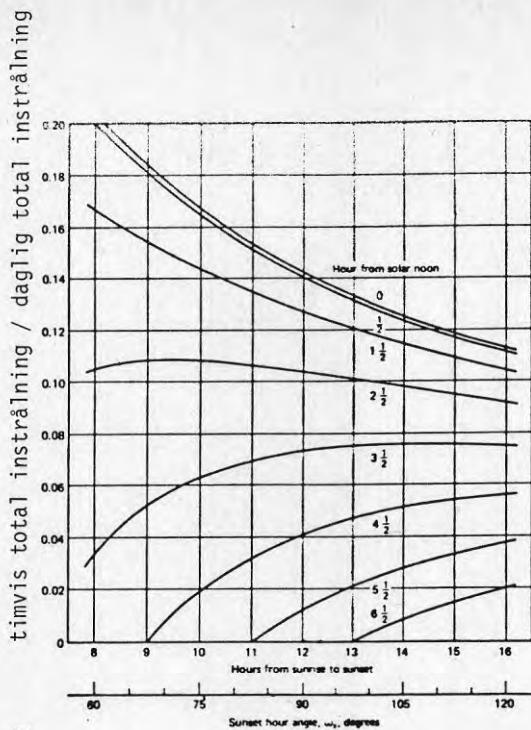


Fig. 3. Fördelningen av den totala instrålningen som funktion av dagens längd.

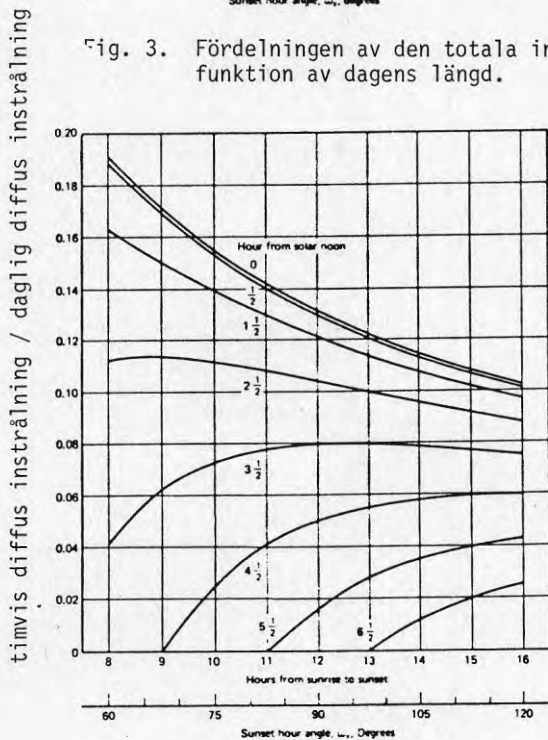


Fig. 4. Fördelningen av den diffusa instrålningen som funktion av dagens längd.

Bilaga 6

Solfångares långtidsprestanda enligt f-chart-metoden

Dessa rader avser att ange de förutsättningar och inskränkningar som gäller när man använder f-chart-metoden.

1. f-chart-metoden

Metoden har utvecklats av W.A. Beckman, S.A. Klein och J.A. Duffie vid University of Wisconsin. Den har presenterats i flera publikationer (1,2,3,4). Metoden finns också tillgänglig i form av ett datorprogram som kan köpas från University of Wisconsin. Delar av nedanstående text har hämtats från manualen till detta program (6). Metoden har experimentellt prövats av NBS (7,8).

I beräkningsmodeller anslutes solfångaren till ett system som kan vara av de typer som visas i fig 1-4. Man inför vissa begränsningar på systemets dimensioner och utförande samt termisk belastning på systemet från förbrukningen.

Indata från solfångaren är termisk verkningsgrad som funktion av övertemperatur mot omgivande luft dividerad med solinstrålningsstäthet. Ett linjärt samband förutsättes.

Övriga indata är klimatdata i form av månadsmedelvärden av solinstrålning och lufttemperatur. Hänsyn tas också till solfångarens orientering relativt solstrålningens riktning.

2. Systemets begränsningar

Solfångaren skall vara av sådan typ att dess termiska prestanda kan beskrivas med den matematiska modell som användes bl a i SP-C12-301 (5).

Förlustkoefficienten antas vara konstant (se (5)).

Systemets lagringstank får inte ha kapacitet för långtidslagring.

Systemet skall ha kontrollutrustning som håller solfångaren ansluten till systemet när solinstrålning och omgivningstemperatur är sådana att nyttig energi finns tillgänglig, såvida inte lagrets maximitemperatur har uppnåtts.

Förbrukningsenheten skall kunna ta ut energi från lagret så länge lagrets temperatur är över 20°C.

Ytterligare restriktioner är knutna till typen av system.

2.1 Vattensystem för lokaluppvärmning och varmvatten

Fig 1 visar systemets uppbyggnad.

Lagrets maximitemperatur är 100°C .

Värmepump får inte inkluderas i systemet.

Den konventionella varmvattenberedaren anses normalt ha perfekt isolering, men korrektion för förluster kan införas.

Tidsfördelningen av varmvattenbehovet anses följa det förlopp som visas i fig 5.

Det aktuella energibehovet för systemet måste beräknas.

Förlustkoefficienten för lagringstank och rörledning anses vara $0,42 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tillsatsenergi tillföres alltid så snart solenergin blir otillräcklig.

Lagrets storlek är 75 kg vatten per m^2 solfångaryta. Om annan lagerstorlek användes påföres en korrektionsfaktor. Värmeväxlaren som anslutes till belastningen har specificerad storlek och verkningsgrad.

Vattnet i lagringstanken blandas perfekt.

2.2 Vattensystem för produktion av tappvarmvatten

Fig 3 visar systemets uppbyggnad.

I tillämpliga delar samma villkor som under 2.1.

2.3 Luftsystem för lokaluppvärmning och tappvarmvatten

Fig 2 visar systemets uppbyggnad.

I tillämpliga delar samma villkor som under 2.1. Lagrets storlek och utförande är specificerat, liksom luftflödet genom solfångaren.

2.4 Luftsystem för produktion av tappvarmvatten

Fig 4 visar systemets uppbyggnad.

I tillämpliga delar samma villkor som under 2.3.

3. Klimatdata

För utomhus lufttemperatur användes de dygnsmedelvärden som kan erhållas från väderleksstationer. Beträffande solinstrålningen blir problemet mer komplicerat. Från de meteorologiska stationerna kan månadsmedelvärden av instrålningstätheten erhållas för horisontella ytor.

Dessa data måste räknas om till den lutning solfångaren har. Dessutom måste hänsyn tas till solfångarens azimut. Omräkningarna sker efter schablonmetoder.

Solfångaren anses se endast himlen och en horisontell yta, dvs inga uppstickande föremål (hus, träd mm) ingår i beräkningsmodellen.

Diffus strålning är likformigt fördelad.

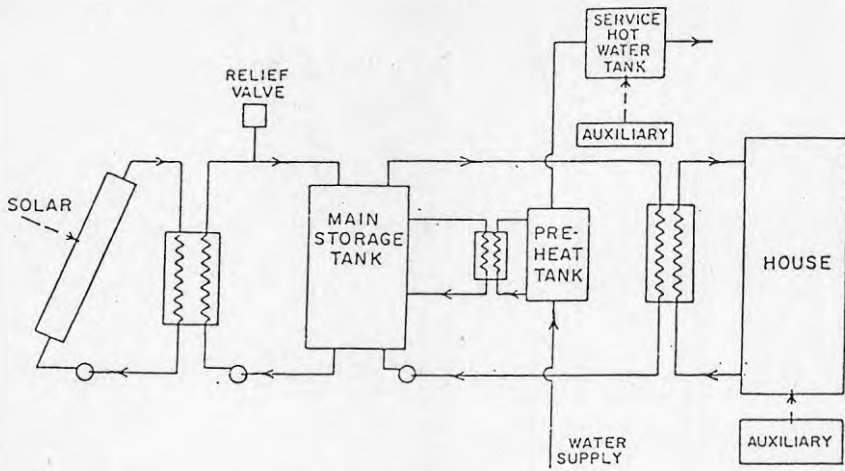
Den horisontella ytan, sedd av solfångaren, ger diffus reflektion.

4. Energibehovet

Det månatliga energibehovet kan beräknas på godtyckligt sätt. Om ingen annan metod står till buds rekommenderas en metod byggd på begreppet grad-dagar.

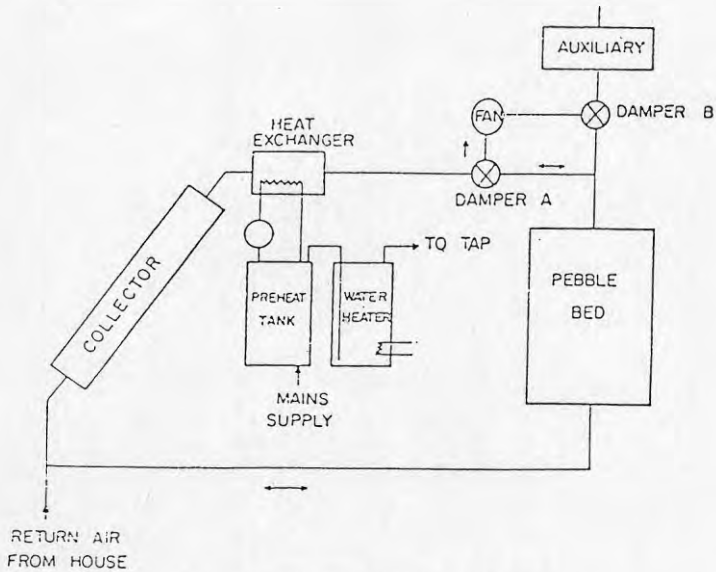
LITTERATUR

1. Klein S A, Beckman W A & Duffie J A, A Design Procedure for Solar Heating Systems, Solar Energy, vol 18, p 113 (1976).
2. Klein S A, Beckman W A & Duffie, A Design Procedure for Solar Air Heating Systems, Solar Energy, vol 19, p 509 (1977).
3. Klein S A, A Design Procedure for Solar Heating Systems. PKD Thesis, University of Wisconsin (1976).
4. Beckman W A, Klein S A & Duffie J A, Solar Heating Design: By the f. Chart Method, Wiley-Interscience, N.Y., (1977).
5. SP-C12-301, Solfångares termiska prestanda. SP-Met 1979:2.
6. FCHART An interactive program for designing solar heating systems. EES Report 49-3, June 1978.
7. Fanney A H and Lin ST, Experimental system performance and comparison with computer predictions for six solar domestic hot water systems. Proceedings of the 1979 International Congress of the International Solar Energy Society, Atlanta, Georgia May 28-June 1, 1979.
8. Fanney A H, Experimental Validation of Computer Programs for Solar Domestic Hot Water Heating Systems. Letter Report, NBS, July 1978.
9. Duffie J A, and Beckman W A, Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley-Interscience, No 4, (1980).



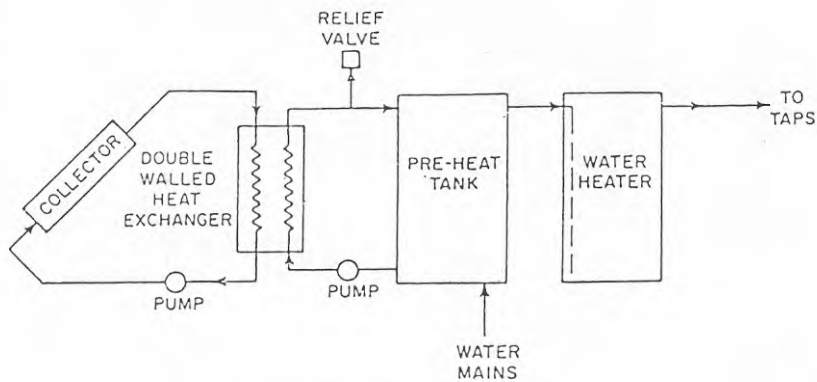
Liquid-Based Space and Water Heating System

Figure 1



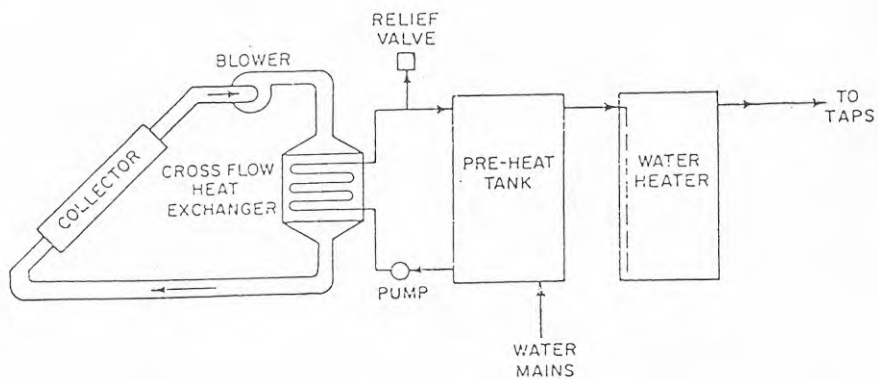
Air-Based Space and Water Heating System

Figure 2



Liquid-Based Water Heating Only System

Figure 3



Air-Based Water Heating Only System

Figure 4

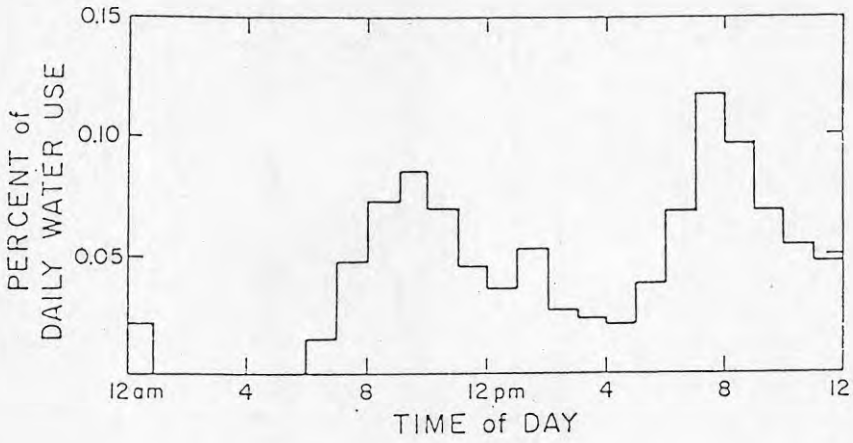


Figure 5
Average Domestic Water Heating
Demand Distribution

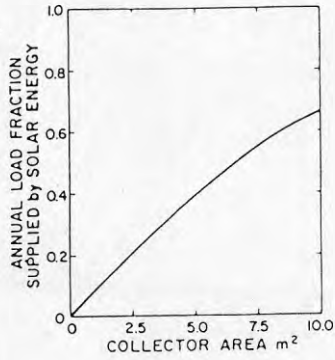


FIGURE 5.8
ANNUAL LOAD FRACTION SUPPLIED BY SOLAR ENERGY
Figure 6

Heimo Zinko
 Studsvik Energiteknik AB
 611 82 NYKÖPING

Beträffande indata till f-chartmetoden

Enligt Hans Andersson vill Du ha indata till beräkningsmetoden f-chart, som vi har använt på solfångare till varmvattenberedning.

Solfångardata:

$F' \cdot U_L$ (= K_e enl svensk standard) vid en viss övertemperatur,
 t ex 40°C . $F' \cdot (\alpha\tau)_n$ ($=\eta_0$ enl svensk standard).

\dot{m} = massflödet per solfångare

A_g = solfångararea per solfångare

$\overline{\alpha\tau}/(\alpha\tau)_n$ = 0,96 för 1 täckskiva

= 0,94 för 2 täckskivor

Klimatdata:

\bar{T}_a månadsmedelvärdet

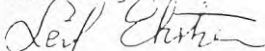
\bar{H}_T = strålning mot lutande yta, månadsmedelvärde

Om värden på H_T ej finns, utgår man från horisontell yta och beräknar H_T .

Övriga data:

Energibehovet
 Varmvattentemperaturen
 Temperaturen på tillfört vatten
 Varmvattenbehållarens volym
 Systemets totala solfångararea

Hälsningar



Leif Ekström
 Energigruppen

Seminarium för solenergiberäkningsmodeller 830419 på Byggnadskonsultensrådet "Klipp" från EFR rapport R108:1978 av V Grönd

Direkt och diffus instrålning mot horisontell yta kan förklara, halvklara och mulna dagar således beräknas

4.1 Avgiven effekt och infångad energi

$$P_n = F_R \cdot \{ A_1 \cdot I_D + A_2 \cdot I_d - k \cdot (t_{vi} - t_{\bar{\theta}_f}) \} \quad (4.1)$$

- där A_1 = andel absorberad direkt strålning
- A_2 = andel absorberad diffus strålning
- F_R = flödesfaktor enligt speciell definition, värde nära 1
- I_D = irradians, riktad strålning, W/m^2
- I_d = irradians, diffus strålning, W/m^2
- k = solfångarens värmeförlustkoefficient, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

- P_n = avgiven effekt, W/m^2
- θ_f = utelufts temperatur, $^\circ C$
- t_{vi} = temperaturen hos värmehärrummet vid solfångarens inlopp, $^\circ C$.

$$\phi(p_n) = \begin{cases} 1 & \text{då } p_n > 0 \\ 0 & \text{då } p_n \leq 0 \end{cases}$$

$$\bar{q} = \sum_{t=0}^{24} \phi(p_n) \cdot F_R \cdot \{ A_1 \cdot \bar{I}_D + A_2 \cdot \bar{I}_d - k(\theta_{vi} - \bar{\theta}_f) \} \quad (4.4)$$

- där \bar{q} = infångad energi, genomsnittligt värde för en dagtyp, Wh/m^2
- \bar{I}_D = irradians, riktad strålning, genomsnittligt värde för en dagtyp, W/m^2
- \bar{I}_d = irradians, diffus strålning, genomsnittligt värde för en dagtyp, W/m^2
- k = solfångarens värmeförlustkoefficient med konstant värde under månaden, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
- $\bar{\theta}_f$ = utelufts medeltemperatur under dagtid (kl. 8-16) för månaden enligt statistik, $^\circ C$.

Klar dag Halvklar dag Mullen dag
 $I_{DN} \cdot \sin h$ $\frac{1}{2} \cdot I_{DN} \cdot \sin h$ 0
 Direkt strålning mot horisontell yta
 Diffus strålning mot horisontell yta

$\{ CCF(5) \cdot (\sin h + 0,1) - 0,5 \sin h \} \cdot I_{DN}$
 $+ 0,1 \cdot I_{DN}$
 $CCF(10) \cdot (\sin h + 0,1) \cdot I_{DN}$

Dagtyp Molnighet CCF
 klar 0-23 % 1,0
 halvklar 23-77 % 0,85
 mulen 77-100 % 0,28

$$I_{DN} = A \cdot e^{-\frac{B}{\sin h}} \quad (4.11)$$

där A = skenbara solarkonstanten
 B = atmosfärens extinktionskoefficient
 h = solhöjden.

dan B får variera mellan värdena 0,10 i januari och 0,14 i juli.

4.2.3 Jordens deklination
 $\delta = \arcsin(-0,3979 \cdot \sin C_1)$ radianer

$$C_1 = C_2 + 0,0334 \sin C_2 + 1,78128$$

$$C_2 = 0,017214(t - 2,8749) \quad (4.12)$$

där t = dagens ordningsnummer på året.

4.2.4 Direkt strålning mot en lutad yta vänd mot söder

Den direkta instrålningen mot en lutande yta kan beräknas

$$I_{D\beta} = (1 - \frac{M}{10}) \cdot I_{DN} \cdot \cos i_{\beta} \quad (4.13)$$

M = molnighetsgraden
 i_{β} = strålningens infallsvinkel mot ytan.

Solhöjden h beräknas

$$\sin h = \sin L \sin \delta + \cos L \cos \omega \cos \delta \quad (4.15)$$

Infallsvinkeln mot en vertikal söderyta i_v beräknas

$$\cos i_v = -\cos L \sin \delta + \sin L \cos \omega \cos \delta \quad (4.16)$$

Infallsvinkeln mot en lutande yta kan beräknas

$$\cos i_g = \sin h \cos \beta + \cos h \cos \alpha \sin \beta \quad (4.17)$$

där α = solasimutens räkning från sydriktningen.

Solasimutens beräknas

$$\cos \alpha = (\sin h \sin L - \sin \delta) / (\cos h \cos L) \quad (4.18a)$$

$$\sin \alpha = \cos \delta \sin \omega / \cos h \quad (4.18b)$$

4.2.6 Diffus strålning
mot en lutad yta

$$I_{d\beta}/I_{dH} = \{1 + (2f-1)\sin^2\beta\} \cdot 0,5(\cos h_0 + \cos \beta) \quad (4.25)$$

helklar dag

halvklar dag

$$(I_{d\beta}/I_{dH})_{M=5} = \{1 + 0,9 \cdot (2f-1)\sin^2\beta\} \cdot 0,5(\cos h_0 + \cos \beta) \quad (4.27)$$

f = *Threlkelds faktor*

Mulna dagar antas himlen vara idealt diffusstrålade och $f = 0,5$ dvs. $I_{d\beta}/I_{dH} = 0,5(\cos h_0 + \cos \beta)$.

Irradiansen från mark- och omgivningens reflekterad strålning beräknas

$$I_{d\beta} = r_m \cdot 0,5(2 - \cos h_0 - \cos \beta) \cdot I_{TH} \quad (4.26)$$

där r_m = reflexionsfaktorn för mark och omgivning

I_{TH} = totala irradiansen (direkt + diffus) mot en horisontell yta.

4.4 Försörjningsgrader och nyttiggjorda energimängder från solvärmesystem

Följande definitioner och beteckningar införs:

Definitioner:

$$\text{Försörjningsgraden} = \frac{\text{Utnyttjade energin}}{\text{Energibehovet}}$$

$$\text{Utnyttjandegraden} = \frac{\text{Utnyttjade energin}}{\text{Infångade energin}}$$

Beteckningar:

$$A = \text{solfångararean, m}^2$$

$$B = \text{energibehovet för uppvärmning, kWh/månad}$$

$$E_b = \text{energibehovet för uppvärmning, kWh/dygn}$$

$$Q = \text{infångade energin, kWh/månad}$$

$$q_1, q_2, q_3 = \text{infångade energin under klara, halvklara och mulna dagar, kWh/m}^2 \cdot \text{dag}$$

$$q_m = \text{infångade energin i genomsnitt per dag under månaden, kWh/m}^2 \cdot \text{dag}$$

$$t_1, t_2, t_3 = \text{antalet klara, halvklara resp. mulna dagar per månad}$$

$$u = \text{utnyttjandegraden enligt definitionen}$$

$$\phi = \text{försörjningsgraden enligt definitionen.}$$

Till att börja med antas energilagringsskapaciteten vara endast så stor att den under dagen infångade energin kan utjämnas under dygnet. Den energi som inte kan användas under ett dygn förloras.

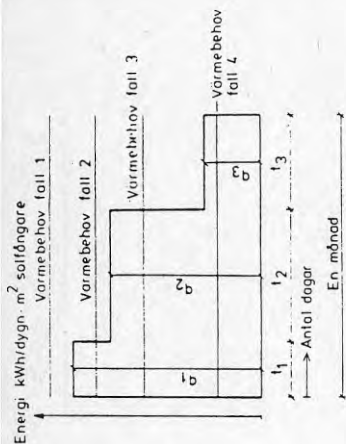


FIG. 4.3. Sammenfatning av uttrycken for försörjningsgrad ϕ_0 och utnyttjandegrad u_0 .

FIG. 4.4. Ett förenklat varaktighetsdiagram över befängad energi från en plan solfångare kombinerat med värmebehovet uttryckt som E_b/A . E_b = värmebehovet per dygn. A = solfångarens area.

Fall	A/E_b	ϕ_0	u_0
Gräns 1	0	0	1
1	A/E_b	$\frac{A}{E_b} \cdot q_m$	1
Gräns 1-2	$1/q_1$	q_m/q_1	1
2	A/E_b	$\frac{1}{E_b} \cdot \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \cdot \frac{q_1 \cdot t_1 + q_2 \cdot t_2 + q_3 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$	$\frac{1}{E_b} \cdot \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \cdot \frac{q_1 \cdot t_1 + q_2 \cdot t_2 + q_3 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$
Gräns 2-3	$1/q_2$	$\frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3} + \frac{q_2 \cdot t_3}{q_2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}$	$\frac{q_2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}{q_m \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}$
3	A/E_b	$\frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3} + \frac{A}{E_b} \cdot \frac{q_2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$	$\frac{1}{E_b} \cdot \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3} \cdot \frac{q_m \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}{t_1 + t_2 + t_3}$
Gräns 3-4	$1/q_3$	1	q_1/q_m
4	A/E_b	1	$\frac{1}{E_b} \cdot \frac{1}{q_m}$
Gräns 4-	-	1	0

FIG. 4.8. Ett varaktighetsdiagram över infångad solenergi från en plan solfångare enl. FIG. 4.7 kombinerat med byggnadens värmebehov uttryckt som E_b/A . E_b = värmebehovet per dygn. A = solfångarens area. Därigenom definieras några intressanta energimängder per månad.
 ① = överskottsenergi med energilagring för endast dygnsutjämning
 ② = utnyttjad energi med energilagring för endast dygnsutjämning
 ① + ② = infångad energi
 ② + ③ = byggnadens energibehov.

En större lagringsenhets uppgift är att lagra överskottsenergin 1 och fylla ut behovet 3.

Enligt definitionerna tecknas för månaden försörjningsgraden ϕ_0 och utnyttjandegraden u_0 med solvärmesystem vars energilagringsskapacitet endast räcker till att fördela den infångade energin jämnt under ett dygn

$$\phi_0 = \frac{\text{②}}{\text{②} + \text{③}} \quad (4.28)$$

$$u_0 = \frac{\text{②}}{\text{①} + \text{②}} \quad (4.29)$$

4.4.2 Försörjningsgraden med solvärmesystem vars energilagringsskapacitet räcker för mer än ett dygns värmebehov

Genom omfördelning av infångad solenergi inom samma månad med hjälp av en energilagringsskapacitet som räcker utöver ett dygns värmebehov ökar försörjningsgraden med $\Delta\phi_1$ till $\phi_0 + \Delta\phi_1$. $\Delta\phi_1$ beräknas

$$B \cdot \Delta\phi_1 = \text{minimum} \begin{cases} 1 \cdot \Omega \\ \textcircled{3} \end{cases} \quad (4.30)$$

där B = energibehovet under en månad, kWh

L = energilagringsskapaciteten utöver behovet för dygnslagring, kWh

Ω = antalet energiomsättningar per månad för energilagringsskapaciteten

$\textcircled{1}$ och $\textcircled{3}$ är energimängderna visade i FIG. 4.8

Ω begränsas uppåt av att $L \cdot \Omega \leq \text{minimum} \begin{cases} \textcircled{1} \\ \textcircled{3} \end{cases}$

Inom denna begränsning beror Ω av ordningsföljden av olika typer av dagar (soliga, mulna) och energilagringsskapaciteten L .

Ett antagande på säkra sidan är att endast en period per månad förekommer med sammanhängande klara, halvklara resp. mulna dagar. Detta antagande implicerar att energilagringsskapaciteten utöver behovet för dygnslagring utnyttjas till maximalt en energiomsättning per månad.

I det föregående har antagits att ökningen av försörjningsgraden åstadkommes genom omfördelning av infångad solenergi inom samma månad. För månader då den infångade solenergin Q understiger värmebehovet B , $Q < B$, kan försörjningsgraden ytterligare ökas $\Delta\phi_2$ med hjälp av värmelagring från månader då $Q > B$. Den totala försörjningsgraden för en månad blir således

$$\phi_{\text{tot}} = \phi_0 + \Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 \quad (4.31)$$

Beräkningen av ϕ_{tot} kan göras på följande systematiska sätt.

$$L \cdot \text{höst} = \text{maximum} \left[\left(\text{juli-december} \right) \left\{ \text{minimum} \left(\textcircled{1}, \textcircled{3} \right) \right\} \right]_{\text{max}}$$

En energimängd W_1 som kan lagras från månader med $Q > B$ till månader med $Q < B$ definieras

$$W_1 = \text{minimum} \begin{cases} L(Q-B) \text{ för månader med } Q > B \\ \text{maximum} (L-L_{\text{höst}}, 0) \end{cases} \quad (4.33)$$

Efter ett antal månader tillhörande den grupp av månader då $Q < B$ har energimängden ΔW_1 tagits från den lagrade energimängden W_1 . Samtidigt har friställd energi-lagringsskapaciteten ΔW_1 som alltså till värdet är lika med ΔW_1 .

$$\Delta W_1 = \text{minimum} \begin{cases} \text{neg. värde} \\ -L(Q-B), \text{ räknas fr.o.m. första neg.} \\ \text{gativa värde under hösten t.o.m. månaden före} \\ \text{aktuell månad} \end{cases} W_1$$

$$(4.34)$$

$$(4.35)$$

Ökningen av försörjningsgraden för en månad genom omfördelning av infångad solenergi inom samma månad kan således beräknas.

$$3 \cdot \Delta\phi_1 = \text{minimum} \begin{cases} L_{\text{höst}} + \Delta W_1 \\ L_{\text{max}} \end{cases} \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{3} \end{matrix} \quad (4.36)$$

Ökningen av försörjningsgraden för en månad med $Q < B$ genom omfördelning av infångad solenergi från månader med $Q > B$ kan beräknas

$$B \cdot \Delta\phi_2 = \text{minimum} \begin{cases} -(Q-B) \\ W_1 - \Delta W_1 \end{cases} \quad (4.37)$$

Bilaga 8

Fchart 4.1

Fchart 4.1 er en simuleringsmodel til dimensionering og projektering af aktive solvarme- og varmepumpesystemer. Modellen er gennem de sidste år udviklet på The Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison, USA. For forskellige systemkonfigurationer beregnes den årlige energibesparelse måned for måned med en belastning svarende til gennemsnitlige månedsværdier for vejrdata. Programmet arbejder på større datamaskiner, hvor afviklingen foregår interaktivt mellem brugeren og datamaskinen. Den interaktive opgaveafvikling er gjort særdeles brugervenlig, så der kræves et beskedent kendskab til programmering af brugeren.

Til programmet følger en manual med en beskrivelse af de anvendte programligninger.

Programmet er modelopbygget, så systemerne kan sammensættes på forskellig vis efter ønske.

SYSTEMER:

Rumopvarmning

Luft- eller væske-baserede solvarmeanlæg.

Varmepumpe med udeluft eller solvarme som varmekilde.

Brugsvand

Kombinerede rum- og brugsvandsanlæg.

Brugsvandsanlæg.

Proces varme

Solvarme med lukket kredsløb, hvor varmen leveres via en varmeveksler eller varmepumpe.

KOMPONENTER:

Solfanger

Almindelig plan solfanger.

Koncentrerende parabolisk solfanger.

Koncentrerende og bevægelig solfanger.

Solfangerkreds

Rør og luftkanal.
Luftlækage.
Varmeveksler.

Lager

Vandtank.
Stenlager.
Faseændringslager.

Opvarmningssystem

Varmeveksler.
Varmepumpe.

Varmebehov

Månedsværdier for varmebehov.
Varmetabskoefficient/graddage.
Til brugsvand - koldtvandstemperatur,
tappetemperatur og forbrug.

dato
1983-04-15

vor ref.
11/brh

journal nr.
0467s

Bilaga 9

SEMINARIUM FÖR SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER

f-Chart metoden:

Denne udgave af f-Chart knytter sig meget nøje til beskrivelsen i "Solar Heating Design by the f-Chart method" af Beckman, Klein & Duffie (ISBN 0-471-03406-1). Metoden er formentlig velkendt og de anvendte algoritmer resumeres blot kort:

Månedlig dækningsgrad (f):

$$f = 1,029 Y - 0,065 \cdot X - 0,245 Y^2 +$$

$$0,0018 X^2 + 0,0215 Y^3$$

$$0 < X < 15 \quad 0 < Y < 3$$

hvor de dimensionsløse variable X og Y er:

$$X = A \cdot F'' \cdot F''' \cdot F'U_L \cdot (100 - T_a) \frac{\Delta \tau}{L}$$

$$Y = A \cdot F'' \cdot F''' \cdot \eta_0 \left(\frac{\tau \cdot \alpha}{\tau \cdot \alpha} \right) e \cdot \frac{H_{si}}{L}$$

1) brugsvandkorrektionsfaktor

$$\frac{X_c}{X} = \frac{11,6 + 1,18 T_w + 3,86 T_m - 2,32 T_a}{(100 - T_a)}$$

2) lagertankkorrektionsfaktor

$$\frac{X_c}{X} = \left(\frac{V}{75}\right) - 0,25$$

$$37,5 < V < 300 \text{ ltr/m}^2 \text{ solf.}$$

Solindfald (H_{si})

Solindfald er beregnet v.h.a. K_T - metoden.

$$K_T = H/H_0$$

hvor

$$(H_0)_n = \frac{24}{\pi} I_{sc} \left[1 + 0,033 \cdot \cos \left(n \cdot \frac{360}{365} \right) \right] \\ \left[\cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s + \right. \\ \left. (\omega_s \cdot 2\pi/360) \sin \varphi \cdot \sin \delta \right]$$

og H er globalstrålingen på en vandret flade.

Den diffuse strålingsandel bestemmes v.h.a. Liu & Jordan's formel:

$$\overline{Hd}/\overline{H} = 1,390 - 4,027 \overline{K}_T + 5,531 \overline{K}_T^2 - 3,108 \cdot \overline{K}_T^3$$

Forholdet mellem direkte stråling på en skrå flade mod syd og en vandret flade er: (R_D)

$$\overline{R}_D = \frac{\cos(\varphi - s) \cos \epsilon \sin \omega' s + \pi/180 \cdot \omega' s \sin(\varphi - s) \cdot \sin \epsilon}{\cos \varphi \cos \epsilon \sin \omega s + \pi/180 \cdot \omega s \sin \varphi \sin \epsilon}$$

hvor

$$\omega' s = \min [\omega s, \arccos [- \operatorname{tg}(\varphi - s) \cdot \operatorname{tg} \epsilon]]$$

Det totale solindfald på den skrå flade kan da bestemmes til:

$$\overline{H}_{si} = \overline{H} \left[(1 - \overline{Hd}/\overline{H}) R_D + \overline{Hd}/\overline{H} \cdot (1 + \cos s) \cdot 1/2 + \int (1 - \cos s) \cdot 1/2 \right]$$

Transmission - absorptionsprodukt $((\overline{\tau\alpha})_e / (\overline{\tau\alpha})_{en})$

Disse værdier er hentet fra et standardtabelværk i programmet gældende for et lag 5 mm glas og $\alpha = 0,95$

Flowfaktor (F'')

Effektivitetsfaktor for veksler (F''')

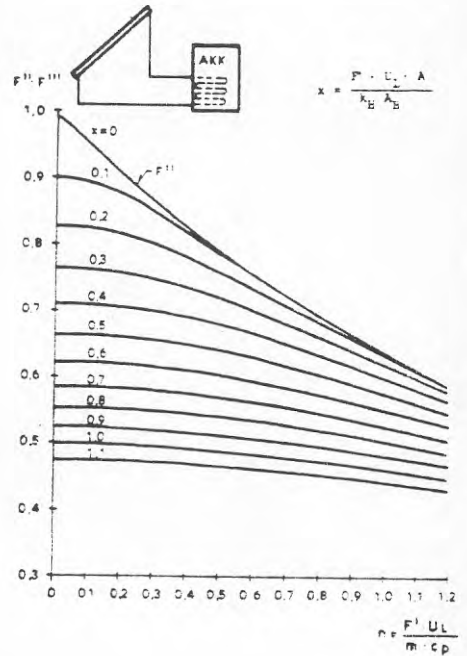
$$X = \frac{4,2 \times 6}{100} = 0,25$$

$$n = \frac{4,2}{3890 \times 0,0135} = 0,08$$

Ud fra fig. 1 fås da

$$F'' = 0,96$$

$$F''' = 0,8 / 0,96 = 0,83$$



Figur 1 Bestemmelse af F'' og F''' for solfångere med rørspira i akkumuleringsstanken.

Brugsvandsforbrug (L)

Det opgivne årsforbrug:

$$0,25 \times (50 - 10) \times 1,16 \times 365 = 4234 \text{ kWh}$$

fordeles af programmet på de enkelte måneder efter dagantal.

Programbeskrivelse

Programmet er skrevet i BASIC til en HP-85 bordkalkulator. Det er skrevet i en interaktiv form, der gør det muligt for ikke EDB-kyndige, at betjene det.

Der er i programmet indlagt faciliteter, der gør det meget simpelt at gennemføre et stort antal alternativer på meget kort tid.

Programmet findes i to versioner:

én med numerisk output og én med grafisk output. (jvf. vedlagte eksempler).

Programmet er udviklet til hjælp for projekterende og købere af solvarmeanlæg som en indledende overslagskalkulation.

Følsomhedsanalyse

Det grafiske output giver et meget klart billede af parametervariationernes betydning for ydelsesberegningerne, men det fortæller desværre mindre om f-Chart metodens egentlige begrænsninger.

Den primære anvendelse af graferne er helt klart at bestemme med hvor stor nøjagtighed de enkelte parametre bør bestemmes og her burde graferne tale for sig selv.

Leif Linding

SYMBOLLISTE

A	Solfangerareal
f	Dækningsgrad
F'	Effektivitetsfaktor for solfanger
F''	Flowfaktor
F'''	Effektivitetsfaktor for varmeveksler
H _{si}	Total stråling på skrå flade (kWh/m ²)
H _d	Diffus stråling på vandret (kWh/m ²)
H	Globalstråling på vandret (kWh/m ²)
H _o	Globalstråling på vandret uden for atmosfæren (kWh/m ²)
I _{sc}	Solkonstant (W/m ²)
K _T	H/H _o
L	Energibehov (kWh)
h	Dagnummer i året
R _b	Forholdet mellem direkte stråling på skrå og på vandret flade
s	Solfangerhældn. fra vandret
T _w	Brugsvandstemp, varmt (°C)
T _m	Brugsvandstemp. koldt (°C)
T _a	Udetemperatur (°C)
U _L	Varmetabskoefficient for solfanger (W/m ² °C)
V	Specifik lagervolumen (ltr/m ² solfanger)
δ	Deklination
η _o	Solfangerens nyttevirkning ved T _{fm} = T _a
τ	Tid, (S)
(τ _a) _e	Eff. transmissions-absorptionsprodukt
(τ _a) _{en}	Eff. transmissions-absorptionsprodukt ved normalindfald
φ	Breddegrad
ω	Timvinkel
ω _s	Timevinkel ved solnedgang

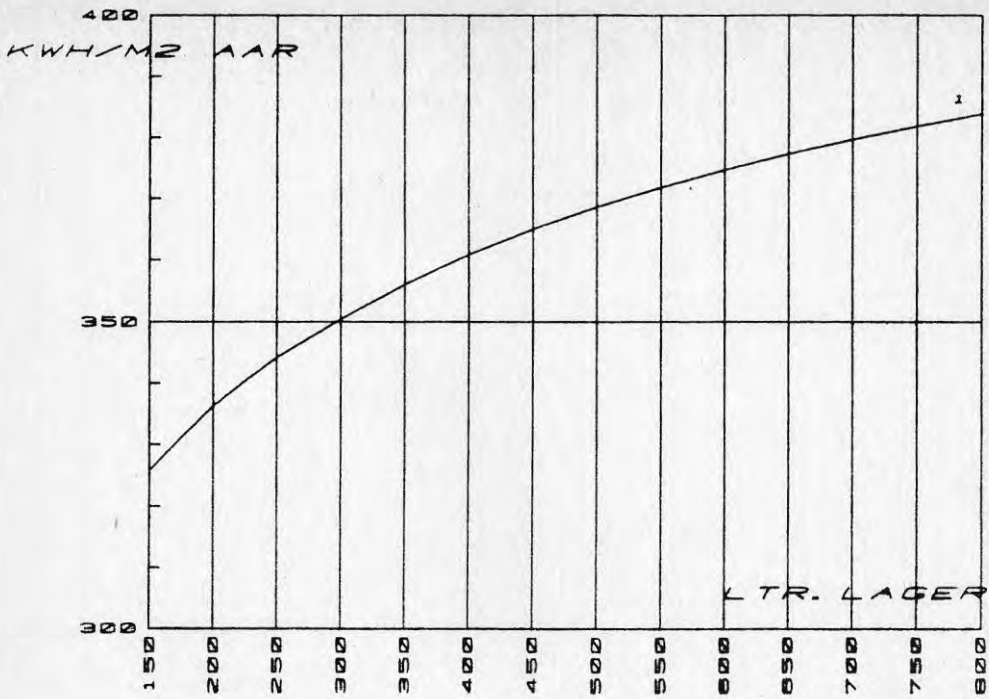


fig 2

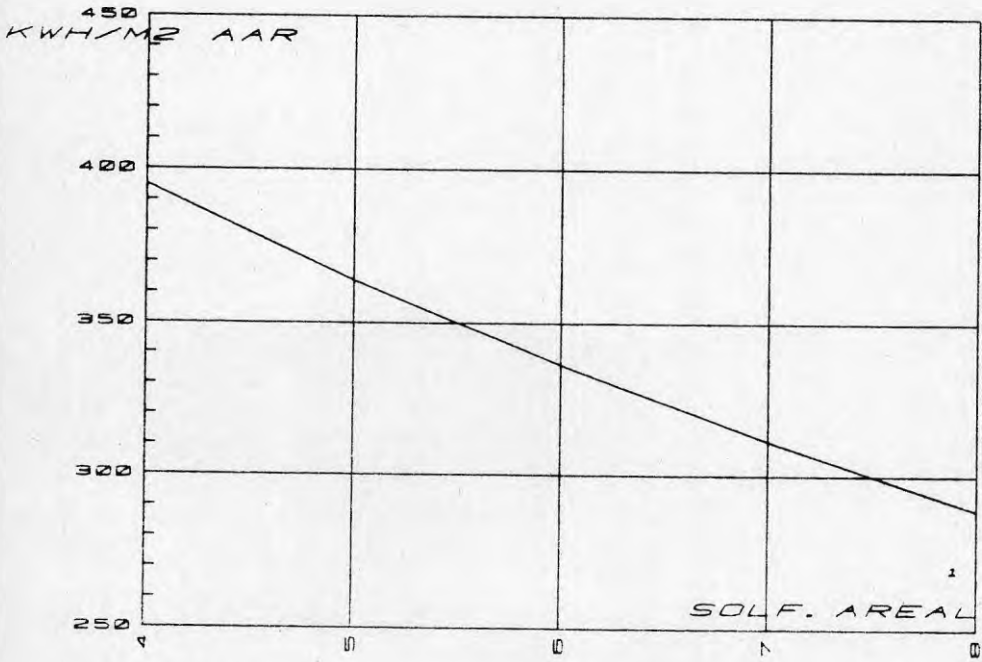


fig 3

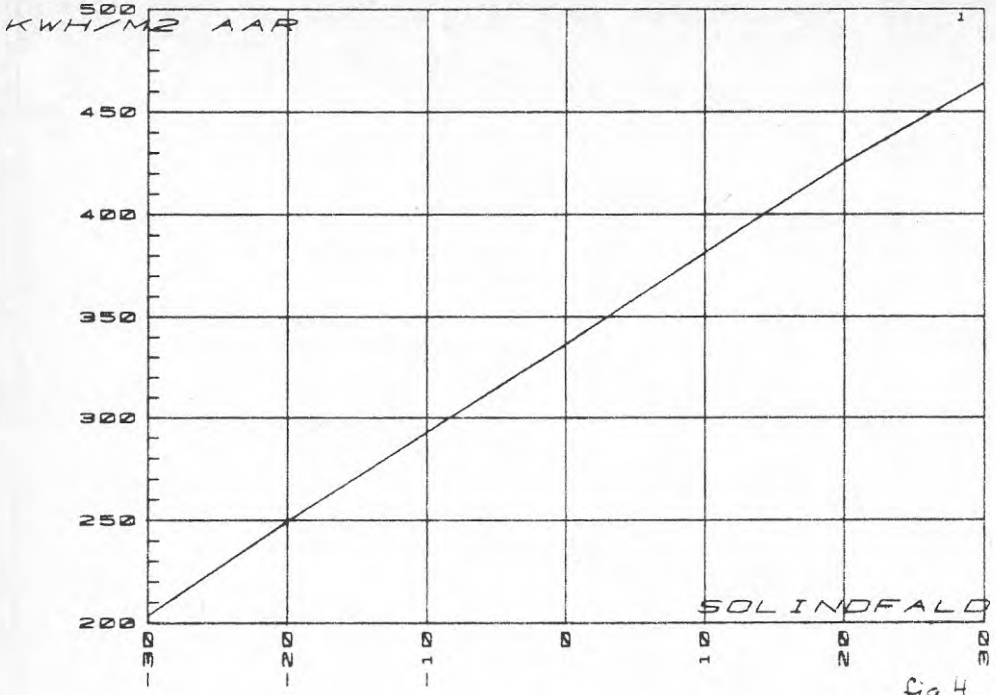


fig 4

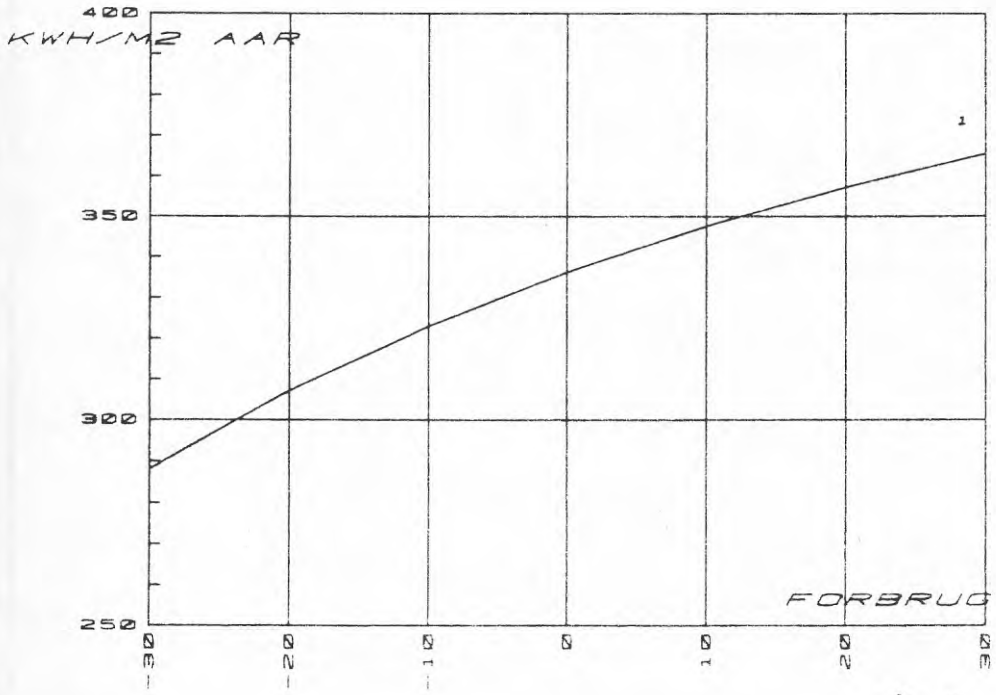


fig 5

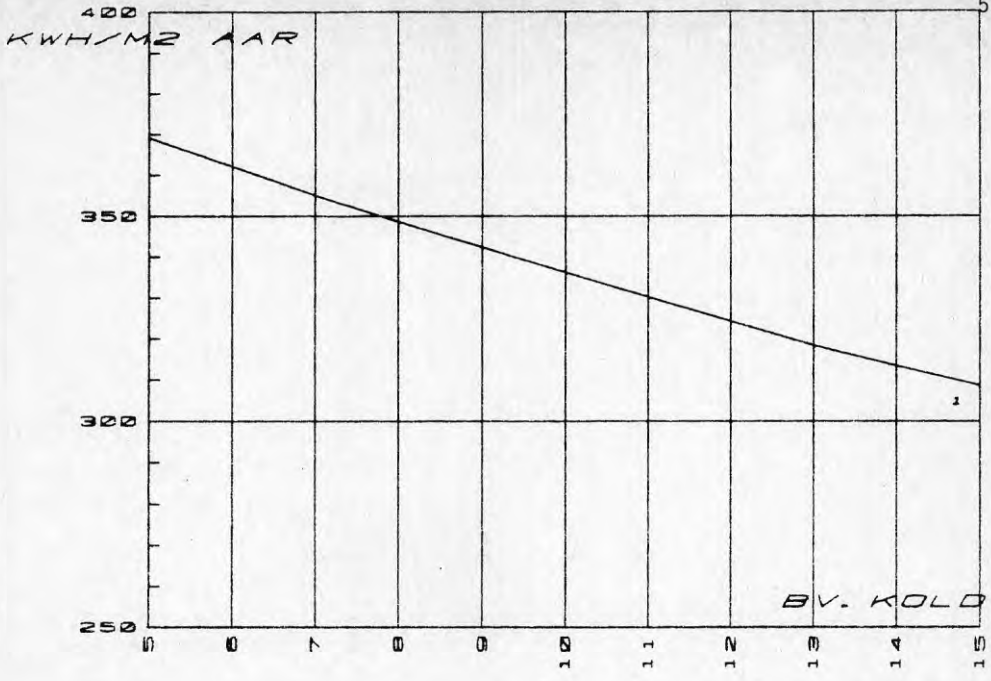


Fig 6

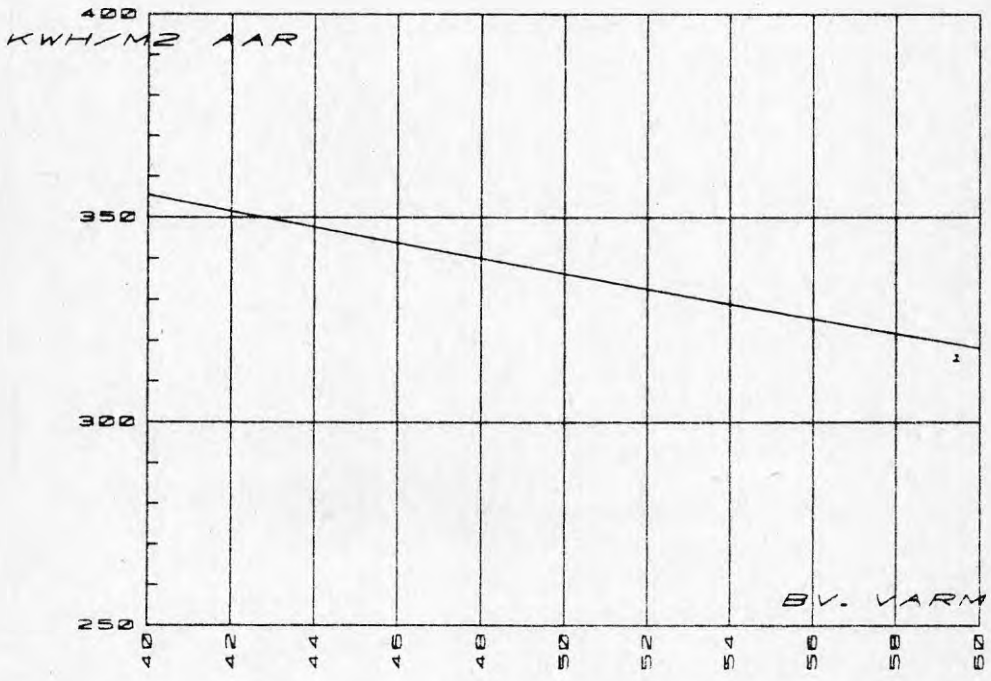


Fig 7

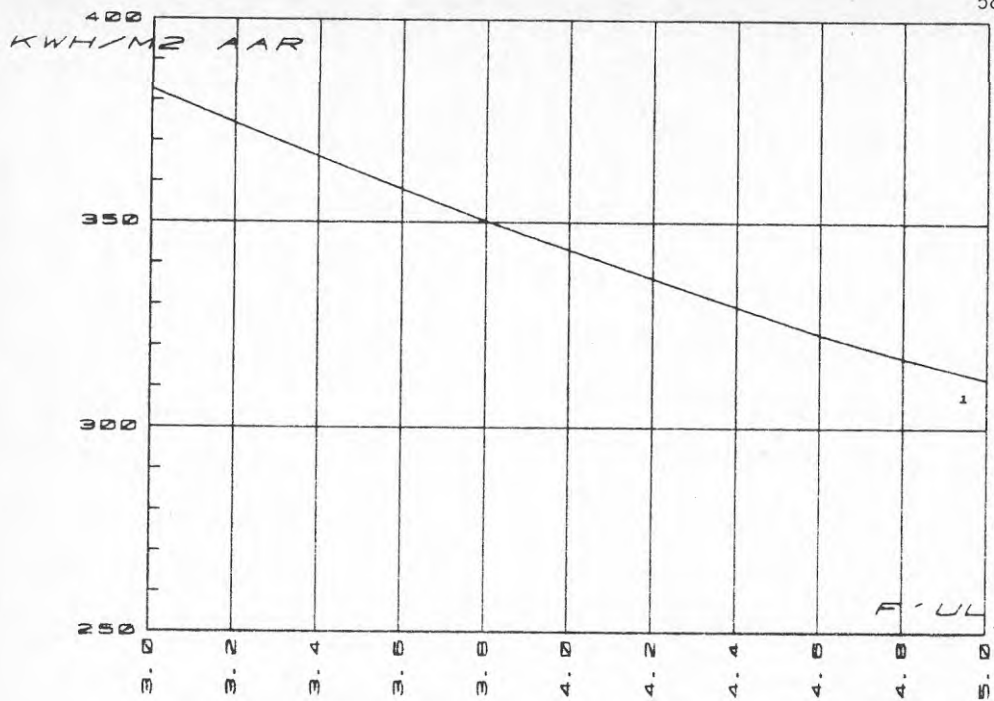


fig 8.

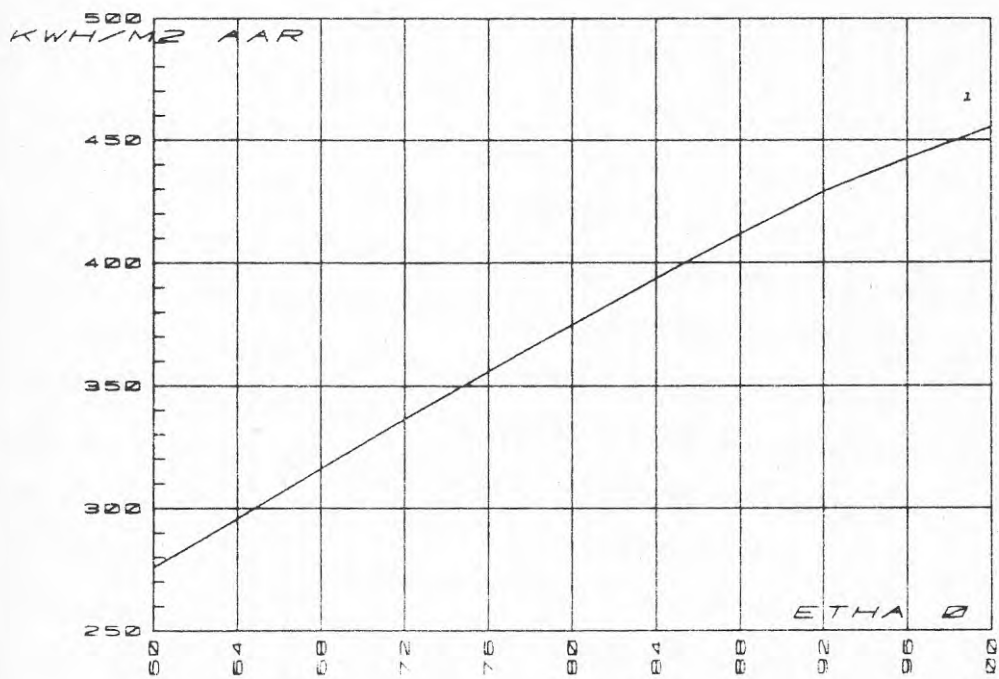


fig 9.

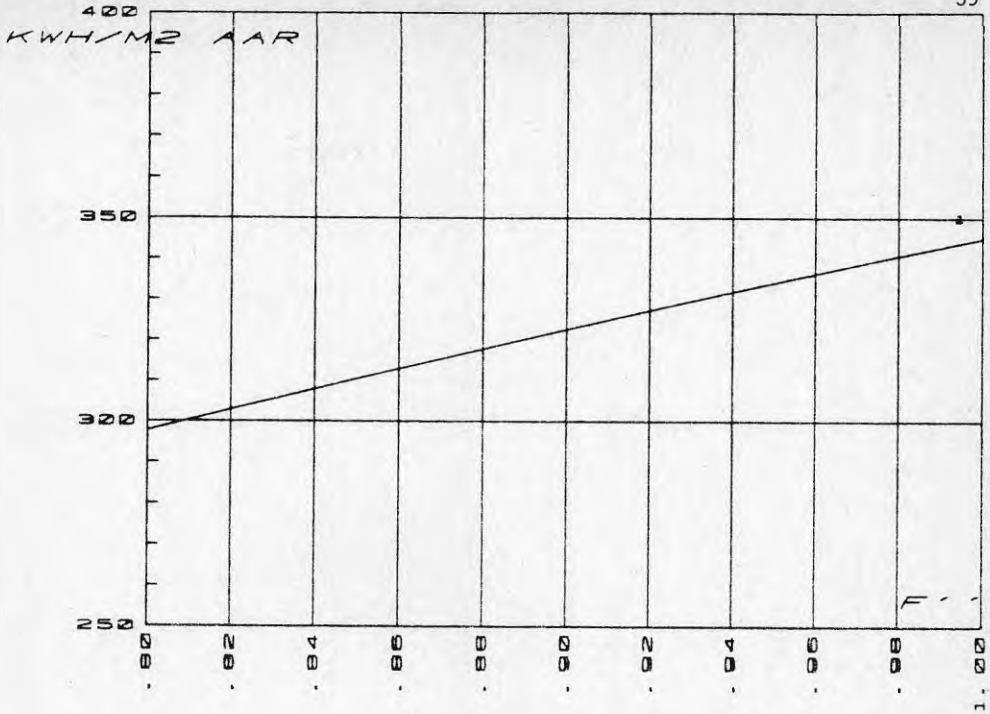


fig 10

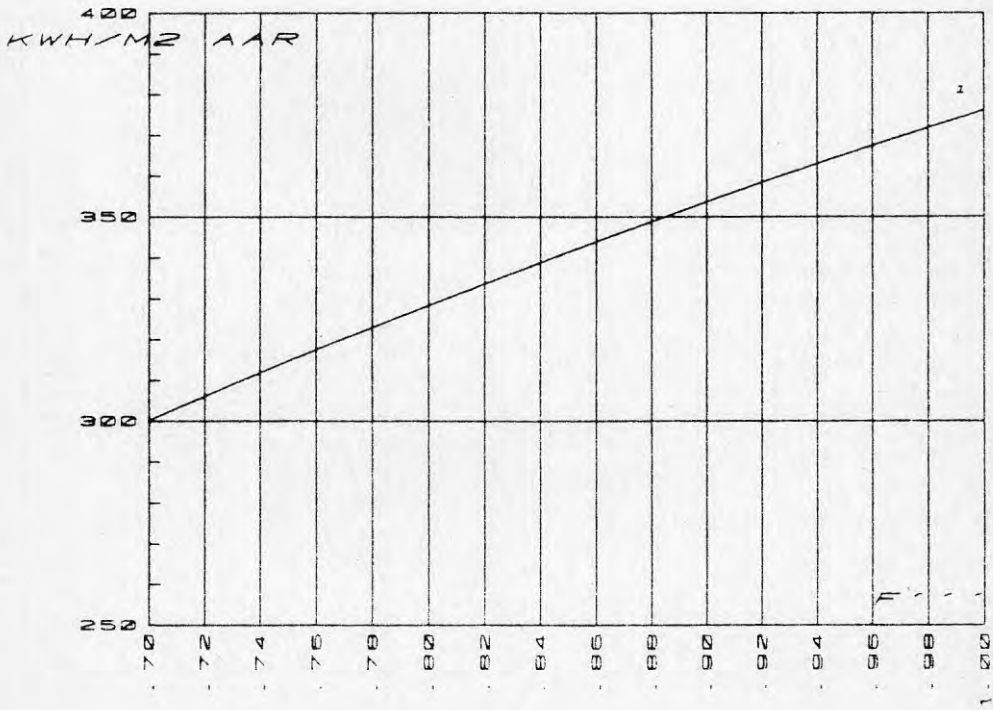


fig 11

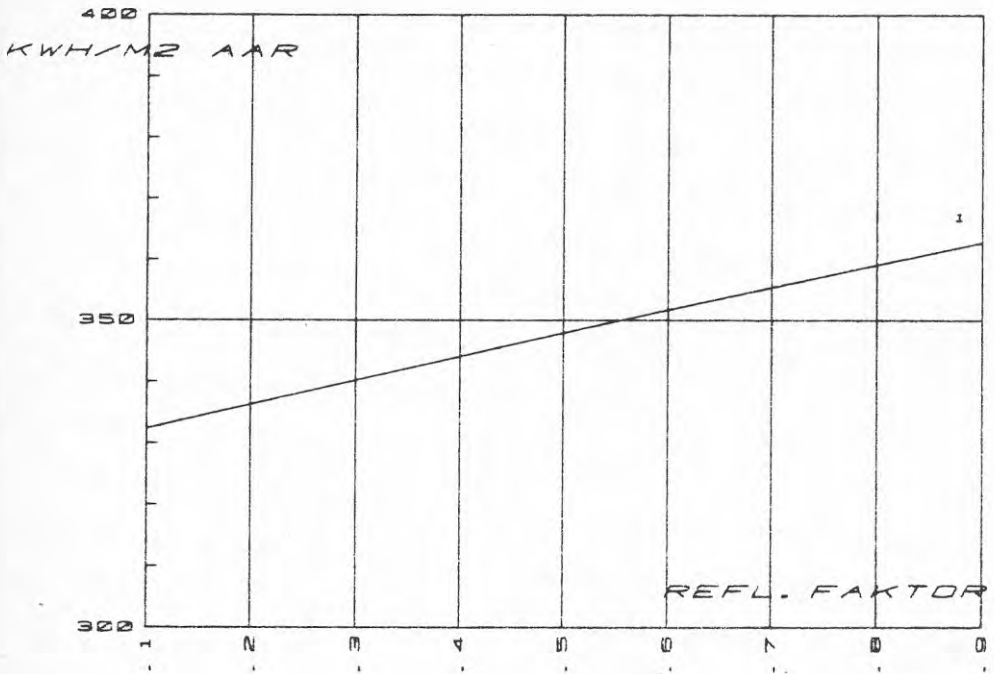


fig 12

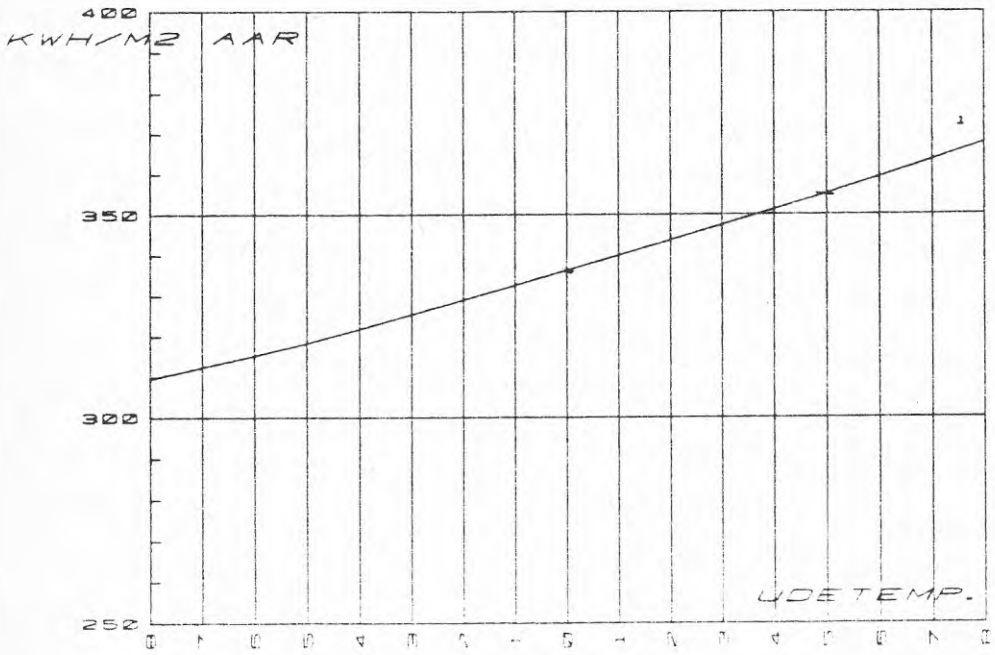


fig 13

Bilaga 10

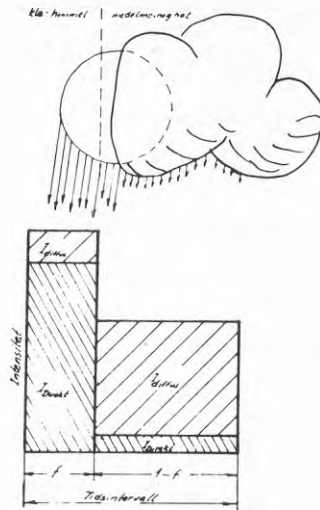
BERÄKNINGSPROGRAMMEN SOLOP OCH SOLSYS

H. Zinko

Programmet SOLOP är baserat på månadsmedelvärden för solinstrålning, lufttemperatur och antal soltimmar per månad. Det tar hänsyn till fördelning av direkt och diffus solstrålning under molnfria och molniga förhållanden. Varje kvartstimme under ett medeldygn i en månad (den 15 i varje månad) indelas i ett intervall med global solstrålning från klar himmel och ett intervall för medelmolniga förhållanden. Se Figur 1.

Beräkningen av intervallängden och den diffusa strålningsintensiteten för den mulna tiden baseras på en teori utvecklad av Dogniaux (2).

Som grundmått för intervallängden f tjänar förhållandet verkliga solskenstiden till maximalt möjliga solskenstiden. Vid tillämpningen för Sverige indelas landet i nio klimatzoner. Månadsmedelvärdena är baserade på ett 45-årsgenomsnitt (1931-1976) för månadsmedeltemperatur (dag respektive dygn) och solskenstid.



Figur 1

Illustration för beräkning av solenergi enligt SOLOP-programmet.

Dogniaux's teori säger att vid tillämpning av långtidsstatistik är solperioderna jämnt fördelade över dagen så att medelinstrålning i varje tidsintervall kan beräknas enligt

$$H_G = H_d + H_D = (H^O_d + H^O_D) (a \cdot f + b) \quad (1)$$

där H utgör den totala, under perioden instrålade energin, (d = diffus, D = direkt, G = global) a och b är konstanter, H^O refererar till klar himmel. I synnerhet är a = 1 - b, som framgår av ekv. (1) för f = 0.

För beräkning av solfångarsystem behövs dock i stället för energin H de momentana intensiteterna I (mätta som effekt) för såväl den helt klara som den molniga intervalldelen. Följande intensiteter, vars härledning är beskriven i ref (1), kan definieras:

Klar_himmel-period

$$I_D^O = I_O \cdot C \cdot A \exp(-B/\sin h) \cdot \cos i = I_{DN}^O \cdot \cos i \quad (2)$$

$$I_d^O = I_{dH}^O \cdot F_s + 0.2(I_{DN}^O \cdot \sin h + I_{dH}^O) \left(\frac{1 - \cos s}{2} \right) \quad (3)$$

$$I_{dH}^O = \sin h (I_O \cdot C \cdot c - g \cdot I_{DN}^O) \quad (4)$$

Medelmolnighetsperiod

$$I_D^M = I_D^O \left(\frac{f^n - f}{1 - f} \right) \quad (5)$$

$$I_d^M = I_D^O \left(\frac{1 - f^n}{1 - f} - a \right) + I_d^O (1 - a) \quad (6)$$

Följande konstanter gäller i dessa ekvationer:

A	klimatparameter = 0.79
B	klimatparameter = $0.1 + 0.05 \sin(15(m-1))$.
m	månadsnummer
C	korrektionsfaktor för soldistans = $1 + 0.034 \cos(30(m-1) + d)$
d	dagnummer inom månaden
I_O	solkonstant ($1\ 353\ \text{W/m}^2$)
h	solhöjd över horisont
i	solstrålningens infallsvinkel mot en referensyta
I_{DN}^O	direktstrålning i riktning mot solen
c	klimatkonstant = 0.5
g	klimatkonstant = 0.61

f	intervalkoefficient verklig solstrålnings- tid/tid för solen över horisont
a	soltillgångsparameter = 0.65
n	direktstrålningskorrektion $n = \max(1, 0.008\phi + 0.943)$
ϕ	latitud
F_s	distributionsfaktor för diffusa strålningen mot lutande yta

Resten är konventionell solfångarberäkning.

Följande ingångsparametrar kan väljas för SOLOP:

Solfångare

Optisk transmissionskoefficient	$\langle \alpha \tau \rangle$
Absorptionsförmåga för diffust ljus	α_d
Värmeförlustkoefficient	U_L (W/m ² K)
Värmeförlustkoefficient, andra ordningen	U_L^2 (W/m ² K ²)

Geometri

Lutning mot horisontplanet	s
Orientering mot söder	θ
Höjd	H' (m)
Bredd	B' (m)
Radavstånd	D' (m)
Antal rader	N
Breddgrad	ϕ
Horisontavskärmningsvinkel	δ

Klimat

Lufttemperatur	månads-
Soltimmar per månad	medelvärden

SOLOP räknar i två steg. I steg 1 beräknas för varje kvart under medeldygnet hur mycket energi som infaller mot solfångarna, uppdelat för de

molnfria och medelmolniga intervallen dels i direkt, dels i diffust ljus. I steg 2 beräknas sedan hur mycket av denna infallande energi som under varje kvart fångas in. Detta görs med kunskap om solfångarnas prestandaparametrar och vid önskade absorbatordrifttemperaturer. Insamlad energi från direkt respektive diffust ljus beräknas separat.

Av Figur 2 framgår beräknad och uppmätt instrålning mot en horisontell yta i Stockholm samt även beräknad instrålning mot ytor med olika lutning.

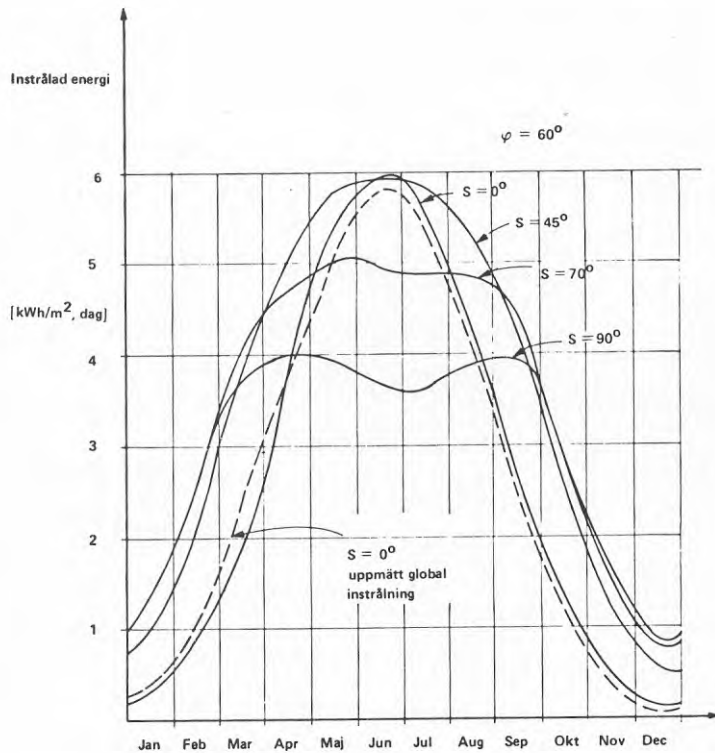
Fortranprogrammet SOLSYS är framtaget för att man snabbt skall kunna få en uppfattning om energiproduktionsförmågan hos några olika typer av solvärmesystem, bl a tappvarmvatten för småhus med korttidslager.

Beräkningstiden är cirka 3 - 5 sekunder för ett fall. Huvuddelen av beräkningarna görs av basprogrammet SOLOP. Systemmodellerna är uppbyggda så att de kommunicerar med SOLOP, dvs ett medeldriftdygn räknas fram för varje månad. Kommunikationen består främst i att solfångarnas drifttemperatur blir definierad under hela medeldriftdygnet.

Medeldriftdygnet tas fram på följande sätt:

Kriteriet på medeldriftdygnet är att lagertemperaturen skall vara densamma vid dygnets slut som vid dess början. För varje kvart under dygnet räknas fram en energibalans. Ingående energi är eventuell insamlad solenergi, utgående är dels förbrukad energi, dels förluster. Beroende på energinettot och lagervolymen motsvarar detta en ändring av lagrets temperatur. Detta ger en ny lagertemperatur, som kommer att påverka energi-

balansen för nästa kvart, osv. För att finna medeldriftdygnet itereras ett par gånger.

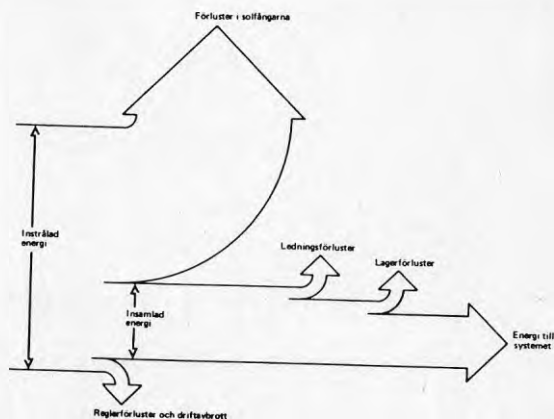


Figur 2

Beräknad och uppmätt instrålning mot en horisontell yta i Stockholm. Beräknad instrålning mot ytor med olika lutning.

I beräkningarna tas hänsyn till värmeförluster i rör och lager, och även till att energiutbytet minskar till följd av att regleringen inte hinner reagera på alla solglintar samt att systemet av olika anledningar är ur funktion en del av tiden. Denna tillgänglighetsfaktor, som framkommer vid många mätanalyser (t ex IEA-samarbetet för vakuumrörsolfångare) har satts till en funktion av systemets värmekapacitet med hjälp av TRNSYS-beräkningar. Faktorn är framräknad inom IEA-samarbetet. Vi förväntar oss således att de erhållna resultaten är någorlunda realistiska och att de ska kunna jämföras med pågående experiment.

Figur 3 visar summariskt det energiflödesdiagram som ligger till grund för SOLSYS.



Figur 3
Energiflödet.

REFERENSER

1. ZINKO, H och CHOUARD, P
A model för calculation of the utilisable solar energy in Sweden.
Electricité de France HE 112 NS 1131, 1978.
2. DOGNIAUX, R
Programme de calcul pour la prédétermination précise des éclairagements énergétiques et lumineux en relation avec l'utilisation de l'énergie solaire.
Comptes, Revue Internationale d'Héliotechnique.

Bilaga 11

EMGP2

EMGP2 er et modulært struktureret computerprogram til simulering af solvarmeanlæg til rumopvarmning og varmt brugsvand. Modellen er udviklet under EF's energiforskningsprogram med deltagelse af Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole, Danmark. Modellen er valideret ved at sammenligne simuleringresultater med målinger fra 8 systemprøvestande for solvarmeanlæg placeret i forskellige EF-medlemslande. Resultatet af denne sammenligning har vist en ganske god overensstemmelse, og afvigelsen ligger inden for målenøjagtigheden. På den baggrund betragtes modellen at være velegnet som sammenligningsgrundlag.

Koordination og ansvaret for udviklingen af modellen er foretaget af: Professor W.L. Dutré, Laboratorium voor Warmteoverdracht en Reaktorkunde, Celestijnenlaan 300 A, B-3030 Herverlee, Belgien.

SEMINAR FOR SOLENERGIBEREGNINGSMODELLER

Simuleringsmodellen baserer seg på f-chart metoden.

Månedlig dekningsgrad (f_n):

$$f_n = 1,029 \cdot Y_n - 0,065 \cdot X_n - 0,245 \cdot Y_n^2 + 0,0018 \cdot X_n^2 + 0,0215 \cdot Y_n^3$$

$$X = A \cdot F' U_1 \cdot (100 - T_a) \cdot \frac{\Delta\tau}{Q_{\text{behov}}}$$

$$Y = A \cdot F' (\overline{\tau\alpha}) \cdot \frac{H_T}{Q_{\text{behov}}}$$

$$\frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)} = 0,95$$

Energi ut fra solfanger:

$$Q_{\text{solfanger}} = f_1 \cdot Q_{\text{behov}}$$

hvor

$$X_1 = X \cdot (11,6 + 1,18 \cdot T_w + 3,86 \cdot T_M - 2,32 \cdot T_a) / (100 - T_a)$$

$$Y_1 = Y$$

Energi til lagertank:

$$Q_{\text{lagertank}} = f_2 \cdot Q_{\text{behov}}$$

$$X_2 = X_1 \cdot F'' \cdot F''' \cdot (V/75)^{-0,25}$$

$$Y_2 = Y \cdot F'' \cdot F'''$$

V = lagertankvolum pr. m^2 solfanger

F'' = flowfactor = 0,96

F''' = effektivitetsfaktor for veksler = 0,83

Oslo, 16.9.1983 - LARS MYHRE - TROND DAHLSVEEN (SIGN)

Bilaga 13

JÄMFÖRELSE AV ENKLA SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER:

I den statistiska utvärderingen ingår totalt 7 stycken program enligt bifogad förteckning med totalt 10 stycken beräkningsresultat (Tabell 1). 4 olika programtyper (F-chart, AUTSOL, SOLOP och Vattenfall) förekommer. En ytterligare modell från SMHI kunde inte inkluderas med i utvärderingen, modellen beräknar dock endast instrålad solenergi. F-chart används av 4 modeller (nr 3, 7, 8, 9) varav en modell (nr 3) endast beräknar instrålad solenergi och från kollektorn producerad värme. Modellerna 4, 5, 6 beräknade med AUTSOL, är baserade på konstant solfångartemperatur med temperaturen som parametrar, modellen återspeglar således inte helt den verkliga driften i solfångarsystem för tappvarmvatten.

Resultaten redovisas dels i tabellform, dels i form av stapeldiagram och input/outputdiagram.

I tabellerna anges aktuella värden för energier och temperaturer samt relativa standardavvikelser. Parameterlistan framgår av Tabell 2. Både månads- och årssumman anges.

I stapeldiagram redovisas dels individuella resultat från de olika beräkningarna, samt en jämförande sammanställning av de olika modellerna för såväl insamlad såsom levererad energi.

I input/outputdiagram ges en plottning av alla resultat för instrålad energi H001, i kollektorerna producerad solvärme Q112 och till tappvarmvatten levererad värme Q200. Acronym-beteckningarna följer IEA-task VI konventionen.

Tabell 1

DELTAGANDE PROGRAM

Namn	Program	
Christer Brunström	(Vattenfall)	1, 2
Andersson/Eliasson	f-chart (SP)	3
Valdis Girdo	AUTSOL	4, 5, 6
Ole Balslev-Olesen	ϕ -f chart	7
	f-chart 4.1	8
Leif Linding	f-chart	9
Heimo Zinko	SOLOP	10

Tabell 2

BETECKNINGSNYCKEL

H002 =	Global instrålning, horisontell
H003 =	Diffus instrålning, horisontell
H001 =	Global instrålning, kollektorplan
H005 =	Diffus instrålning, kollektorplan
Q112 =	Energi ut ur kollektor
Q200 =	Energi till varmvatten
Q115 =	Förluster
E201 =	Tillskottsenergi
T102 =	Medeltemperatur i kollektorn
T200 =	Medeltemperatur i lager

Medelvärden för samtliga storheter
 Relativ standardavvikelse

	H002 kWh/m ²	H003 kWh/m ²	H001 kWh/m ²	H005 kWh/m ²	0112 kWh/m ²	0200 kWh/m ²	0115 kWh/m ²	E201 kWh/m ²	T102 degC	T200 degC
jan	9.2 0.177	5.6 0.116	34.4 0.290	10.2 0.693	5.9 0.794	6.5 0.995	1.7 0.199	55.3 0.094	36.1 0.467	17.2 0.192
feb	24.8 0.081	14.0 0.120	57.7 0.128	19.8 0.462	14.7 0.302	11.4 0.607	3.5 0.360	47.3 0.099	38.2 0.382	20.9 0.132
mar	69.0 0.076	30.6 0.134	116.5 0.054	39.8 0.321	35.1 0.149	26.8 0.340	8.6 0.132	37.0 0.232	42.9 0.240	30.8 0.069
apr	109.5 0.015	48.8 0.141	134.2 0.053	52.6 0.128	43.8 0.034	34.2 0.182	10.2 0.156	26.6 0.219	45.3 0.181	36.2 0.031
maj	161.6 0.018	64.7 0.148	166.5 0.053	66.6 0.151	56.6 0.047	43.9 0.112	12.8 0.034	18.2 0.231	49.4 0.132	44.2 0.062
jun	176.4 0.021	71.5 0.153	168.7 0.050	72.3 0.195	59.2 0.072	45.9 0.110	12.6 0.042	15.1 0.206	51.0 0.130	47.8 0.069
jul	170.3 0.031	70.2 0.160	167.4 0.060	71.4 0.184	60.9 0.089	47.4 0.098	12.7 0.053	14.9 0.203	51.2 0.130	48.4 0.074
aug	132.5 0.029	57.0 0.158	148.9 0.063	59.7 0.143	55.0 0.056	43.9 0.104	10.6 0.040	17.9 0.224	49.1 0.131	44.4 0.054
sep	80.7 0.022	37.7 0.141	114.7 0.064	42.7 0.201	41.4 0.047	33.8 0.181	7.8 0.193	26.6 0.231	45.1 0.184	36.1 0.022
okt	37.7 0.033	20.7 0.151	73.1 0.076	27.0 0.388	23.5 0.183	19.1 0.398	4.5 0.400	43.5 0.177	40.5 0.303	25.9 0.063
nov	11.7 0.044	7.8 0.099	33.0 0.177	12.4 0.628	7.1 0.637	7.4 0.930	1.9 0.963	53.1 0.087	36.4 0.451	18.2 0.177
dec	5.7 0.288	3.8 0.216	24.9 0.433	7.3 0.794	3.4 0.955	5.2 1.209	-1 2.749	56.7 0.069	34.8 0.520	16.0 0.256
år	989.1 0.017	432.0 0.144	1223.9 0.027	481.8 0.114	406.7 0.052	325.2 0.210	84.8 0.095	411.7 0.137	43.3 0.227	32.2 0.056
Antal obs.	5	4	7	5	5	9	4	6	6	4

	C. Brunström		An/EI f-chart	Valdis Girdo			Balslev-Olesen		Lind. f-chart	Zinko
	dis pr kon	pr kon		50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1		
jan	10.3	10.3	10.4	8.3	8.3	8.3	-	-	10.4	6.8
feb	26.1	26.1	26.1	24.4	24.4	24.4	-	-	26.1	21.5
mar	72.4	72.4	72.7	66.0	66.0	66.0	-	-	72.7	61.1
apr	109.2	109.2	109.5	111.9	111.9	111.9	-	-	109.5	107.4
maj	159.2	159.2	160.1	166.3	166.3	166.3	-	-	160.1	162.1
jun	173.9	173.9	174.5	182.8	182.8	182.8	-	-	174.5	176.2
jul	166.7	166.7	167.3	179.4	179.4	179.4	-	-	167.3	170.6
aug	129.8	129.8	130.2	139.0	139.0	139.0	-	-	130.2	133.1
sep	79.5	79.5	79.7	83.8	83.8	83.8	-	-	79.7	80.9
okt	37.3	37.3	37.3	39.9	39.9	39.9	-	-	37.3	36.7
nov	12.0	12.0	12.1	11.5	11.5	11.5	-	-	12.1	10.9
dec	7.1	7.1	6.7	4.5	4.5	4.5	-	-	6.7	3.4
år	983.8	983.8	986.6	1017.6	1017.6	1017.6	-	-	986.6	970.7

	C. Brunström	Am/E1		Valdis Ginde			Balslev-Olesen		Lind.	Zinko
	dis pr kon	pr f-chart	-	50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1	fchart	
jan	6.2	6.2	-	6.1	6.1	6.1	-	-	5.2	4.9
feb	14.6	14.6	-	16.0	16.0	16.0	-	-	12.3	12.9
mar	32.9	32.9	-	34.6	34.6	34.6	-	-	25.4	29.3
apr	51.9	51.9	-	56.8	56.8	56.8	-	-	41.8	44.5
maj	71.3	71.3	-	74.4	74.4	74.4	-	-	55.1	57.9
jun	77.2	77.2	-	84.0	84.0	84.0	-	-	61.9	62.7
jul	76.0	76.0	-	82.9	82.9	82.9	-	-	58.7	63.0
aug	60.8	60.8	-	67.4	67.4	67.4	-	-	47.0	52.6
sep	38.8	38.8	-	44.2	44.2	44.2	-	-	31.5	36.1
okt	20.6	20.6	-	24.3	24.3	24.3	-	-	16.7	21.2
nov	7.7	7.7	-	8.6	8.6	8.6	-	-	6.8	8.2
dec	4.9	4.9	-	3.6	3.6	3.6	-	-	3.5	3.0
år	462.9	462.9	-	503.0	503.0	503.0	-	-	365.9	396.3

	C. Brunström		An/EI	Valdis Girdo			Balslev-Olesen		Lind.	Zinko
	dis	pr kon	pr f-chart	50degC	40degC	50degC	0-fch	fch4.1	fchart	
jan	32.1	32.1	38.1	20.3	20.3	20.3	51.0	33.0	40.1	26.1
feb	51.2	51.2	62.2	46.8	46.8	46.8	68.0	54.0	62.9	56.5
mar	112.4	112.4	123.4	106.4	106.4	106.4	117.0	117.0	124.7	114.4
apr	129.7	129.7	132.6	142.1	142.1	142.1	125.0	132.0	132.7	145.4
maj	165.0	165.0	161.8	182.0	182.0	182.0	156.0	164.0	162.3	174.5
jun	169.1	169.1	163.2	185.7	185.7	185.7	160.0	160.0	163.3	171.5
jul	166.3	166.3	161.8	187.5	187.5	187.5	157.0	165.0	162.1	172.4
aug	144.6	144.6	145.4	164.2	164.2	164.2	137.0	146.0	145.9	159.4
sep	107.5	107.5	114.9	120.2	120.2	120.2	107.0	111.0	114.7	127.8
okt	65.6	65.6	75.9	70.1	70.1	70.1	74.0	68.0	76.7	81.5
nov	29.8	29.8	35.7	23.6	23.6	23.6	42.0	30.0	35.7	33.9
dec	21.5	21.5	27.0	11.2	11.2	11.2	43.0	26.0	31.7	14.0
år	1194.9	1194.9	1242.0	1260.0	1260.0	1260.0	1235.0	1213.0	1252.8	1169.4

	C. Brunström		An/E1 f-chart	Valdis Gindo			Balslev-Olesen		Lind. f-chart	Zinko
	dis pr	kon pr		50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1		
jan	5.6	5.6	-	7.4	7.4	7.4	3.0	-	20.0	14.9
feb	13.1	13.1	-	18.7	18.7	18.7	9.0	-	29.6	28.4
mar	30.2	30.2	-	40.6	40.6	40.6	26.0	-	43.6	58.6
apr	47.6	47.6	-	63.5	63.5	63.5	47.0	-	50.7	54.2
maj	65.5	65.5	-	80.1	80.1	80.1	73.0	-	55.8	58.7
jun	71.1	71.1	-	88.4	88.4	88.4	85.0	-	58.0	59.2
jul	69.8	69.8	-	88.1	88.1	88.1	81.0	-	56.9	61.0
aug	55.6	55.6	-	74.5	74.5	74.5	58.0	-	52.7	57.8
sep	35.4	35.4	-	51.6	51.6	51.6	32.0	-	45.3	49.1
okt	18.8	18.8	-	28.8	28.8	28.8	14.0	-	34.4	39.0
nov	6.9	6.9	-	9.9	9.9	9.9	4.0	-	20.0	21.2
dec	4.4	4.4	-	4.3	4.3	4.3	2.0	-	16.5	9.2
år	424.0	424.0	-	556.0	556.0	556.0	434.0	-	483.5	511.3

	C. Brunström	Ån/E1	Valdis Girdo			Balzlev-Olesen		Lind.	Zinko
	dis pr kon	pr f-chart	50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1	fchart	
jan	10.2	10.3	1.2	.7	-	-	-	-	7.3
feb	16.8	16.9	15.2	6.9	-	-	-	-	17.6
mar	37.8	37.9	38.5	26.0	-	-	-	-	35.2
apr	44.4	44.7	43.0	41.6	-	-	-	-	45.3
maj	56.1	57.3	53.5	60.7	-	-	-	-	55.5
jun	59.5	60.4	55.2	65.6	-	-	-	-	55.5
jul	60.1	60.9	55.9	70.0	-	-	-	-	57.8
aug	54.1	55.3	51.7	60.0	-	-	-	-	54.1
sep	42.0	42.3	40.1	38.8	-	-	-	-	43.7
okt	24.8	24.9	23.4	16.4	-	-	-	-	28.0
nov	10.1	10.3	2.3	2.0	-	-	-	-	10.9
dec	6.6	6.6	.0	.1	-	-	-	-	3.9
år	422.4	427.6	380.1	388.8	-	-	-	-	414.8

Tabell över primärvärden för Q200 [kWh/m²]

	C. Brunström dis pr kon	An/EI pr f-chart	-	Valdis Girdo 50degC	40degC	60degC	Balslev-Olesen 0-fch	fch4.1	Lind. fchart	Zinko
jan	9.5	9.4	-	.0	.5	.0	18.0	13.0	1.5	6.8
feb	14.5	14.4	-	2.5	5.3	.9	20.0	19.0	12.9	12.9
mar	30.3	30.1	-	16.3	23.5	9.7	34.0	38.0	34.0	25.7
apr	35.8	35.7	-	28.2	35.5	20.8	38.0	42.0	37.9	34.0
maj	43.9	44.2	-	41.8	42.5	33.8	48.0	51.0	47.7	42.3
jun	46.9	47.1	-	42.3	42.3	37.7	52.0	53.0	49.2	42.9
jul	47.5	47.6	-	43.8	43.8	41.0	53.0	55.0	50.3	44.7
aug	44.1	44.4	-	42.0	42.0	34.5	48.0	51.0	45.8	43.2
sep	35.6	35.5	-	27.8	35.5	20.3	38.0	41.0	35.1	35.3
okt	21.9	21.9	-	10.0	15.7	5.0	28.0	27.0	20.2	22.4
nov	10.0	10.1	-	.5	1.5	.2	20.0	13.0	1.7	9.2
dec	6.9	6.9	-	.0	.0	.0	18.0	11.0	.0	3.8
år	346.8	347.1	-	255.5	288.3	204.0	414.0	412.0	336.3	323.2

	C. Brunström	An/EI		Valdis Girdo		Balslev-Olesen	Lind.	Zinko	
	dis pr kon	pr f-chart		50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1	fchart
jan	.7	.8	-	.6	-	-	-	-	.5
feb	2.3	2.5	-	4.4	-	-	-	-	4.7
mar	7.5	7.8	-	9.7	-	-	-	-	9.5
apr	8.6	9.0	-	11.8	-	-	-	-	11.3
maj	12.2	13.0	-	12.9	-	-	-	-	13.2
jun	12.5	13.3	-	12.0	-	-	-	-	12.6
jul	12.6	13.3	-	11.8	-	-	-	-	13.1
aug	10.0	10.9	-	10.6	-	-	-	-	10.9
sep	6.4	6.7	-	9.6	-	-	-	-	8.4
okt	2.9	3.0	-	6.4	-	-	-	-	5.6
nov	.1	.2	-	1.4	-	-	-	-	1.7
dec	-.3	-.2	-	.1	-	-	-	-	.1
år	75.6	80.5	-	91.5	-	-	-	-	91.6

	C. Brunström		An/E1 f-chart	Valdis Girdo			Balslev-Olesen		Lind. f-chart	Zinko
	dis pr kon	pr f-chart		50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1		
jan	49.4	49.5	-	60.0	59.5	60.0	-	-	-	53.1
feb	44.3	44.5	-	51.7	48.8	53.0	-	-	-	41.2
mar	28.6	28.8	-	43.7	36.5	50.3	-	-	-	34.2
apr	23.1	23.2	-	29.8	22.5	37.2	-	-	-	24.0
maj	14.9	14.7	-	18.2	17.5	26.2	-	-	-	17.6
jun	12.0	11.8	-	15.7	15.9	20.3	-	-	-	15.1
jul	11.4	11.3	-	16.2	16.2	19.0	-	-	-	15.2
aug	14.8	14.5	-	18.0	18.0	25.5	-	-	-	16.7
sep	23.3	23.4	-	30.2	22.5	37.7	-	-	-	22.7
okt	37.0	37.0	-	50.0	44.3	55.0	-	-	-	37.5
nov	48.9	48.8	-	57.5	56.5	57.8	-	-	-	48.8
dec	52.0	52.0	-	60.0	60.0	60.0	-	-	-	56.1
år	359.5	359.5	-	450.2	417.3	501.7	-	-	-	382.2

	C. Brunström	Rn/E1		Valdis Girdo			Balslev-Olesen		Lind.	Zinko
	dis pr	kon pr	f-chart	50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1	fchart	
jan	25.4	25.7	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	15.6
feb	28.5	28.5	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	22.1
mar	38.1	37.9	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	31.5
apr	41.2	41.0	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	39.4
maj	49.7	50.4	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	46.4
jun	53.4	53.4	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	49.0
jul	53.4	54.0	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	49.5
aug	48.0	49.1	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	47.6
sep	40.1	39.8	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	40.6
okt	31.9	31.7	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	29.1
nov	25.1	25.2	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	18.0
dec	22.8	22.8	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	13.4
år	38.1	38.3	-	50.0	40.0	60.0	-	-	-	33.5

	C. Brunström	An/EI	Valdis Girdo			Balslev-Olesen		Lind.	Zinko	
	dis pr kon	pr f-chart	50degC	40degC	60degC	0-fch	fch4.1	fchart		
jan	15.9	16.4	-	-	-	-	22.0	-	-	14.5
feb	18.9	19.8	-	-	-	-	25.0	-	-	20.0
mar	30.1	31.8	-	-	-	-	33.0	-	-	28.1
apr	35.4	37.3	-	-	-	-	37.0	-	-	35.1
maj	44.8	47.6	-	-	-	-	43.0	-	-	41.2
jun	48.9	51.6	-	-	-	-	47.0	-	-	43.7
jul	49.7	52.5	-	-	-	-	47.0	-	-	44.2
aug	44.8	47.5	-	-	-	-	43.0	-	-	42.1
sep	35.2	37.1	-	-	-	-	36.0	-	-	36.1
okt	24.1	25.4	-	-	-	-	28.0	-	-	25.9
nov	16.3	16.8	-	-	-	-	23.0	-	-	16.6
dec	14.3	14.7	-	-	-	-	22.0	-	-	12.9
år	31.5	33.2	-	-	-	-	34.0	-	-	30.0

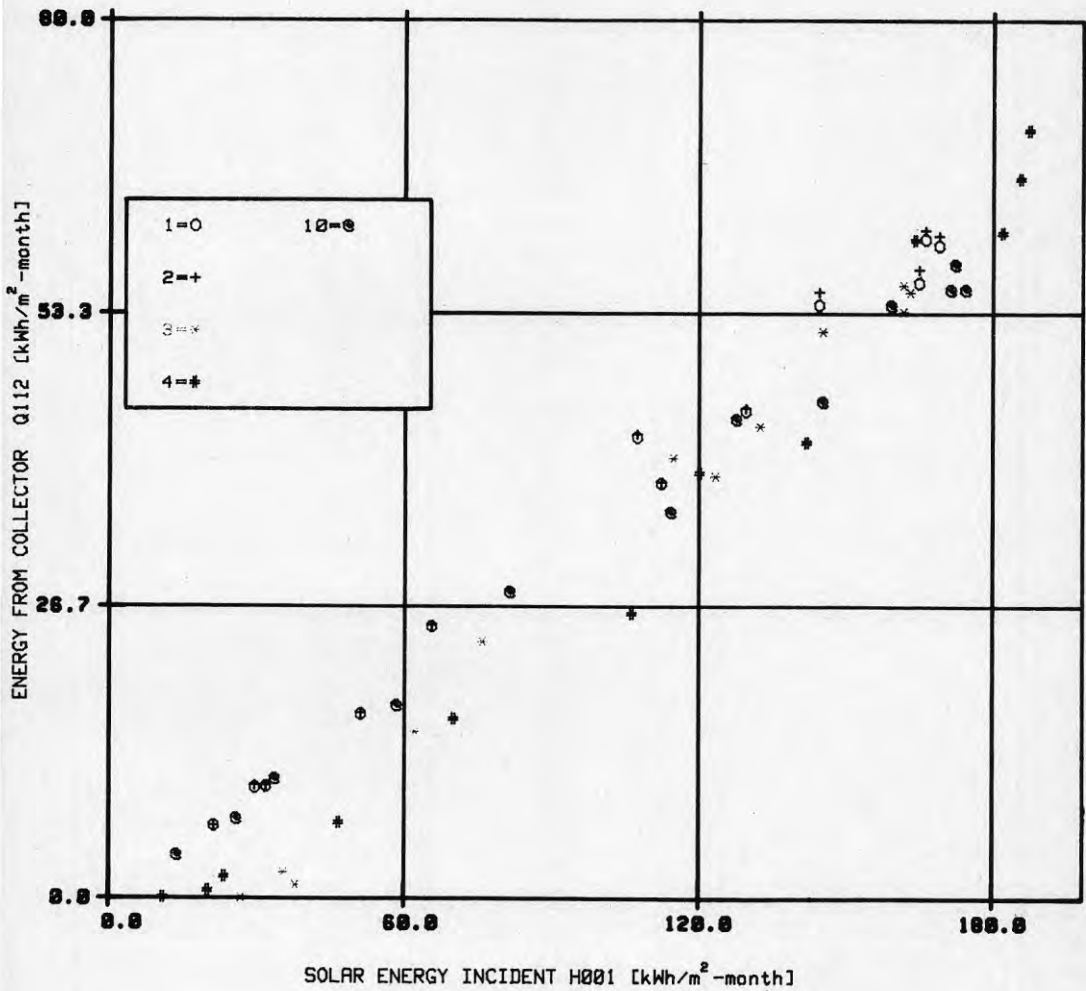
1=Christer Brunström, diskontinuerlig förbrukning

2=Christer Brunström, kontinuerlig förbrukning

3=Andersson/Eliasson : f-chart

4=Valdis Girdo, 50°C

10=Heimo Zinko, kontinuerlig förbrukning



1=Christer Brunström, diskontinuerlig förbrukning

2=Christer Brunström, kontinuerlig förbrukning

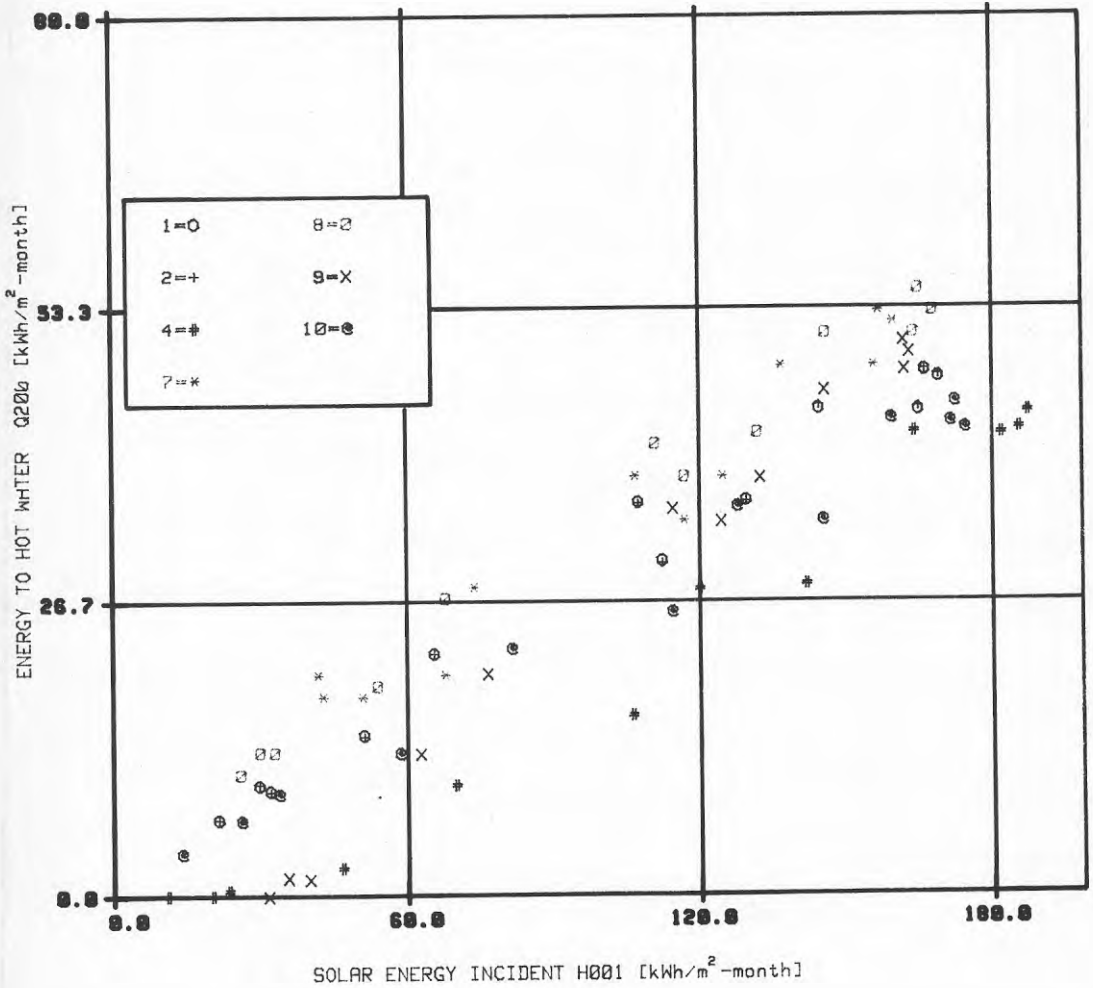
4=Valdis Girdo, 50°C

7=Balslev-Olesen : Ø-f.chart

8=Balslev-Olesen : f-chart 4.1

9=Leif Lindig : f-chart

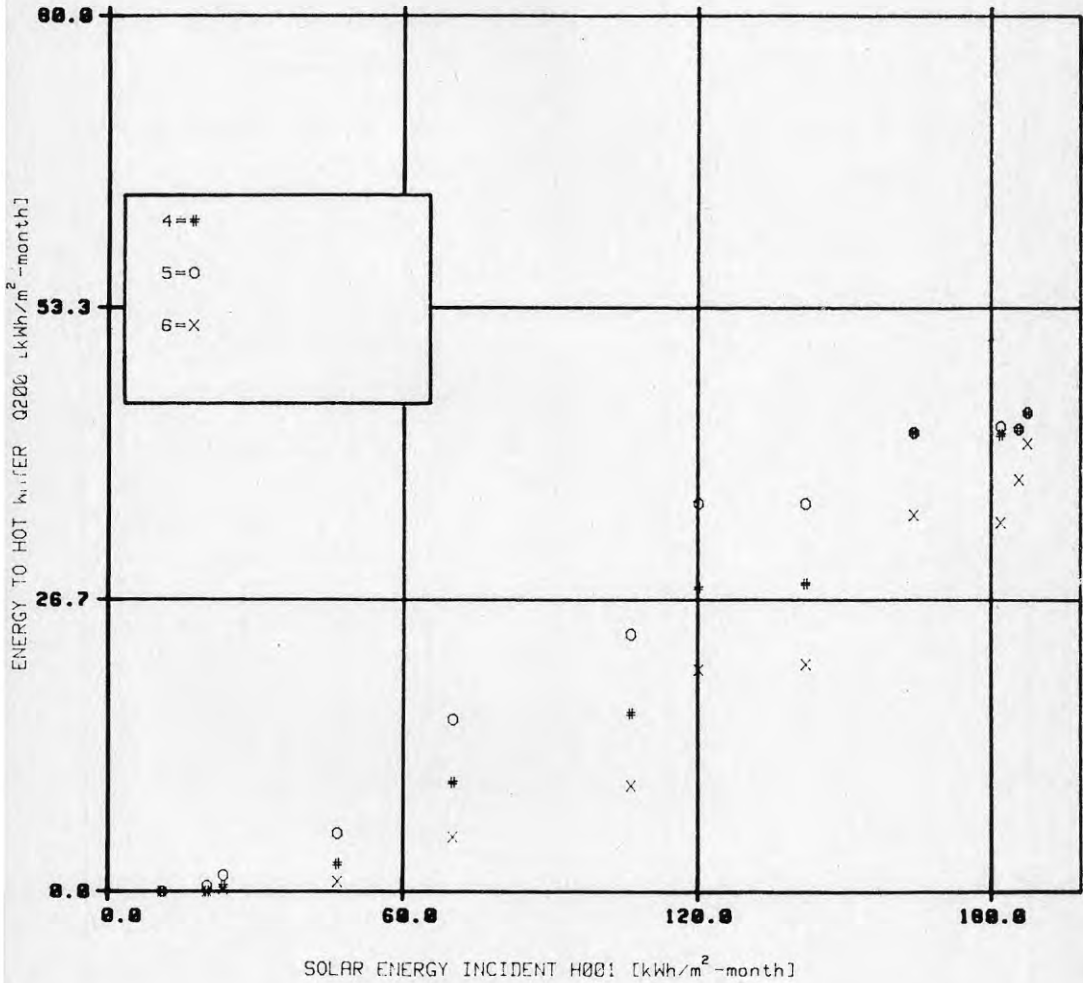
10=Heimo Zinko, kontinuerlig förbrukning



4=Valdis Girdo, 50°C

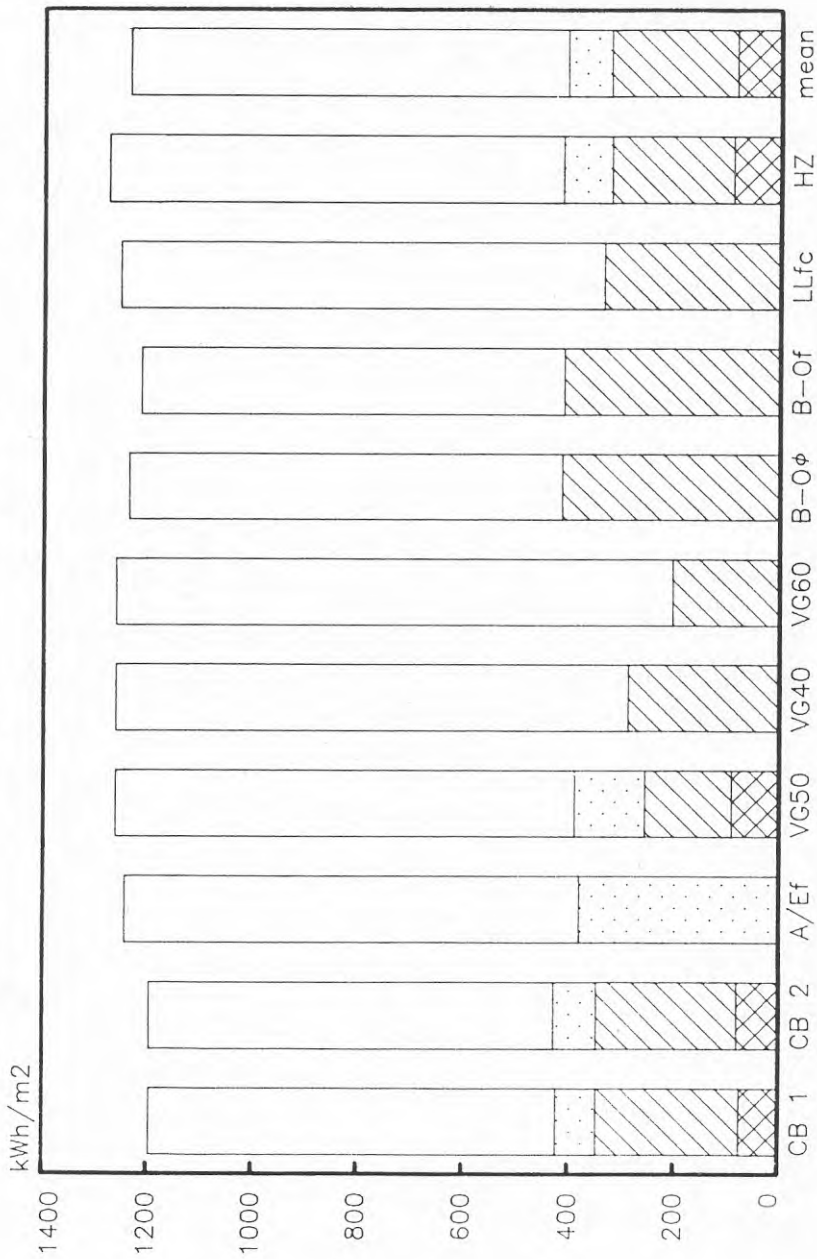
5=Valdis Girdo, 40°C

6=Valdis Girdo, 60°C



SAMMANSTÄLLNING AV SOL-ENERGIERNA

Jämförelse modeller emellan



Samtliga staplar utgår från 0

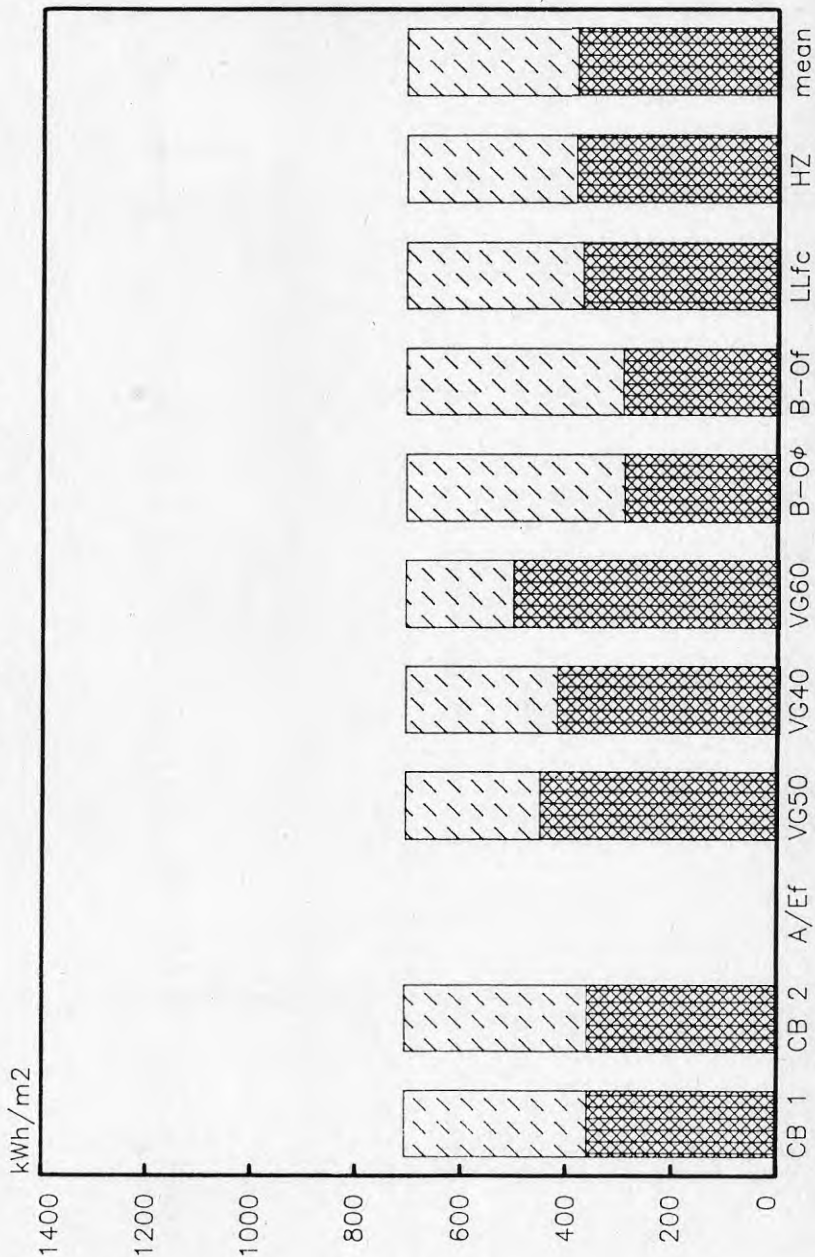
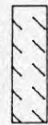
SAMMANSTÄLLNING AV ENERGIBEHOVEN

Jämförelse modeller emellan

E201
auxiliary



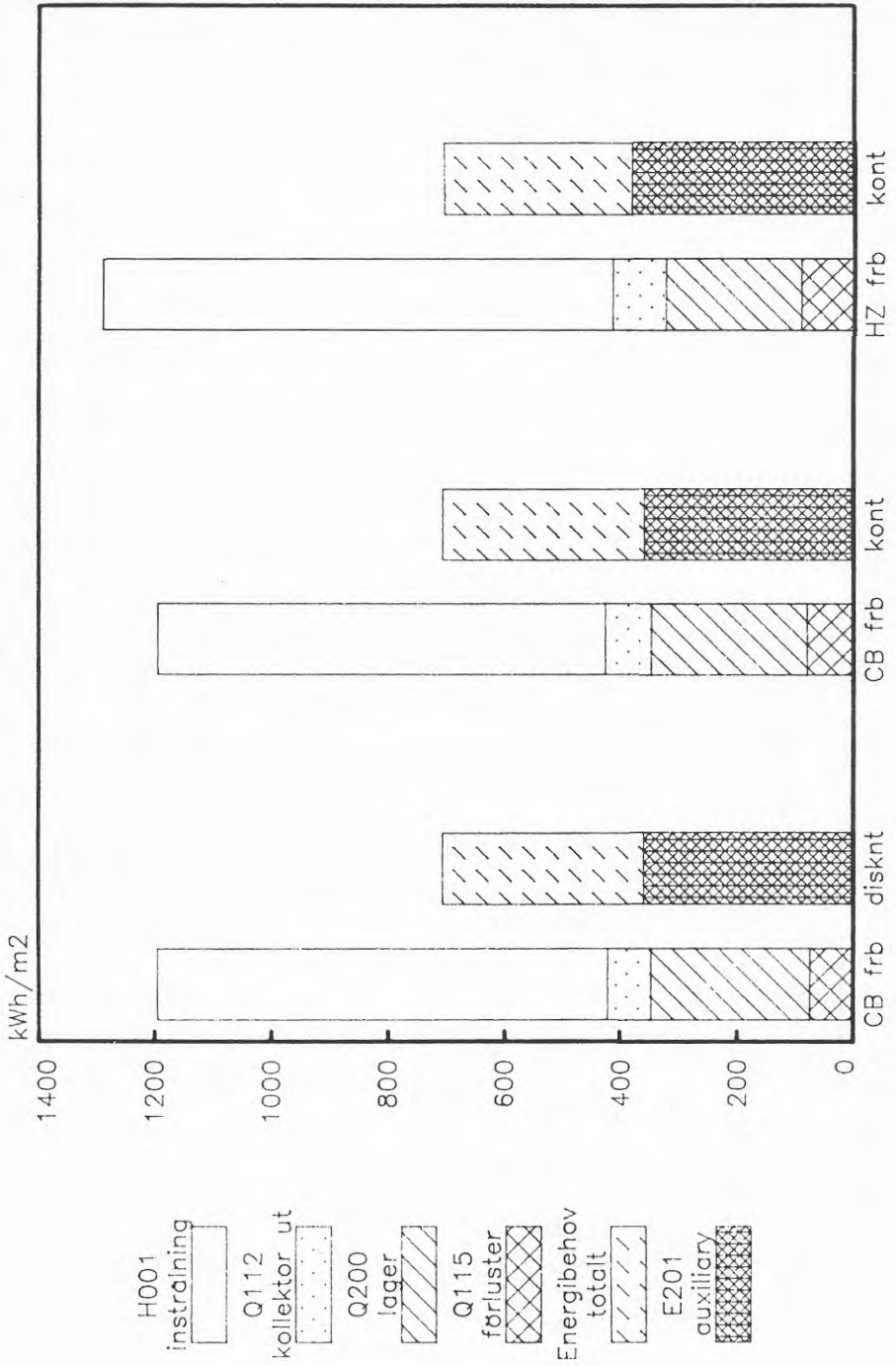
Energibehov
totalt



Samtliga staplar utgår från 0

STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIERNA

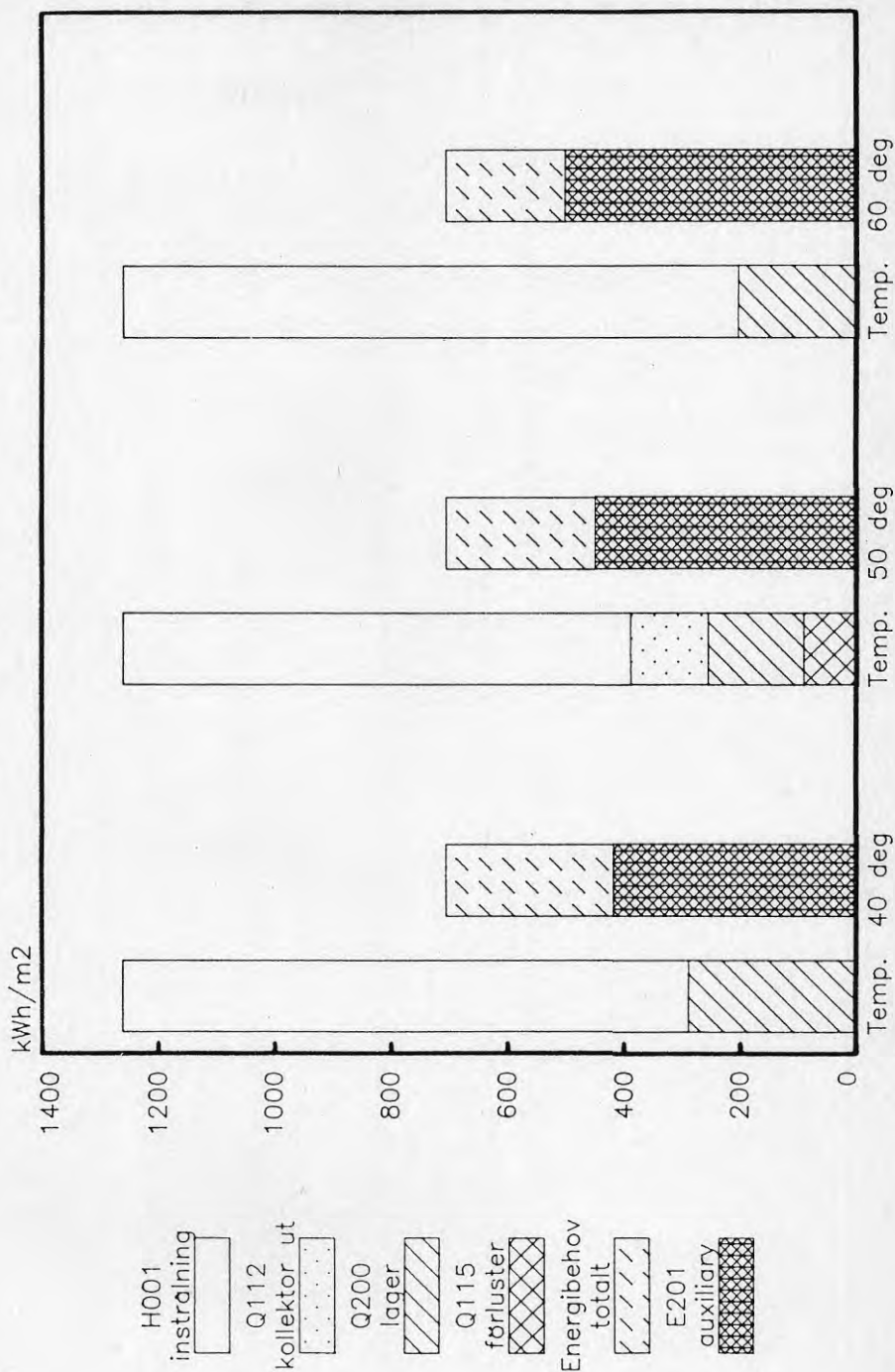
C Brunström=CB, Heimo Zinko=HZ



Samtliga staplar utgår från 0

STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIERNA

Valdis Girdo : konstant drift-temp.



Samtliga staplar utgår från 0

Bilaga 14

Tabell 1

DELTAGANDE PROGRAM

Namn	Program
Trond Dahlsveen	F-chart
Christer Brunström	(Vattenfall)
Leif Linding	F-chart
Andersson/Eliasson	F-chart
Heimo Zinko	SOLOP
Balslev-Olesen	EMGP2
"-	F-chart 4.1

Tabell 2

BETECKNINGSNYCKEL

H001 =	Global instrålning, kollektorplan
H005 =	Diffus instrålning, kollektorplan
Q112 =	Energi ut ur kollektor
Q200 =	Energi till varmvatten
Q115 =	Förluster
E201 =	Tillskottsenergi
T102 =	Medeltemperatur i kollektorn
T200 =	Medeltemperatur i lager

Medelvärden för samtliga storheter
 Relativ standardavvikelse

	Q112 kWh/m2	Q200 kWh/m2	Q115 kWh/m2	E201 kWh/m2	T102 degC	T200 degC
jan	7.6 0.590	5.4 0.846	.7 0.586	53.9 0.083	17.9 0.161	12.6 0.493
feb	19.0 0.086	13.6 0.419	6.3 0.981	43.5 0.117	23.7 0.108	17.3 0.382
mar	26.7 0.115	19.8 0.324	8.1 0.902	39.5 0.166	26.9 0.094	21.5 0.281
apr	45.5 0.057	37.0 0.153	11.6 0.527	21.6 0.246	37.6 0.066	31.2 0.155
maj	51.8 0.083	43.1 0.143	12.2 0.522	16.1 0.405	41.3 0.096	35.1 0.110
jun	58.9 0.079	49.3 0.117	13.2 0.332	9.2 0.586	48.3 0.083	42.2 0.091
jul	55.6 0.051	46.5 0.118	12.1 0.482	12.8 0.454	44.6 0.061	39.2 0.079
aug	56.0 0.038	45.8 0.118	12.9 0.430	13.5 0.420	44.4 0.049	38.9 0.095
sep	42.8 0.041	34.8 0.162	9.6 0.670	23.8 0.228	37.3 0.060	32.1 0.136
okt	27.7 0.108	21.3 0.342	6.9 1.080	38.0 0.194	28.5 0.077	23.9 0.204
nov	12.9 0.221	9.5 0.576	2.7 1.162	49.2 0.108	21.0 0.147	16.2 0.265
dec	9.9 0.349	6.8 0.775	1.5 0.995	52.5 0.101	18.7 0.157	14.9 0.415
år	414.4 0.050	332.7 0.160	97.3 0.590	373.5 0.141	32.5 0.075	27.1 0.165
Antal obs.	5	8	5	8	4	4

Tabell över primärvärden för Q112 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont	profil	Balslev-Olesen EMGP2	fchart4.1
jan	.0	9.3	-	-	10.8	10.6	7.2	-
feb	16.9	20.2	-	-	20.2	20.1	17.5	-
mar	25.0	26.1	-	-	29.9	29.7	22.8	-
apr	47.7	48.9	-	-	43.7	43.4	43.7	-
maj	55.4	56.7	-	-	47.7	47.3	51.9	-
jun	57.9	66.8	-	-	55.8	55.2	58.9	-
jul	57.5	59.6	-	-	53.6	53.0	54.4	-
aug	55.9	59.7	-	-	55.2	54.6	54.6	-
sep	41.7	44.5	-	-	43.9	43.5	40.2	-
okt	24.2	28.2	-	-	30.6	30.4	25.0	-
nov	7.9	14.8	-	-	14.5	14.1	13.4	-
dec	3.8	12.4	-	-	11.1	11.0	11.2	-
år	393.8	447.2	-	-	417.0	412.9	400.9	-

Tabell över primärvärden för Q200 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/EI f-chart	H Zinko kont	profil	Balslev-Olesen EMGP2	fchart4.1
jan	.0	8.3	.0	.0	9.8	9.9	8.2	6.9
feb	.0	15.4	13.3	13.6	15.8	15.9	16.5	18.1
mar	4.3	20.2	20.6	21.4	23.7	23.7	21.2	23.1
apr	26.1	35.8	43.1	44.1	35.0	35.1	37.0	39.8
maj	33.5	41.1	50.8	51.9	39.4	39.3	44.6	44.4
jun	41.1	48.0	57.0	58.1	46.0	45.7	48.1	50.5
jul	36.6	44.3	53.1	54.3	45.3	44.9	46.5	46.8
aug	35.0	43.3	51.6	52.6	45.9	45.6	45.9	46.3
sep	21.3	33.8	37.4	38.4	37.7	37.3	35.6	36.6
okt	4.3	22.4	20.3	20.9	26.9	26.5	23.8	25.0
nov	.0	12.1	4.7	4.9	12.8	13.1	13.4	14.8
dec	.0	10.3	.7	.7	10.1	10.1	11.4	11.1
år	202.3	335.0	352.8	360.9	348.4	347.1	352.2	363.0

Tabell över primärvärden för Q115 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/EI f-chart	H Zinko kont	profil	Balslev-Olesen EMGP2	fchart4.1
jan	.0	1.0	-	-	1.0	.7	1.0	-
feb	16.9	4.8	-	-	4.4	4.2	1.0	-
mar	20.7	6.0	-	-	6.2	6.0	1.6	-
apr	21.6	13.2	-	-	8.7	8.3	6.3	-
maj	21.9	15.6	-	-	8.3	8.0	7.3	-
jun	16.8	18.9	-	-	9.8	9.5	10.8	-
jul	20.9	15.4	-	-	8.3	8.1	7.9	-
aug	20.9	16.4	-	-	9.3	9.0	8.7	-
sep	20.4	10.7	-	-	6.2	6.2	4.6	-
okt	19.9	5.8	-	-	3.7	3.9	1.2	-
nov	7.9	2.7	-	-	1.7	1.0	.0	-
dec	3.8	2.1	-	-	1.0	.9	-.2	-
år	191.0	112.6	-	-	68.6	65.8	48.7	-

Tabell över primärvärden för E201 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont	profil	Balslev-Olesen EMGP2	fchart4.1
jan	59.8	50.6	58.9	58.9	50.1	50.0	50.7	52.0
feb	54.0	43.5	45.6	45.3	38.3	38.2	42.4	40.8
mar	55.5	38.7	38.3	37.5	36.2	36.2	37.7	35.8
apr	31.8	23.1	15.8	14.8	23.0	22.9	21.9	19.1
maj	26.3	17.8	8.1	7.0	20.5	20.6	14.3	14.5
jun	16.8	10.9	1.9	.8	12.0	12.3	10.8	8.4
jul	23.2	14.6	5.8	4.6	14.6	15.0	12.4	12.1
aug	24.8	15.6	7.3	6.3	14.0	14.3	13.0	12.6
sep	36.6	25.1	21.5	20.5	20.3	20.7	23.3	22.3
okt	55.5	36.5	38.6	38.0	33.0	33.4	35.1	33.9
nov	57.9	46.8	54.2	54.0	45.2	45.5	45.5	44.1
dec	59.8	48.5	58.2	58.2	49.8	49.8	47.5	47.8
år	502.0	371.7	354.0	345.9	357.0	358.9	354.6	343.8

Tabell över primärvärden för T102 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont	Zinko profil	Balslev-Olesen EMGP2	Olesen fchart4.1
jan	-	21.9	-	-	17.2	17.5	15.0	-
feb	-	27.3	-	-	22.8	23.1	21.4	-
mar	-	29.5	-	-	27.1	27.4	23.4	-
apr	-	41.3	-	-	35.9	36.3	37.0	-
maj	-	46.6	-	-	38.0	38.5	41.9	-
jun	-	53.3	-	-	44.6	45.6	49.6	-
jul	-	48.4	-	-	42.3	43.1	44.4	-
aug	-	47.6	-	-	43.0	43.8	43.2	-
sep	-	39.3	-	-	37.8	38.1	34.1	-
okt	-	29.7	-	-	29.4	29.7	25.2	-
nov	-	25.4	-	-	19.7	20.3	18.4	-
dec	-	23.1	-	-	17.4	17.6	16.8	-
år	-	36.1	-	-	31.2	31.8	30.9	-

Tabell över primärvärden för T200 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/EI f-chart	H Zinko kont	profil	Balslev-Olesen EMGP2	fchart4.1
jan	-	15.2	-	-	15.6	16.3	3.3	-
feb	-	19.3	-	-	21.7	20.8	7.5	-
mar	-	22.8	-	-	25.8	24.6	12.6	-
apr	-	34.3	-	-	34.2	32.3	24.1	-
maj	-	39.5	-	-	36.3	34.2	30.3	-
jun	-	47.1	-	-	42.9	40.4	38.2	-
jul	-	42.4	-	-	40.6	38.4	35.2	-
aug	-	41.5	-	-	41.3	39.0	33.6	-
sep	-	32.4	-	-	36.0	33.9	25.9	-
okt	-	24.1	-	-	28.0	26.5	17.0	-
nov	-	17.4	-	-	18.8	18.6	9.8	-
dec	-	16.4	-	-	16.8	20.3	6.0	-
år	-	29.4	-	-	29.8	28.8	20.4	-

Medelvärden för samtliga storheter
Relativ standardavvikelse

	Q112 kWh/m ²	Q200 kWh/m ²	Q115 kWh/m ²	E201 kWh/m ²	T102 degC	T200 degC
jan	7.2 0.877	4.0 1.381	.6 0.866	90.9 0.057	18.0 0.196	14.0 0.061
feb	20.4 0.103	12.7 0.581	8.5 0.969	78.4 0.084	22.5 0.138	17.5 0.085
mar	29.5 0.100	19.4 0.552	12.3 1.009	75.5 0.146	25.0 0.079	20.2 0.109
apr	53.6 0.086	43.4 0.222	15.8 0.732	50.2 0.179	33.2 0.119	27.5 0.026
maj	62.1 0.124	52.2 0.197	16.6 0.696	42.7 0.259	35.1 0.137	30.1 0.028
jun	72.6 0.113	62.0 0.159	17.1 0.597	31.6 0.290	39.7 0.134	35.0 0.036
jul	66.6 0.076	56.3 0.164	15.9 0.667	38.5 0.257	37.0 0.117	32.7 0.000
aug	66.2 0.052	55.0 0.164	16.1 0.629	39.8 0.242	37.3 0.093	32.7 0.017
sep	49.1 0.021	38.8 0.236	13.3 0.799	54.8 0.158	32.7 0.052	27.4 0.085
okt	30.4 0.127	20.5 0.536	11.0 1.062	74.4 0.151	25.9 0.030	21.2 0.113
nov	13.2 0.346	7.4 0.868	3.7 0.987	86.2 0.074	20.4 0.184	15.7 0.063
dec	9.5 0.559	4.5 1.369	2.0 0.656	90.4 0.066	18.8 0.230	14.4 0.020
år	480.2 0.046	376.3 0.226	133.1 0.755	754.1 0.112	28.8 0.118	24.0 0.035
Antal obs.	3	5	3	5	2	2

Tabell över primärvärden för Q112 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	.0	9.8	-	-	11.8
feb	18.0	21.5	-	-	21.8
mar	27.4	28.3	-	-	32.9
apr	57.0	55.4	-	-	48.3
maj	67.6	65.3	-	-	53.3
jun	76.9	77.7	-	-	63.1
jul	70.0	69.0	-	-	60.8
aug	67.4	68.9	-	-	62.3
sep	48.0	50.1	-	-	49.1
okt	26.4	30.6	-	-	34.1
nov	7.9	15.9	-	-	15.7
dec	3.4	13.1	-	-	11.9
år	470.0	505.6	-	-	465.1

Tabell över primärvärden för Q200 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	.0	8.9	.0	.0	10.9
feb	.0	17.3	13.8	14.1	18.5
mar	.7	22.8	22.2	23.1	28.1
apr	28.3	43.3	51.1	52.5	41.8
maj	38.4	51.1	61.4	63.1	46.8
jun	49.5	60.9	71.0	72.7	56.1
jul	42.6	55.0	64.0	65.7	54.4
aug	40.4	54.4	61.7	63.2	55.4
sep	22.7	40.3	42.8	44.1	44.2
okt	1.9	25.2	21.9	22.5	30.9
nov	.0	13.6	4.3	4.5	14.8
dec	.0	11.3	.0	.0	11.1
år	224.5	404.1	414.2	425.5	413.0

Tabell över primärvärden för Q115 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	.0	.9	-	-	.9
feb	18.0	4.2	-	-	3.3
mar	26.7	5.5	-	-	4.8
apr	28.7	12.1	-	-	6.5
maj	29.2	14.1	-	-	6.5
jun	27.4	16.9	-	-	7.0
jul	27.4	14.0	-	-	6.4
aug	27.0	14.5	-	-	6.9
sep	25.3	9.8	-	-	4.9
okt	24.5	5.4	-	-	3.2
nov	7.9	2.4	-	-	.9
dec	3.4	1.8	-	-	.8
år	245.5	101.6	-	-	52.1

Tabell över primärvärden för E201 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	95.7	85.3	94.2	94.2	85.2
feb	86.4	76.9	80.4	80.1	68.3
mar	95.0	71.4	72.0	71.1	68.0
apr	64.3	50.9	43.1	41.7	51.2
maj	57.3	43.1	32.8	31.1	49.3
jun	43.1	33.3	23.2	21.5	36.9
jul	53.1	39.1	30.2	28.5	41.7
aug	55.3	39.7	32.5	31.0	40.7
sep	69.9	53.9	51.4	50.1	48.8
okt	93.8	69.0	72.3	71.7	65.2
nov	92.6	80.6	89.9	89.8	78.2
dec	95.7	82.9	94.2	94.2	85.0
år	905.0	726.1	716.2	704.9	718.5

Tabell över primärvärden för T102 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/EI f-chart	H Zinko kont
jan	-	20.5	-	-	15.5
feb	-	24.7	-	-	20.3
mar	-	26.4	-	-	23.6
apr	-	36.0	-	-	30.4
maj	-	38.5	-	-	31.7
jun	-	43.4	-	-	35.9
jul	-	40.0	-	-	33.9
aug	-	39.7	-	-	34.8
sep	-	33.9	-	-	31.5
okt	-	26.4	-	-	25.3
nov	-	23.0	-	-	17.7
dec	-	21.8	-	-	15.7
år	-	31.2	-	-	26.4

Tabell över primärvärden för T200 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	-	13.4	-	-	14.6
feb	-	16.4	-	-	18.5
mar	-	18.6	-	-	21.7
apr	-	27.0	-	-	28.0
maj	-	30.7	-	-	29.5
jun	-	35.9	-	-	34.1
jul	-	32.7	-	-	32.7
aug	-	32.3	-	-	33.1
sep	-	25.7	-	-	29.0
okt	-	19.5	-	-	22.9
nov	-	15.0	-	-	16.4
dec	-	14.2	-	-	14.6
år	-	23.4	-	-	24.6

Medelvärden för samtliga storheter
Relativ standardavvikelse

	Q112 kWh/m2	Q200 kWh/m2	Q115 kWh/m2	E201 kWh/m2	T102 degC	T200 degC
jan	7.4 0.880	4.1 1.383	.5 0.872	138.0 0.040	17.1 0.215	12.8 0.050
feb	21.2 0.105	13.4 0.591	8.4 1.071	123.2 0.065	21.0 0.162	15.4 0.073
mar	31.2 0.105	20.6 0.579	12.6 1.114	121.6 0.103	23.1 0.120	17.4 0.098
apr	58.0 0.098	47.6 0.232	16.5 0.889	92.7 0.109	29.1 0.129	22.9 0.034
maj	67.9 0.134	57.8 0.204	17.6 0.820	84.4 0.154	30.1 0.172	24.7 0.014
jun	79.9 0.136	70.1 0.162	17.1 0.833	70.2 0.146	33.3 0.161	28.5 0.010
jul	73.3 0.086	63.1 0.165	16.1 0.871	79.1 0.145	31.5 0.117	26.9 0.021
aug	72.2 0.058	61.3 0.168	16.0 0.847	80.9 0.139	32.2 0.108	26.9 0.040
sep	52.9 0.018	42.2 0.249	13.7 0.944	98.1 0.101	28.8 0.064	22.8 0.084
okt	32.1 0.136	21.6 0.577	11.5 1.164	120.6 0.107	23.9 0.068	18.1 0.102
nov	13.7 0.367	7.7 0.906	3.6 1.030	132.6 0.053	19.0 0.190	14.1 0.045
dec	9.7 0.583	4.9 1.370	1.5 1.193	137.3 0.048	17.9 0.242	13.3 0.027
år	519.4 0.044	414.5 0.235	134.9 0.921	1278.5 0.075	25.6 0.141	20.3 0.042
Antal obs.	3	5	3	5	2	2

Tabell över primärvärden för Q112 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/EI f-chart	H Zinko kont
jan	.0	10.0	-	-	12.3
feb	18.7	22.1	-	-	22.9
mar	28.8	29.8	-	-	34.9
apr	62.8	59.4	-	-	51.7
maj	75.3	70.7	-	-	57.7
jun	87.1	85.2	-	-	67.4
jul	77.8	76.0	-	-	66.1
aug	74.6	74.7	-	-	67.4
sep	51.9	53.8	-	-	52.9
okt	27.6	32.3	-	-	36.3
nov	7.9	16.6	-	-	16.6
dec	3.2	13.5	-	-	12.3
år	515.7	544.1	-	-	498.5

Tabell över primärvärden för Q200 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	.0	9.2	.0	.0	11.5
feb	.0	18.4	14.1	14.5	20.2
mar	.0	24.7	23.1	24.1	31.0
apr	29.8	48.3	56.0	57.6	46.4
maj	41.5	57.8	68.0	70.1	51.6
jun	54.9	70.2	79.8	82.1	63.4
jul	46.4	63.2	70.8	72.9	62.1
aug	43.8	62.0	67.9	69.8	63.1
sep	23.6	44.9	46.0	47.5	49.0
okt	.7	27.3	22.8	23.5	33.7
nov	.0	14.5	4.1	4.2	15.7
dec	.0	11.9	.0	.0	12.6
år	240.7	452.4	452.6	466.3	460.3

Tabell över primärvärden för Q115 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr. profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H.Zinko kont
jan	.0	.7	-	-	.8
feb	18.7	3.7	-	-	2.7
mar	28.8	5.1	-	-	3.9
apr	33.1	11.1	-	-	5.3
maj	33.8	12.9	-	-	6.1
jun	32.2	15.0	-	-	4.0
jul	31.4	12.8	-	-	4.0
aug	30.8	12.8	-	-	4.3
sep	28.3	8.8	-	-	3.9
okt	26.9	5.0	-	-	2.6
nov	7.9	2.1	-	-	.9
dec	3.2	1.5	-	-	-.3
år	275.0	91.5	-	-	38.2

Tabell över primärvärden för E201 [kWh/m²]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	143.6	132.0	141.3	141.2	132.1
feb	129.7	122.8	127.1	126.7	109.5
mar	143.6	116.6	118.2	117.1	112.6
apr	109.1	92.9	85.2	83.6	92.6
maj	102.1	83.4	73.3	71.1	92.0
jun	84.0	71.1	61.4	59.1	75.6
jul	97.2	78.0	70.4	68.3	81.5
aug	99.8	79.3	73.3	71.4	80.5
sep	115.3	96.3	95.2	93.7	90.0
okt	142.9	113.9	118.4	117.7	109.9
nov	138.9	126.8	137.1	137.0	123.3
dec	143.6	129.3	141.3	141.2	131.0
år	1449.8	1242.4	1241.8	1228.1	1230.6

Tabell över primärvärden för T102 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	-	19.7	-	-	14.5
feb	-	23.4	-	-	18.6
mar	-	25.0	-	-	21.1
apr	-	31.7	-	-	26.4
maj	-	33.7	-	-	26.4
jun	-	37.1	-	-	29.5
jul	-	34.1	-	-	28.9
aug	-	34.6	-	-	29.7
sep	-	30.1	-	-	27.5
okt	-	25.0	-	-	22.7
nov	-	21.5	-	-	16.4
dec	-	20.9	-	-	14.8
år	-	28.1	-	-	23.0

Tabell över primärvärden för T200 [deg C]

	Dahlsveen f-chart	Brunstr profil	Linding f-chart	An/E1 f-chart	H Zinko kont
jan	-	12.3	-	-	13.2
feb	-	14.6	-	-	16.2
mar	-	16.2	-	-	18.6
apr	-	22.3	-	-	23.4
maj	-	24.9	-	-	24.4
jun	-	28.7	-	-	28.3
jul	-	26.5	-	-	27.3
aug	-	26.1	-	-	27.6
sep	-	21.4	-	-	24.1
okt	-	16.8	-	-	19.4
nov	-	13.6	-	-	14.5
dec	-	13.0	-	-	13.5
år	-	19.7	-	-	20.9

250 liter/dygn

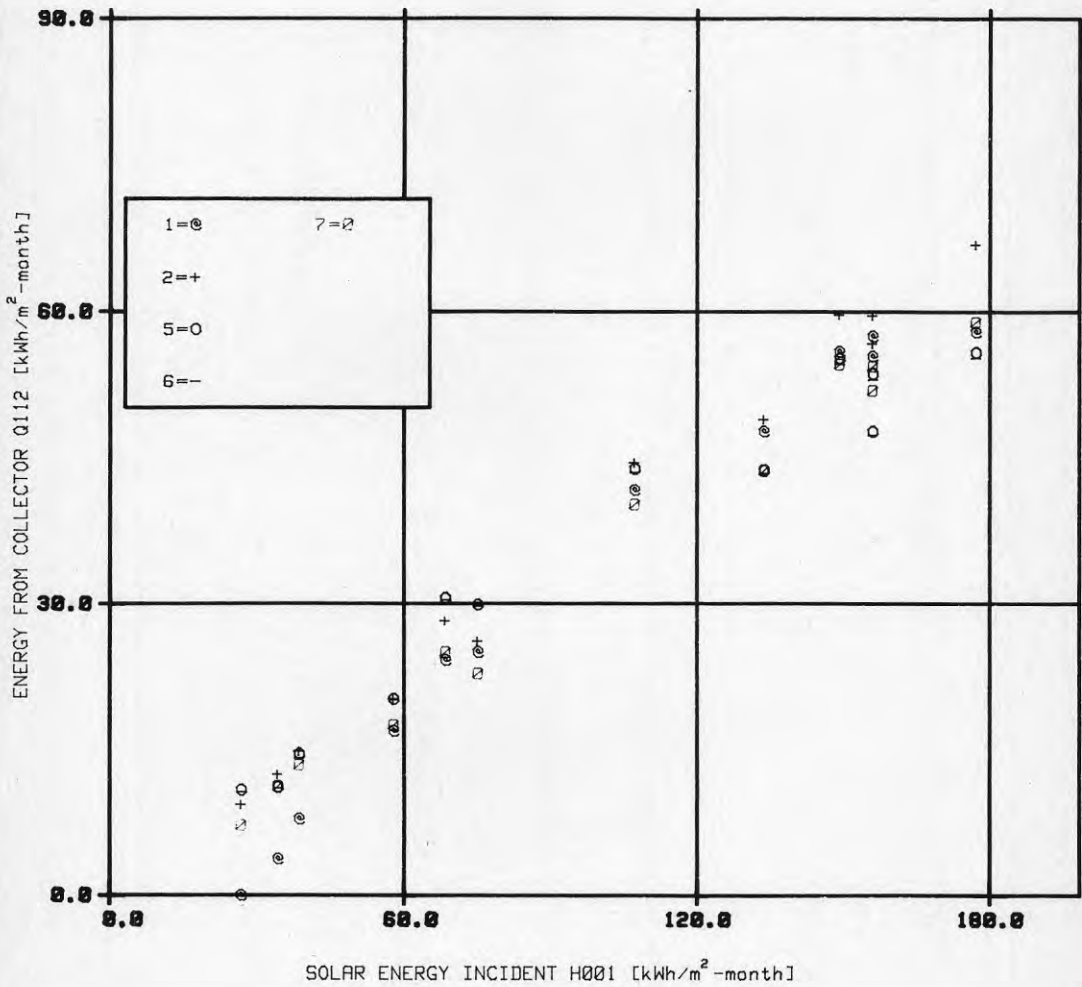
1=Trond Dahlsveen

7=Balslev-Olesen, EMGP2

2=Christer Brunström

5=Heimo Zinko

6=Heimo Zinko, profil



250 liter/dygn

1=Trond Dahlsveen

5=Heimo Zinko

2=Christer Brunström

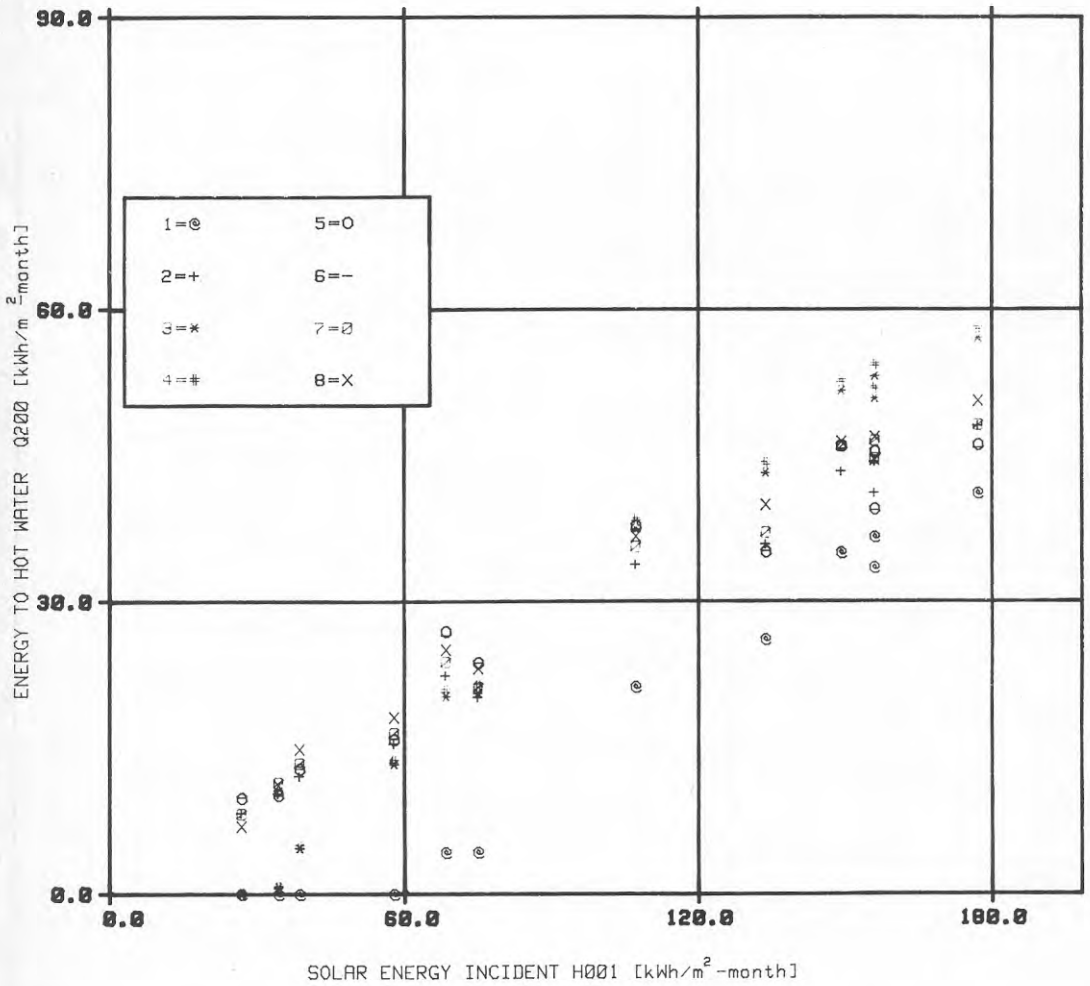
6=Heimo Zinko, profil

3=Leif Linding

7=Balslev-Olesen, EMGP2

4=Andersson/Eliasson

8=Balslev-Olesen, f-chart

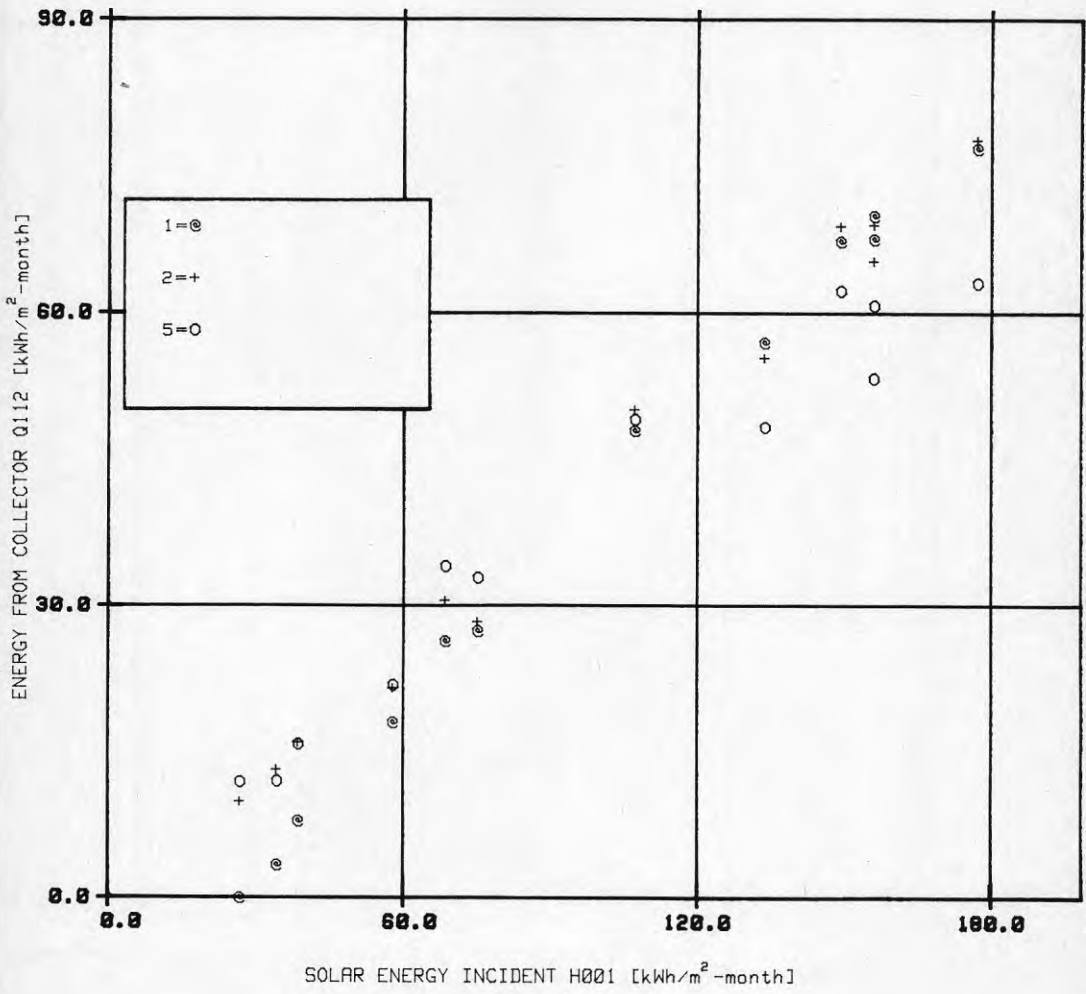


400 liter/dygn

1=Trond Dahlsveen

2=Christer Brunström

5=Heimo Zinko



400 liter/dygn

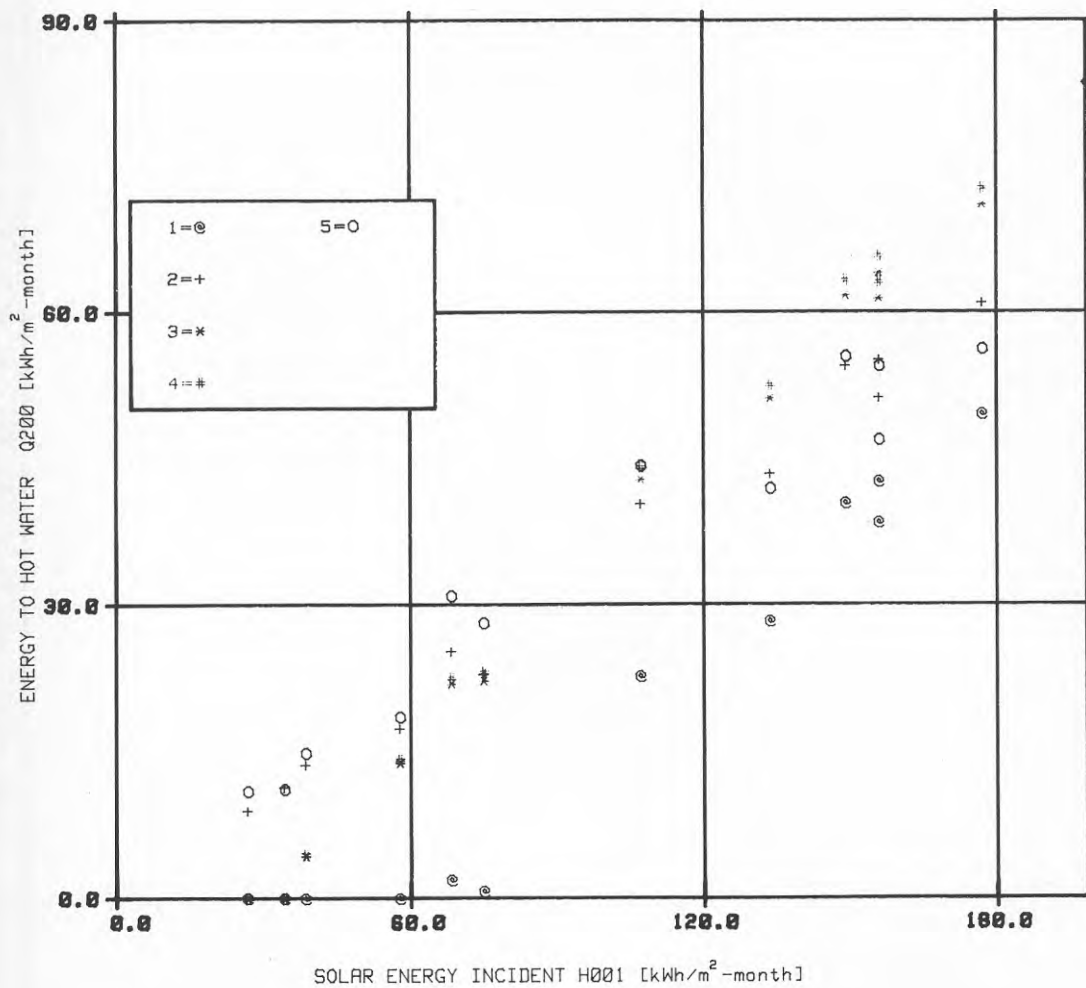
1=Trond Dahlsveen

5=Heimo Zinko

2=Christer Brunström

3=Leif Linding

4=Andersson/Eliasson

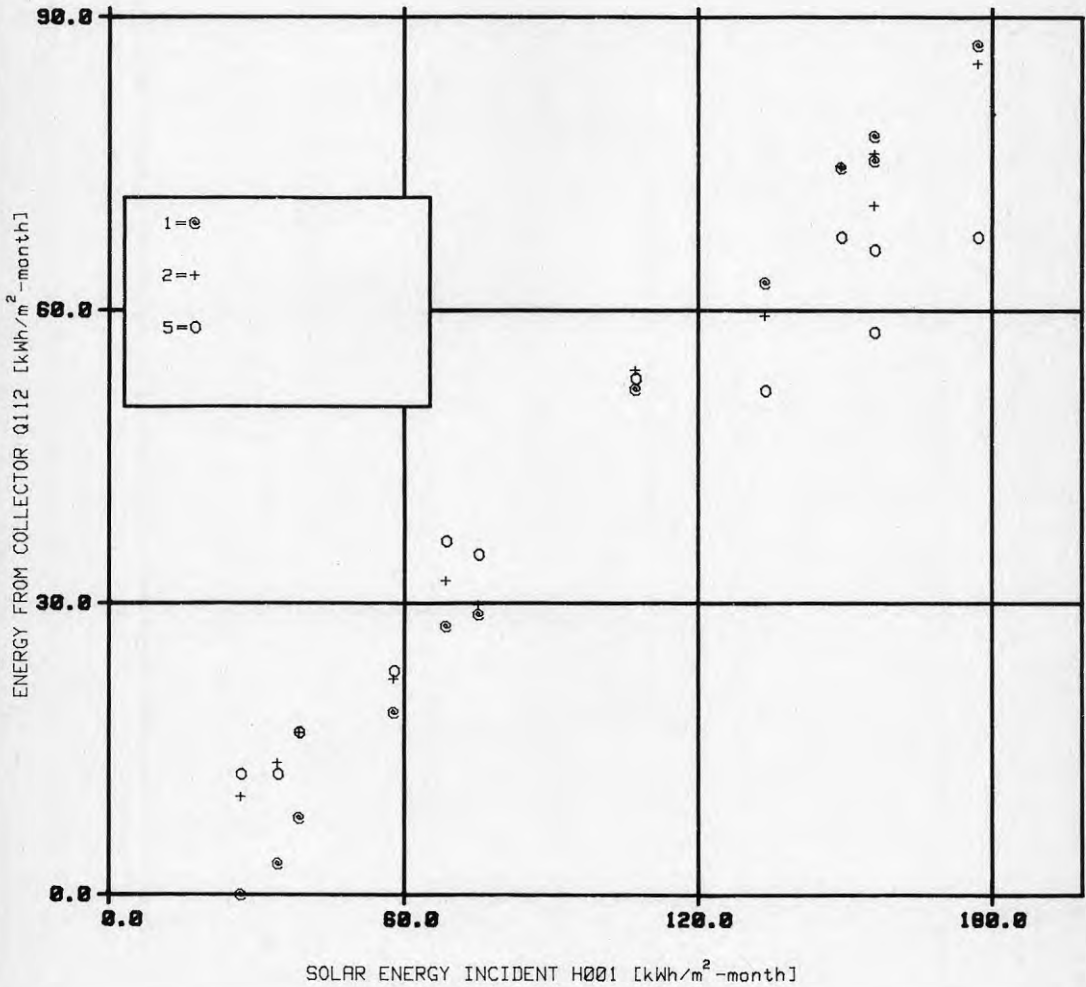


600 liter/dygn

1=Trond Dahlsveen

2=Christer Brunström

5=Heimo Zinko



600 liter/dygn

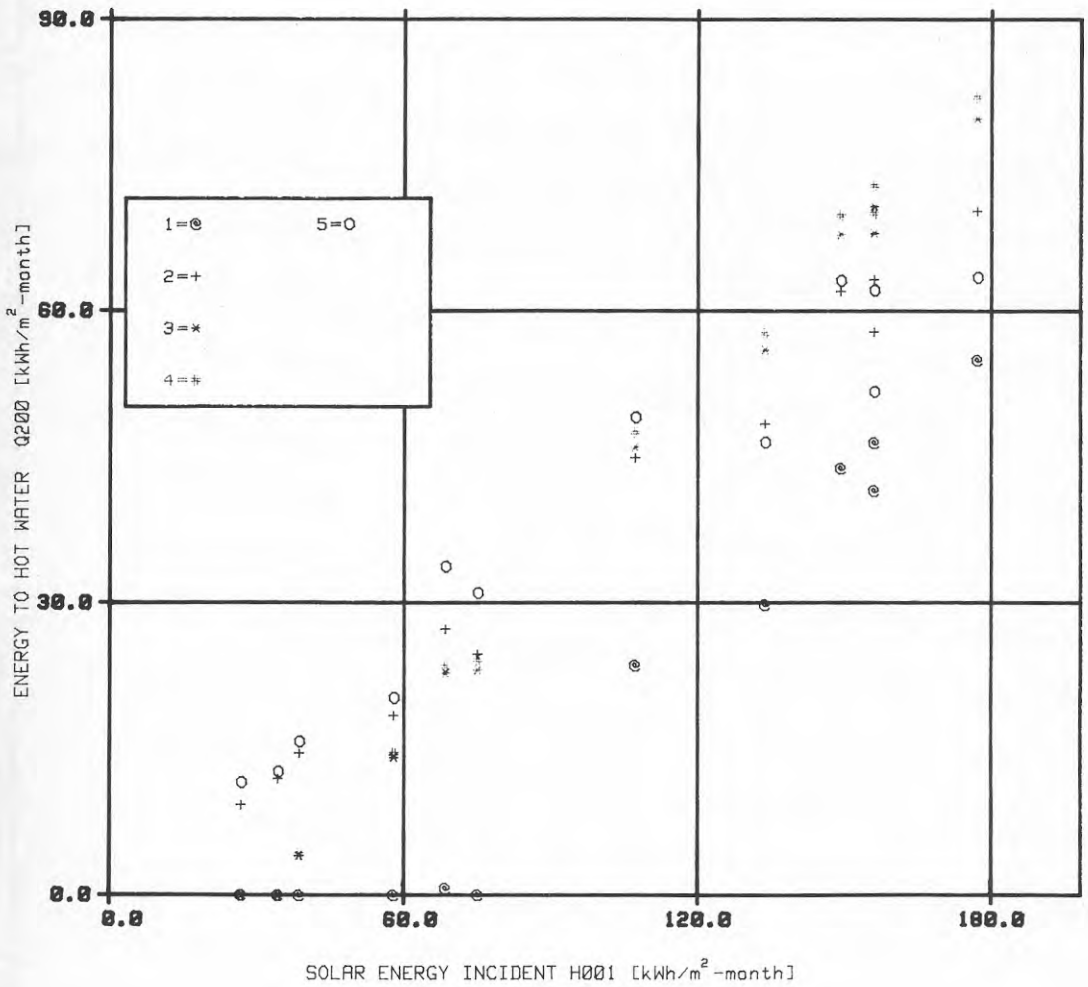
1=Trond Dahlsveen

5=Heimo Zinko

2=Christer Brunström

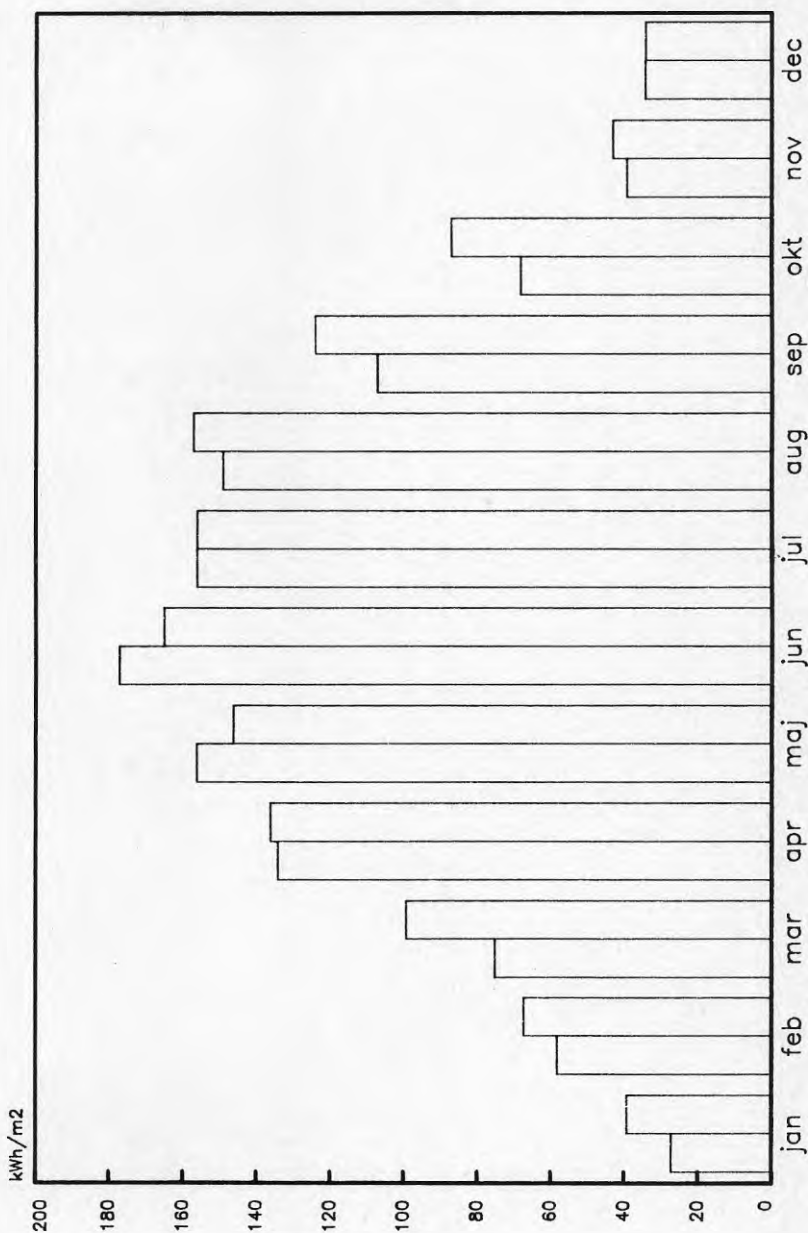
3=Leif Linding

4=Andersson/Eliasson



INSTRÅLNING

Danskt referensår / SOLOP



Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV SOL-ENERGIERNA

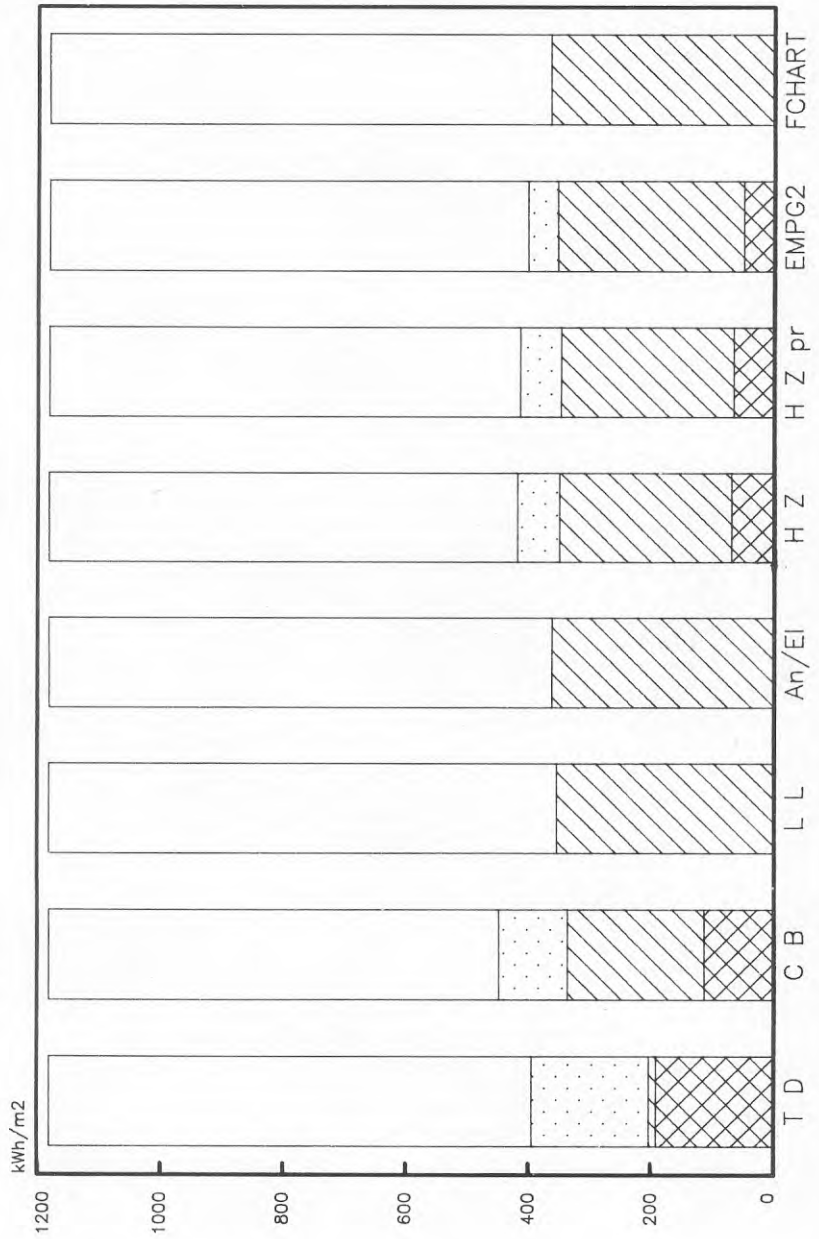
250 liter/dygn

Q115
förluster

Q200
lager

Q112
kollektor ut

H001
instrålning



Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV SOL-ENERGIERNA

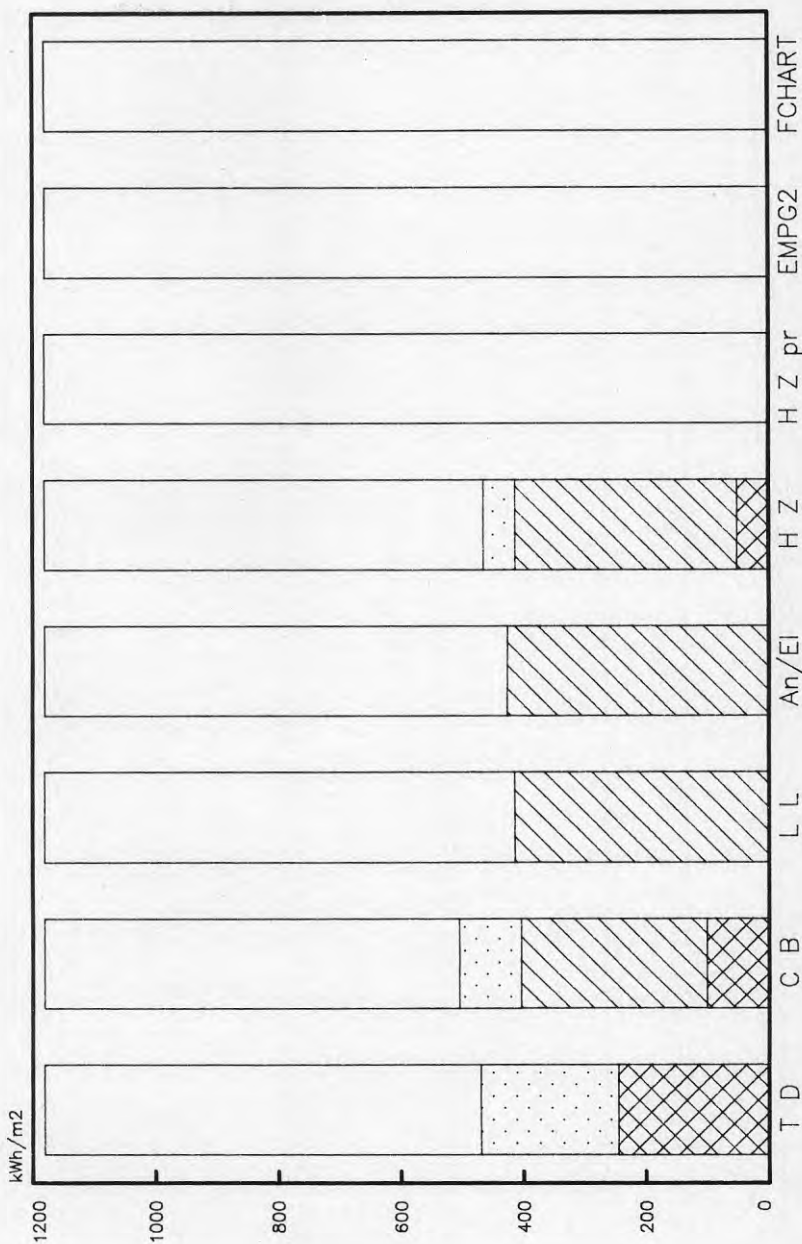
400 liter/dygn

Q115
förluster

Q200
lager

Q112
kollektor ut

H001
instrålning



Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV SOL-ENERGIERNA

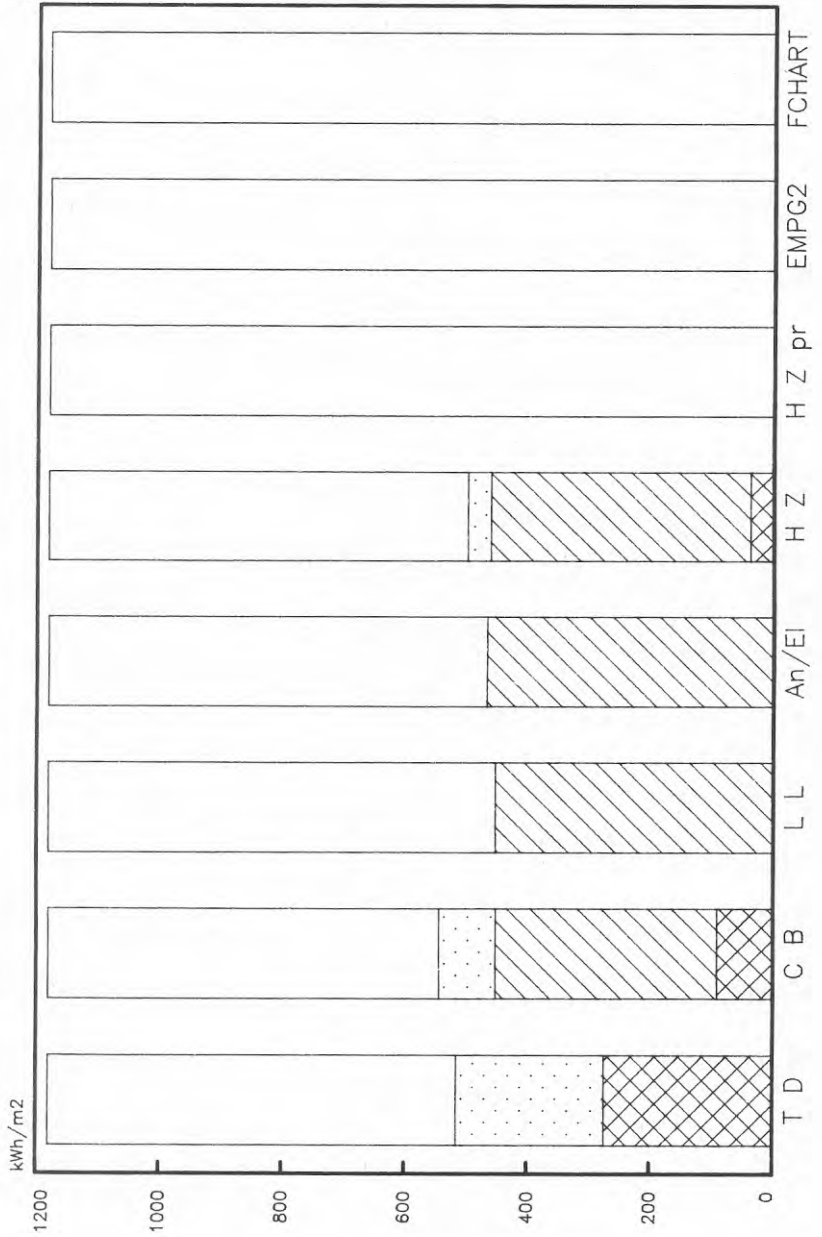
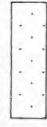
600 liter/dygn

Q115
förluster

Q200
lager

Q112
kollektor ut

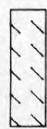
H001
instrålning



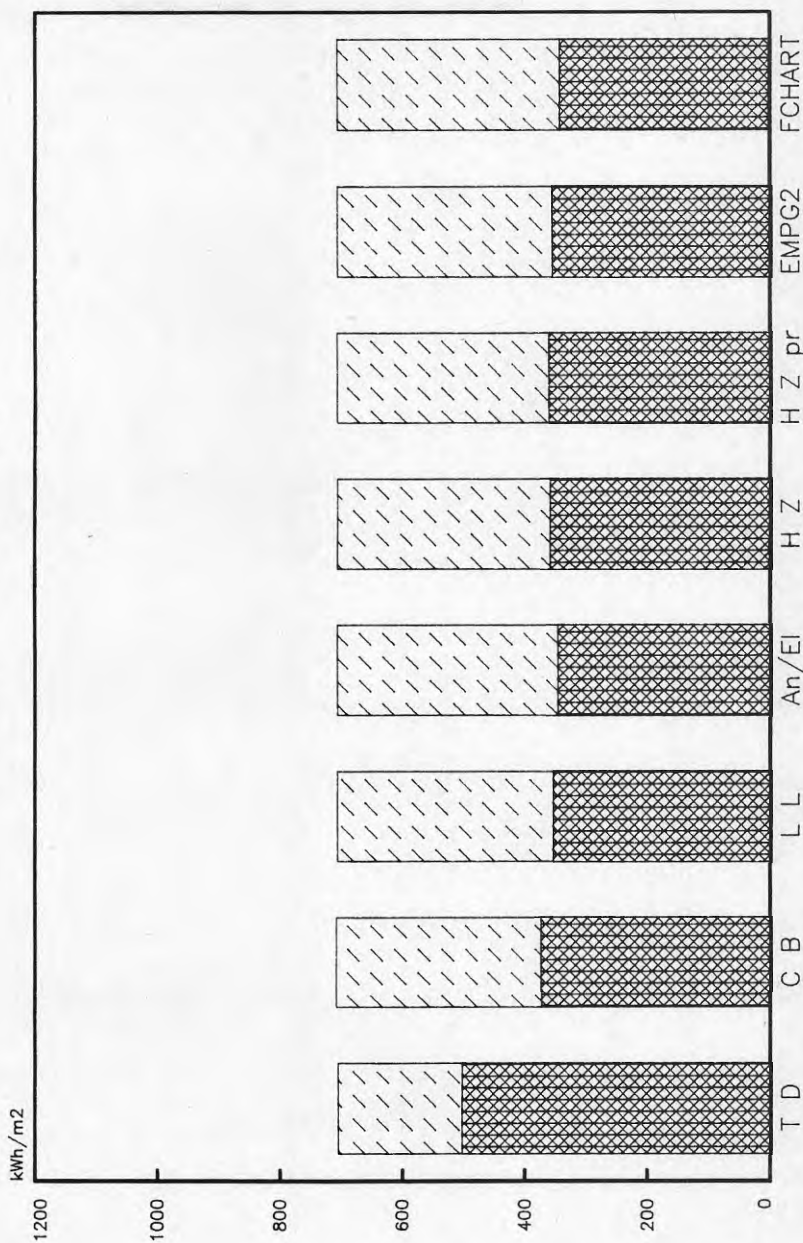
Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV TÄCKNINGSGRADER

250 liter/dygn
Energibehov
totalt



E201
tillskott

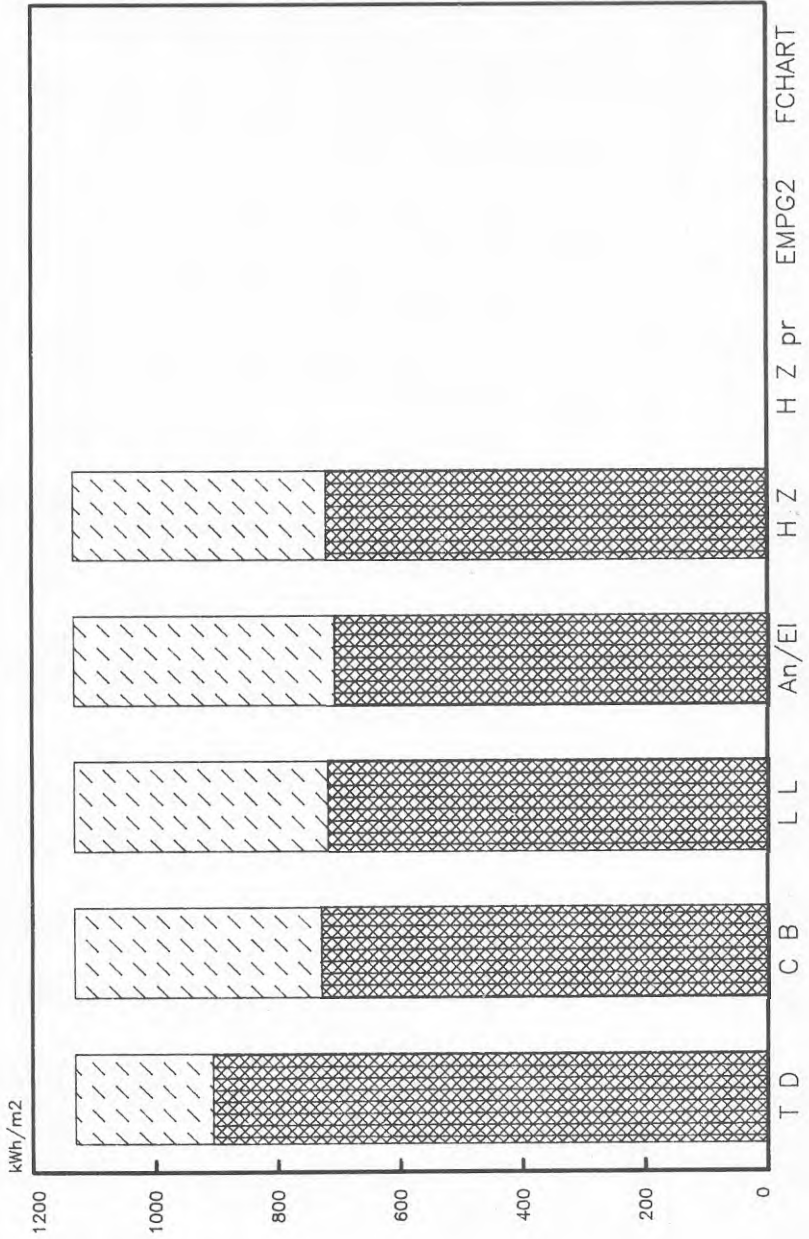
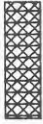


Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV TÄCKNINGSGRADER

400 liter/dygn
E201
tillskott

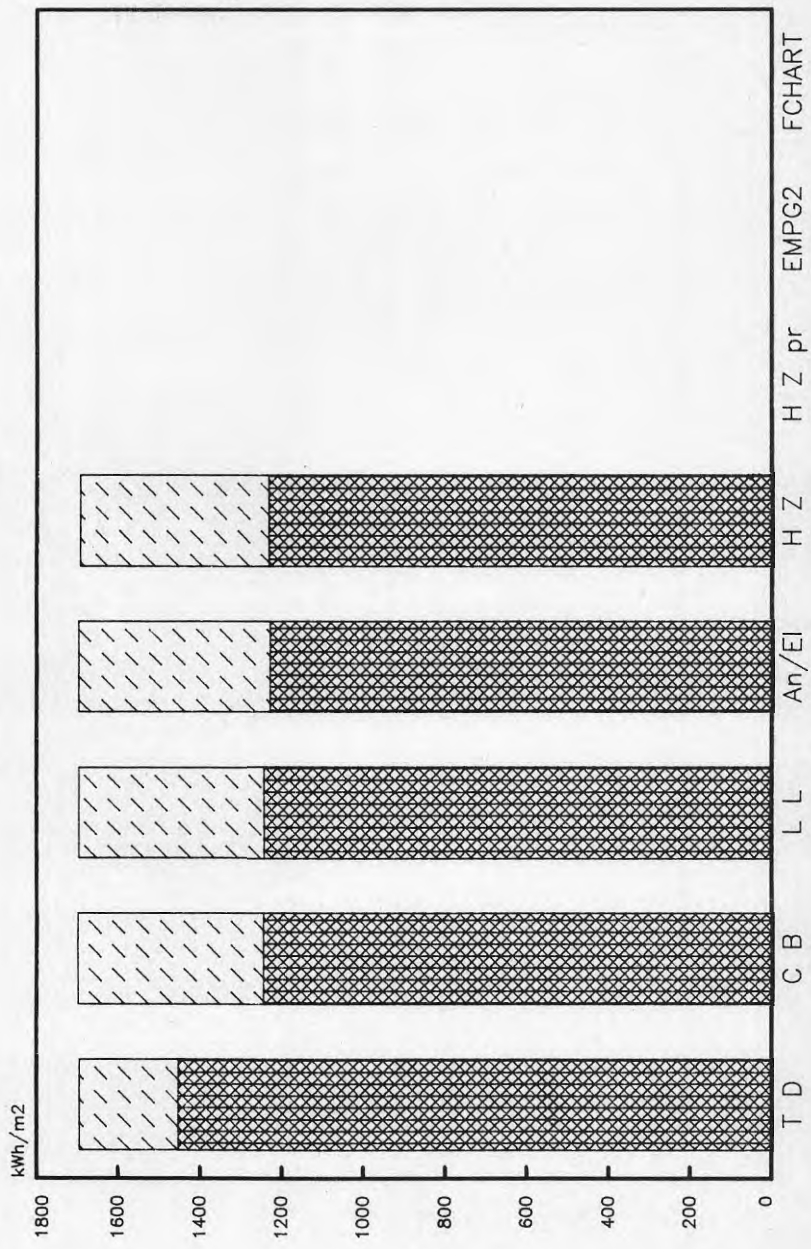
Energibehov
totalt



Samtliga staplar utgår från 0

SAMMANSTÄLLNING AV TÄCKNINGSGRADER

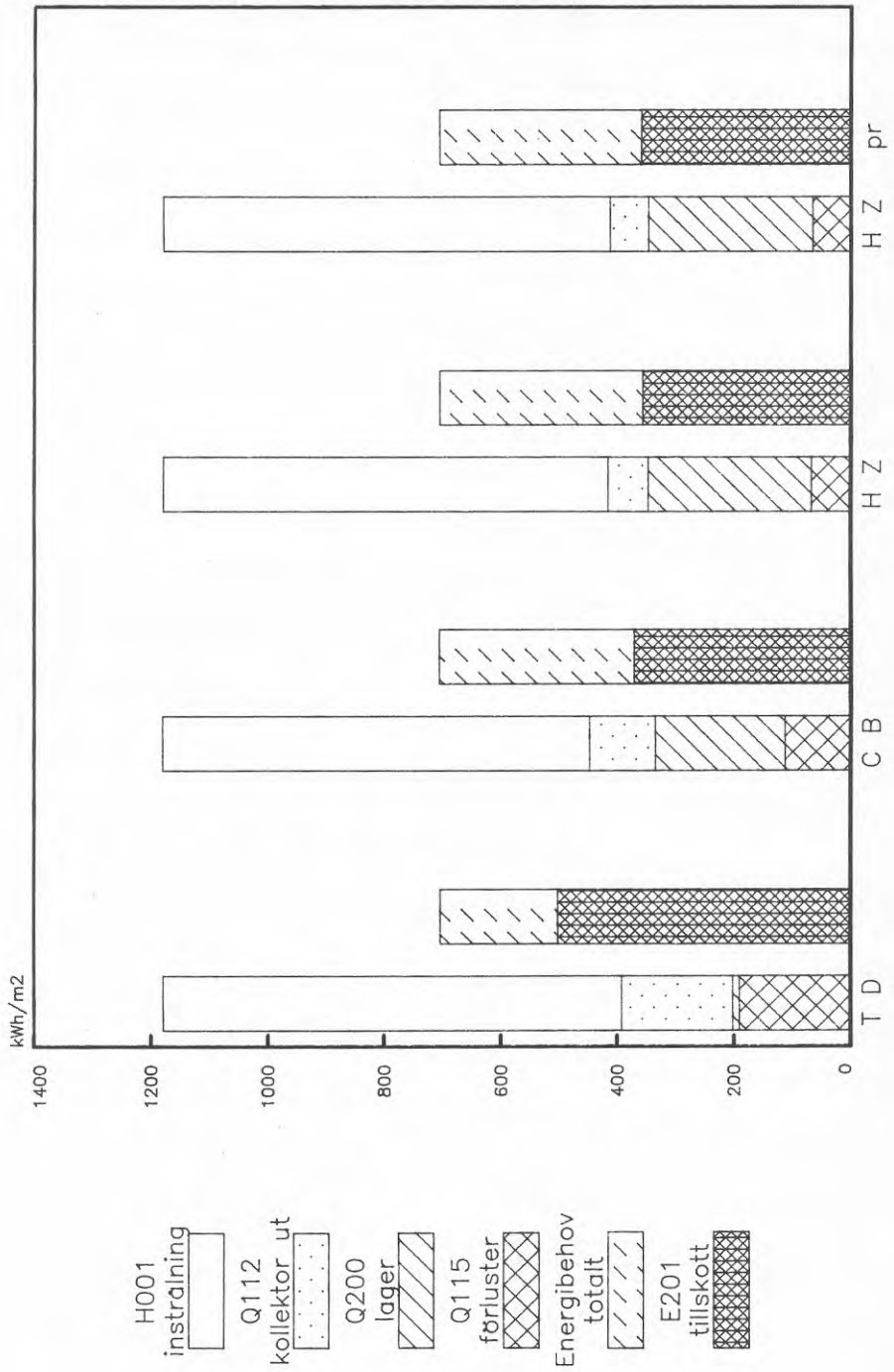
600 liter/dygn
 E201 tillskott
 Energibehov totalt



Samtliga staplar utgår från 0

STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIER

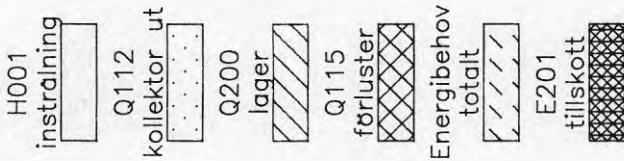
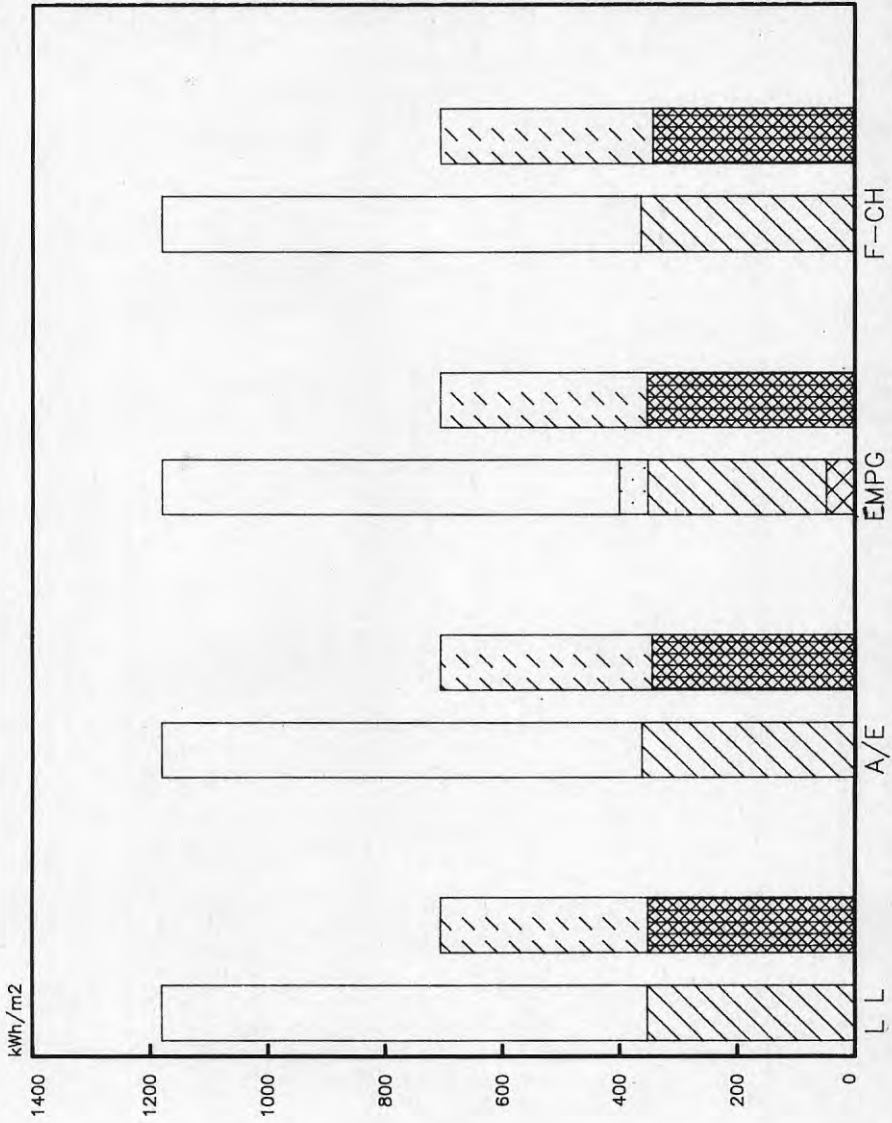
250 liter/dygn



Samtliga staplar utgår från 0

STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIER

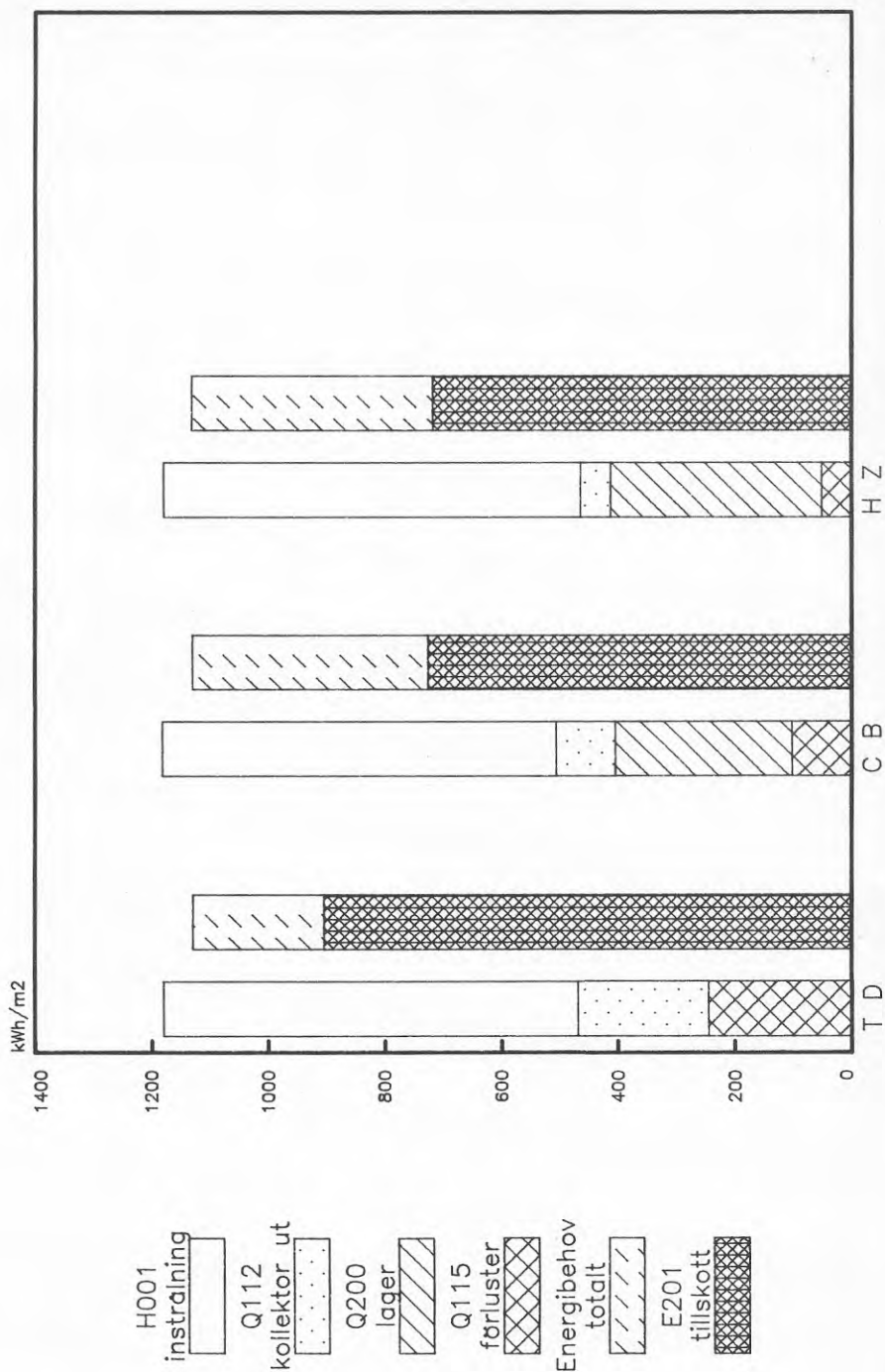
250 liter/dygn



Samtliga staplar utgår från 0

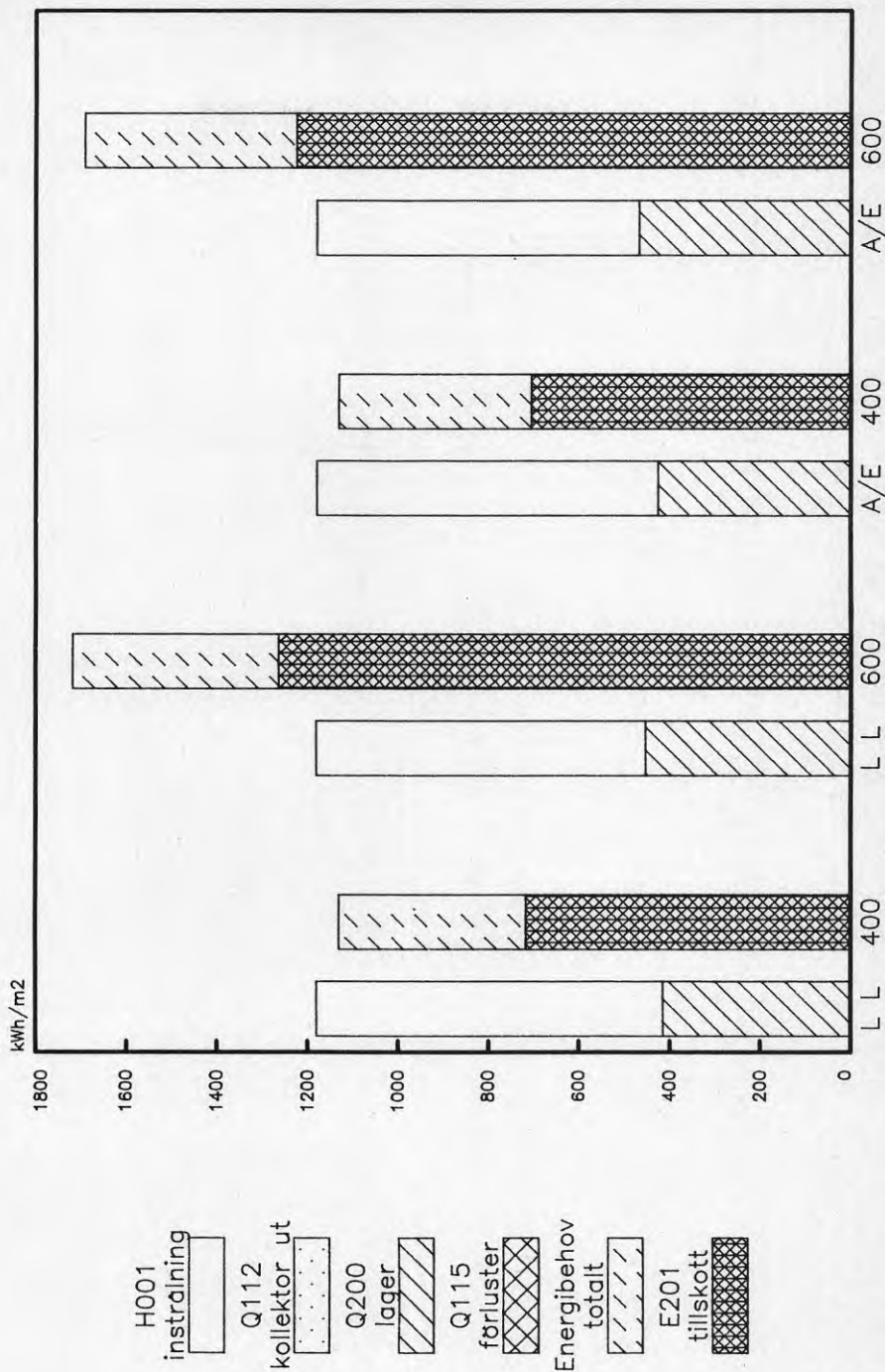
STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIER

400 liter/dygn



STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIER

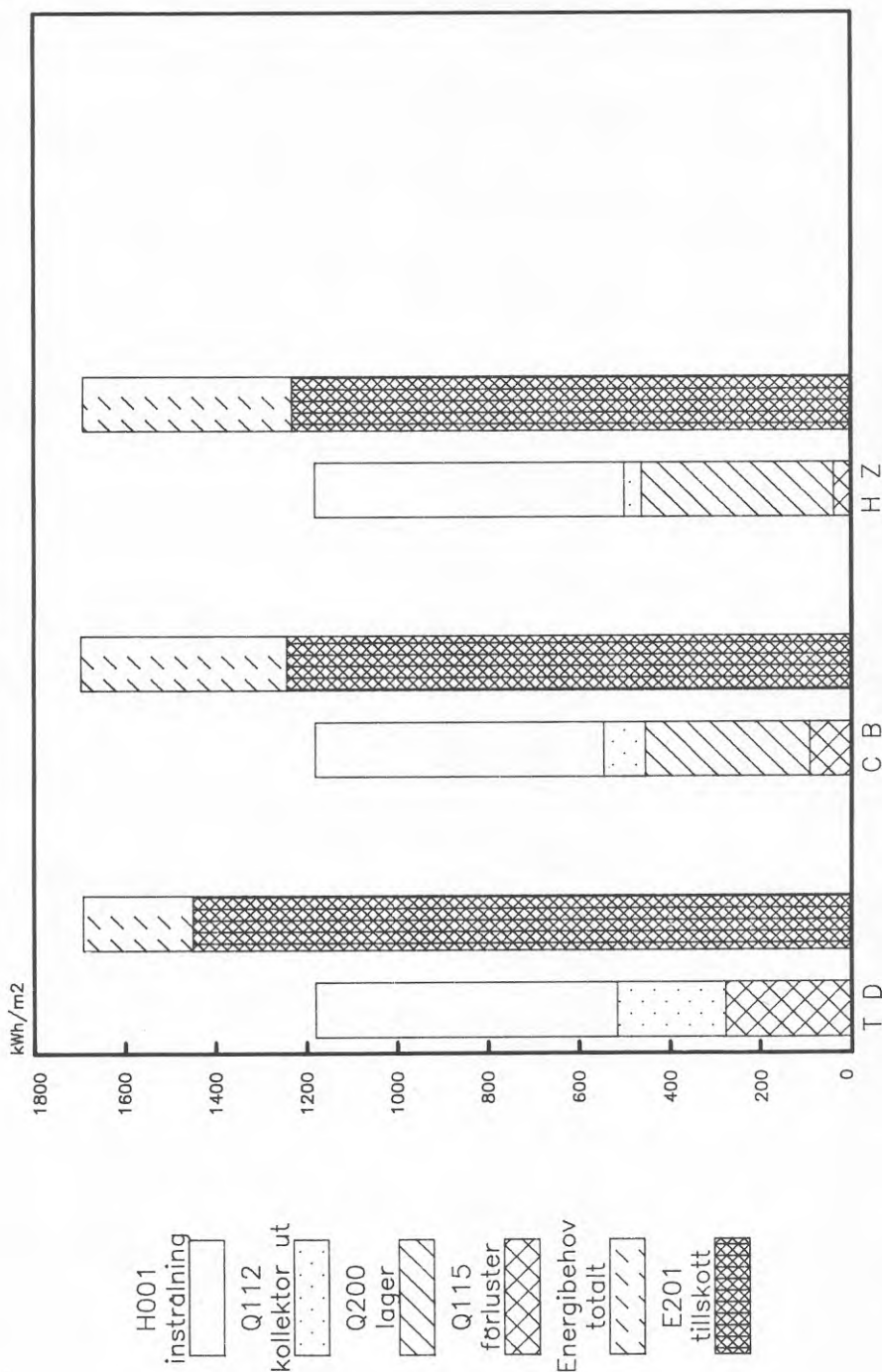
400/600 liter/dygn



Samtliga staplar utgår från 0

STAPELDIAGRAM ÖVER ENERGIER

600 liter/dygn



Bilaga 15

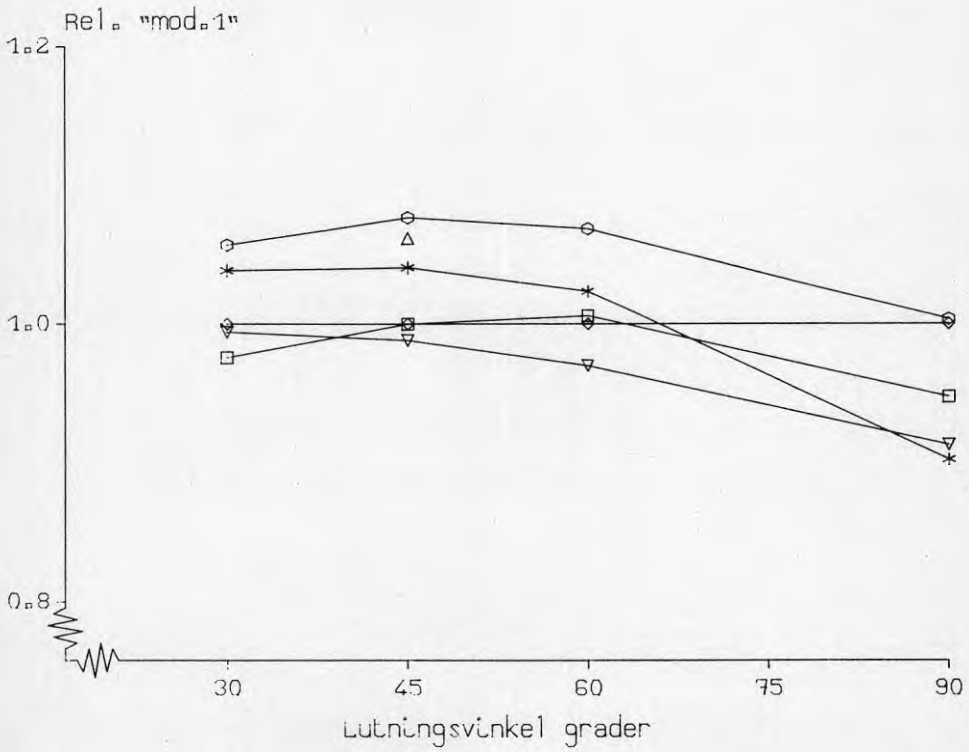
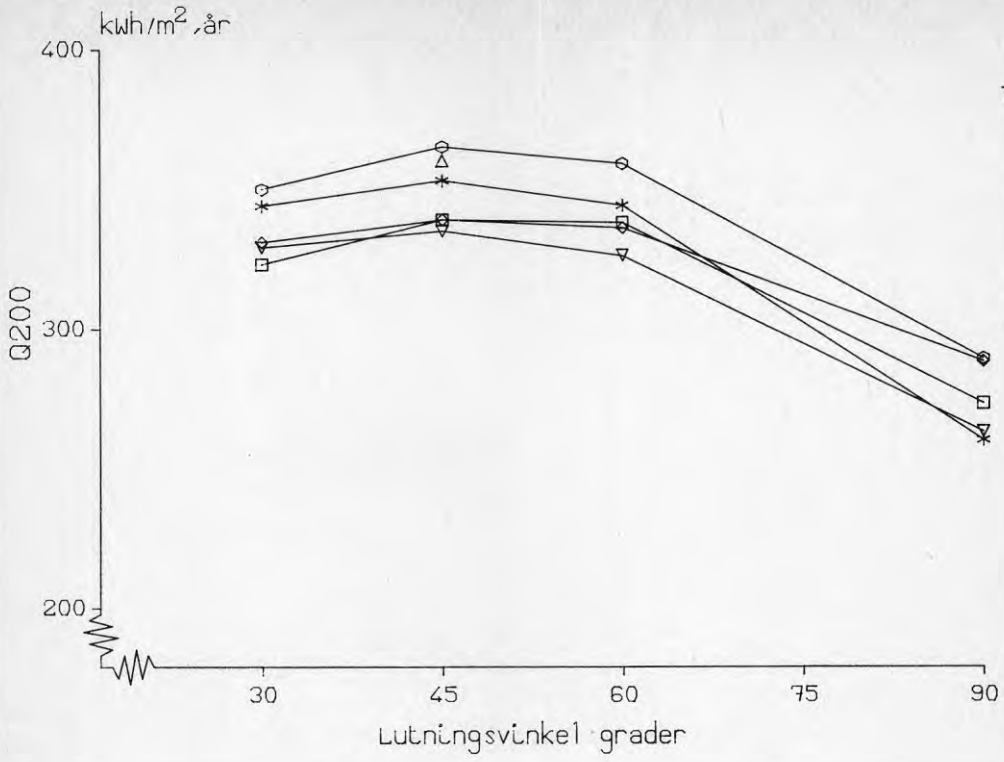
SOLENERGIBERÄKNINGSMODELLER-KÄNSLIGHETSANALYS

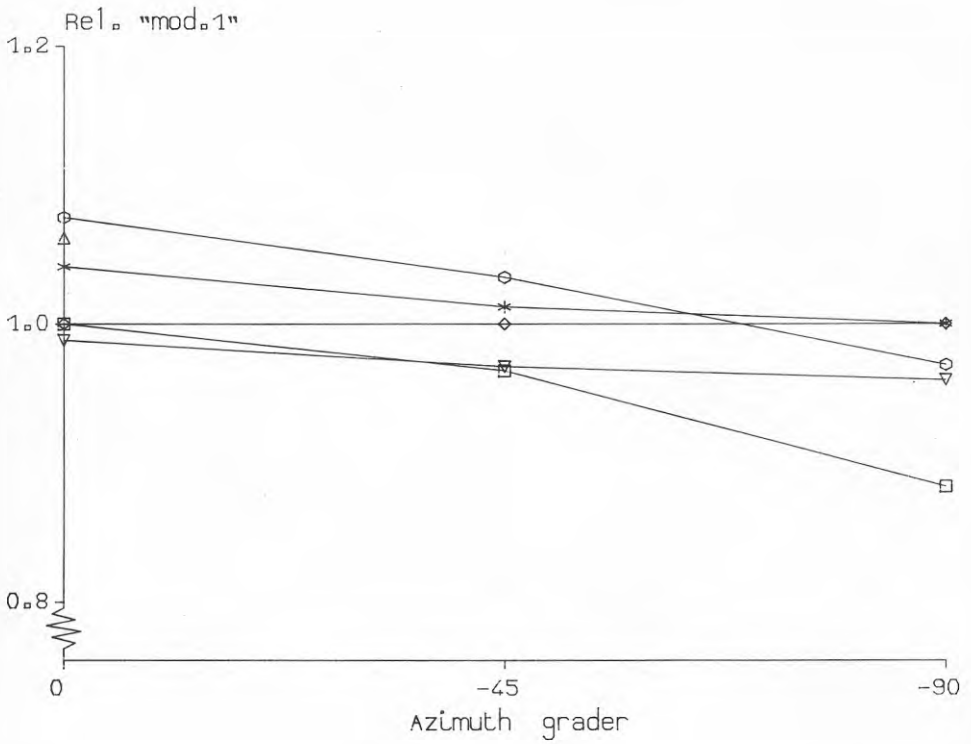
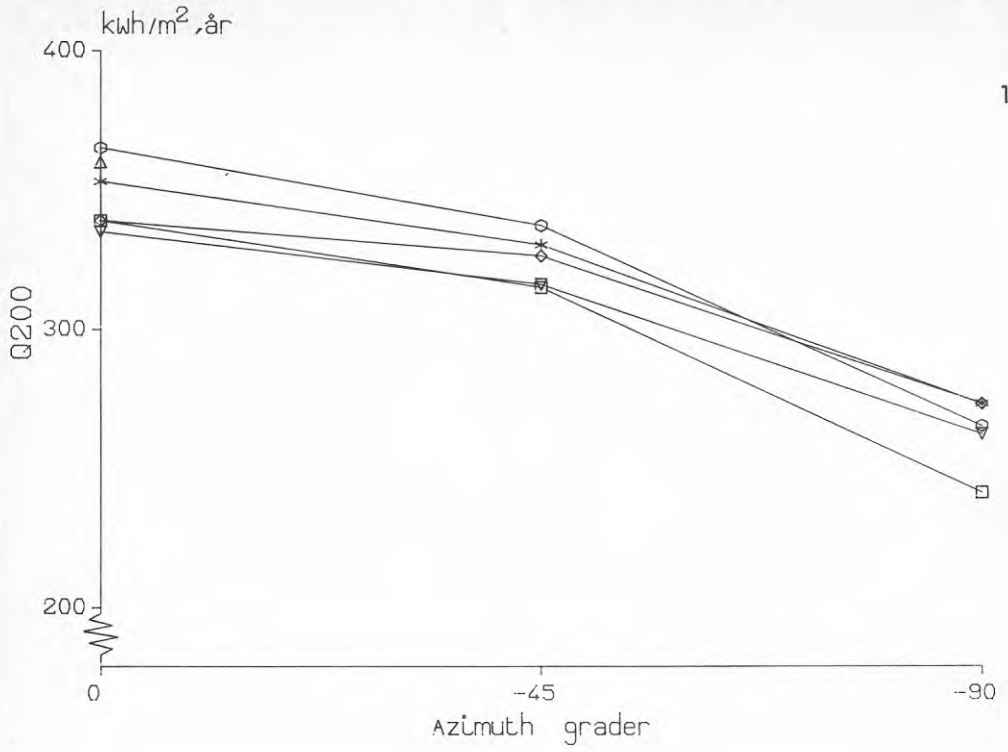
 Resultat från simuleringar av tappvarmvattensystem med solfångare presenterade vid seminarium i Älvkarleby den 28 mars 1984.

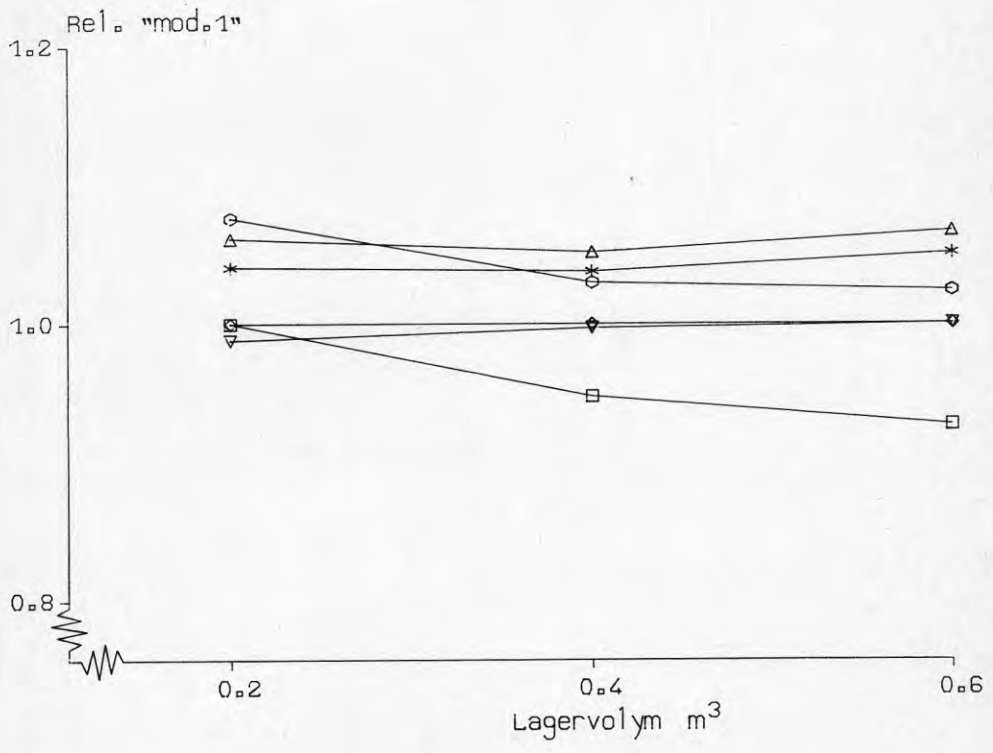
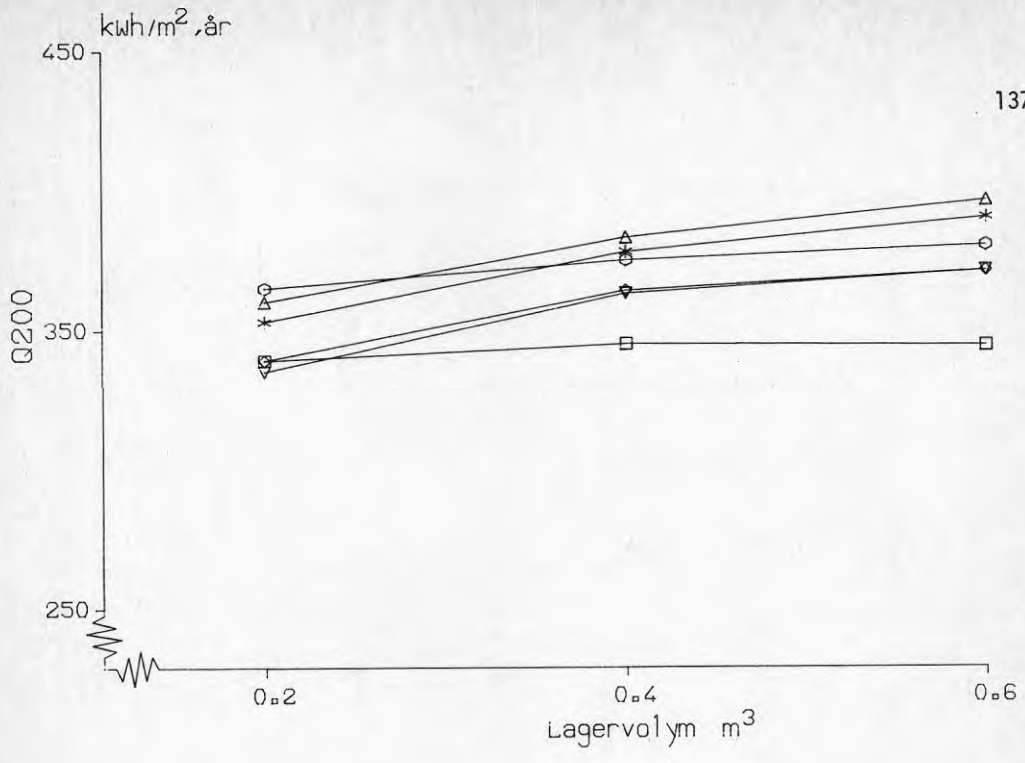
MODELLER			beteckning
nr	namn	modell	i fig.
1	Balslev-Olesen	EMGP2	◇◇◇
2	Balslev-Olesen	F-chart 4.1	○○○
3	Andersson/Eliasson	F-chart	△△△
4	Christer Brunström		▽▽▽
5	Helmo Zinko	SOLOP	□□□
6	Leif Linding	F-chart	***

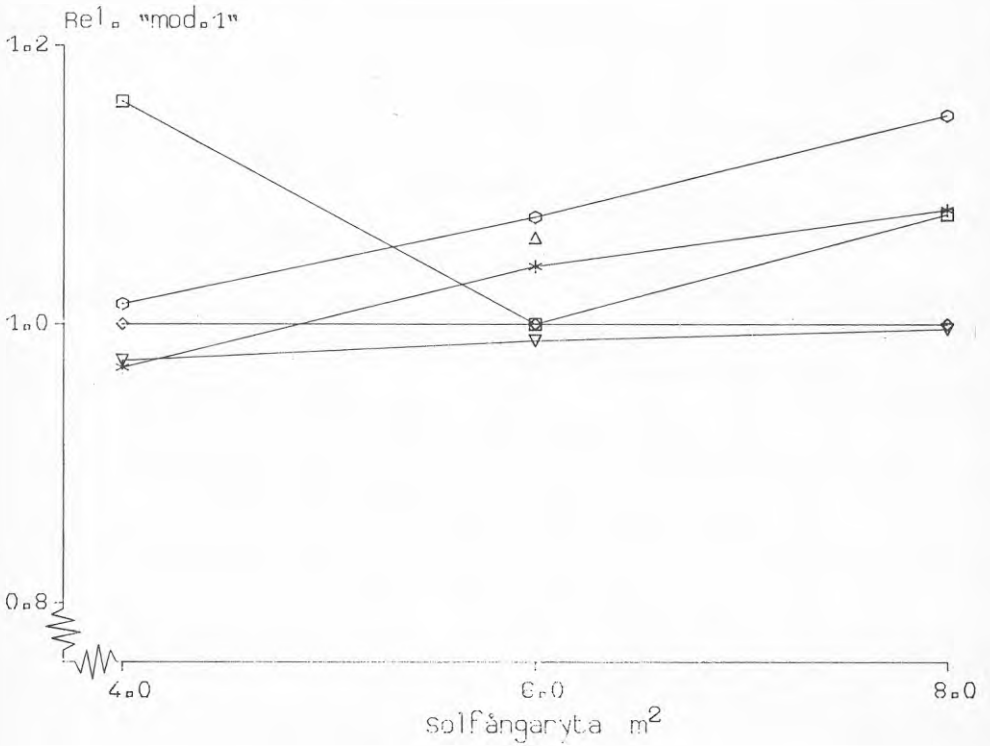
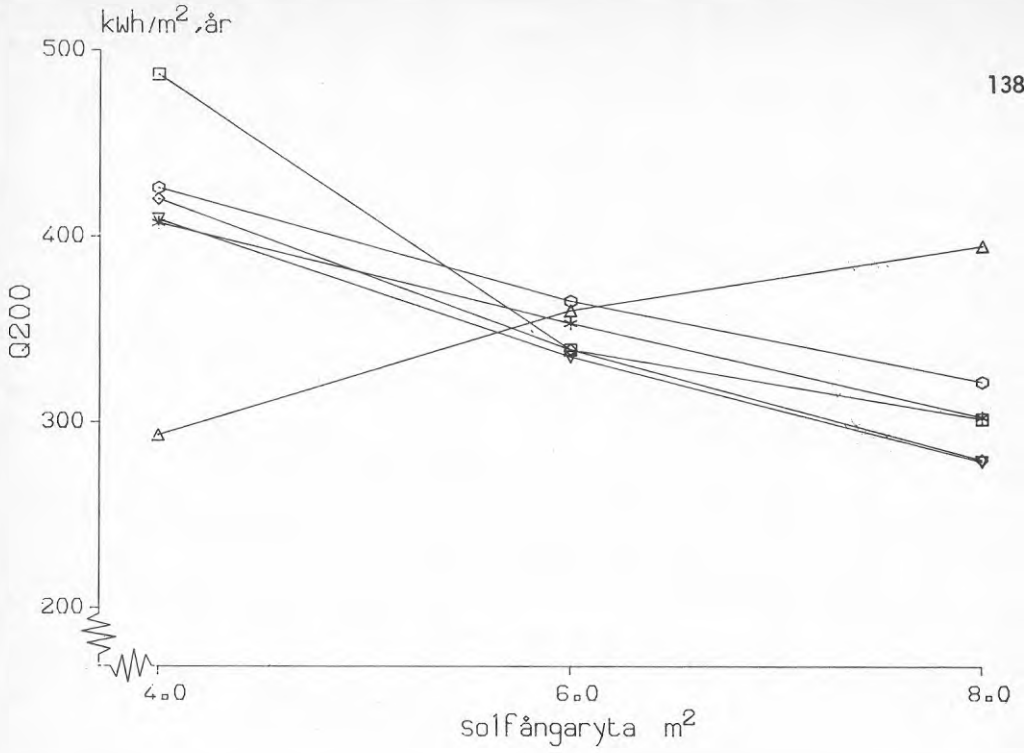
I figurer och tabeller redovisas med resp modell beräknad solenergi till tappvarmvatten (Q200).

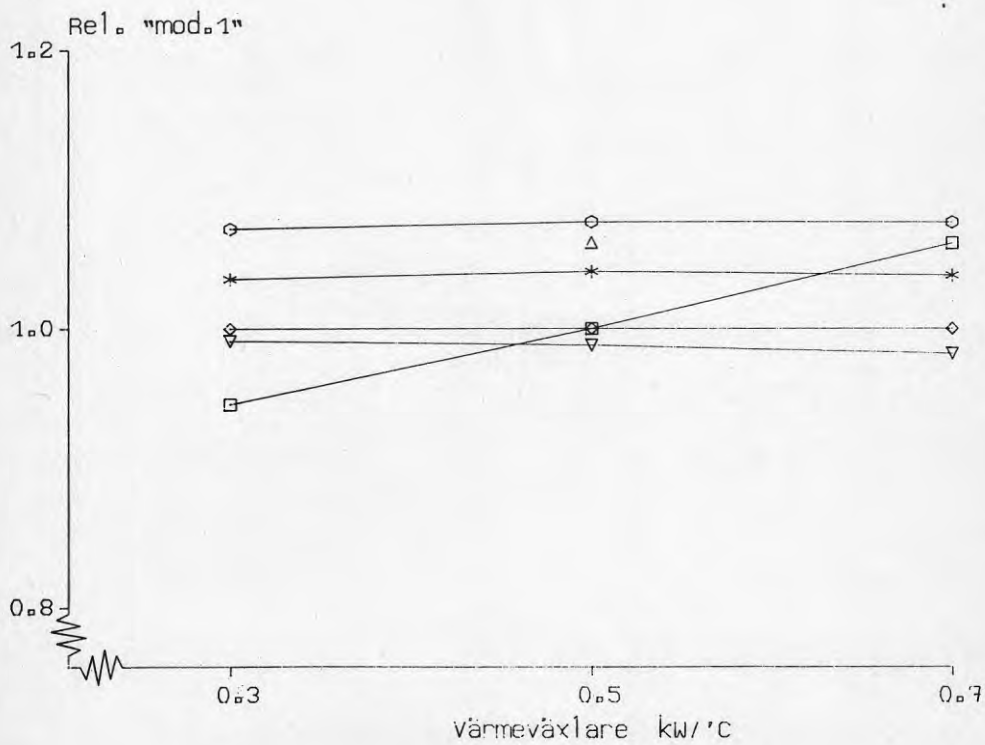
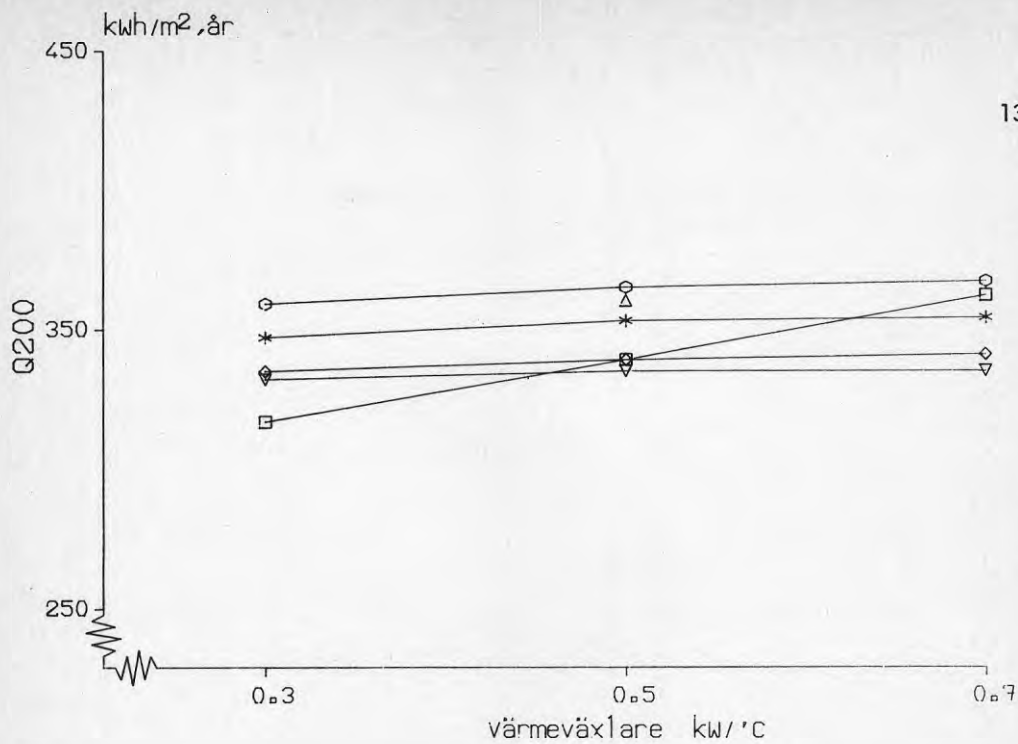
Q200 per år för	
-olika lutningsvinklar	sid 2
-olika azimuth	3
-olika lagervolymer	4
-olika stora solfångarytor	5
-olika värmeväxlare	6
-olika solfångartyper	7
-med resp utan månadsprofil på förbrukningen	8
-olika distributionstemperaturer	9
Q200 per månad för	
-referensfallet samt för lutningsvinkeln 30'	10
-azimuth -45' samt för lagervolymer 0.6 m ³	11
-solfångarytan 8 m ² samt för värmeväxlareffektiviteten 0.7 kW/'C	12
-olika solfångartyper, (n=0.8, U=3.3) samt (n=0.8, U=6.5)	13
-med månadsprofil på förbrukningen samt för distr. temperaturen 40'C	14
Tabell över Q200 per månad och per år för	
-referensfallet	15
-olika lutningsvinklar	16
-olika azimuth	17
-olika lagervolymer	18
-olika stora solfångarytor	19
-olika värmeväxlare	20
-olika solfångartyper	21
-med månadsprofil på förbrukningen	22
-olika distributionstemperaturer	23
-med skiktning i lagret	24

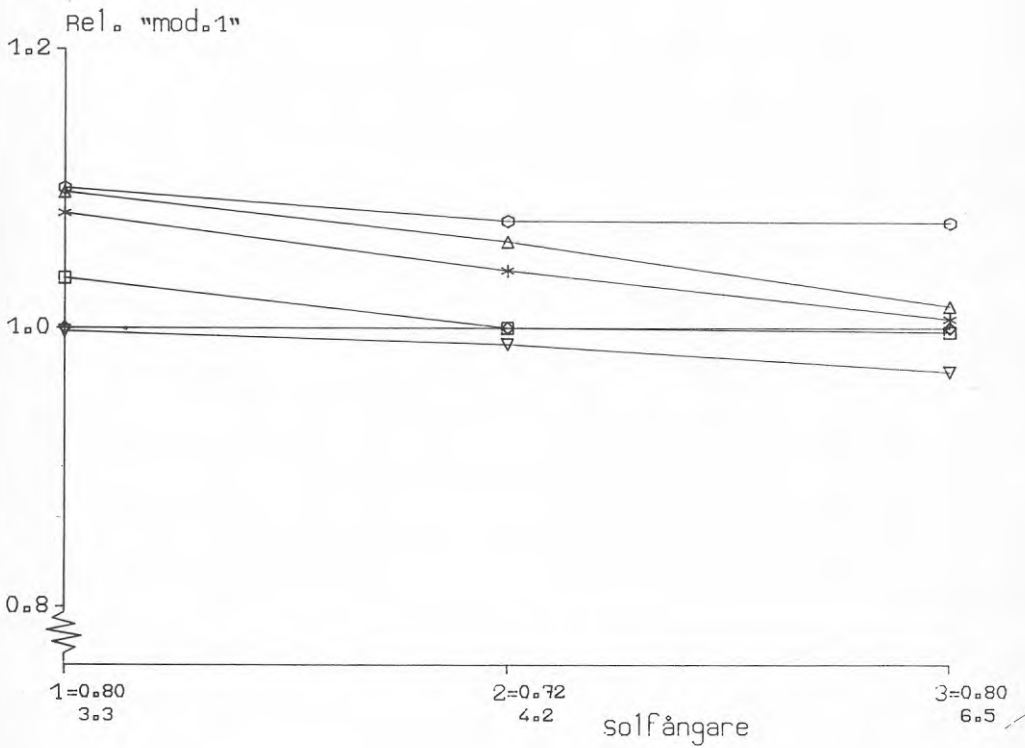
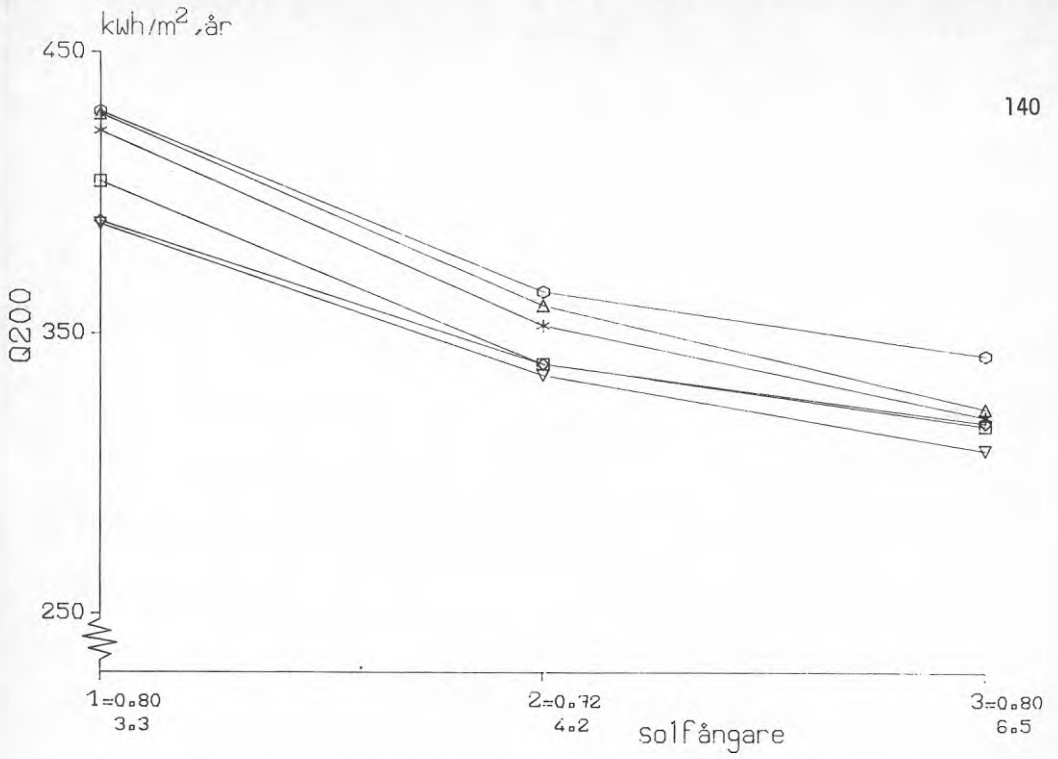


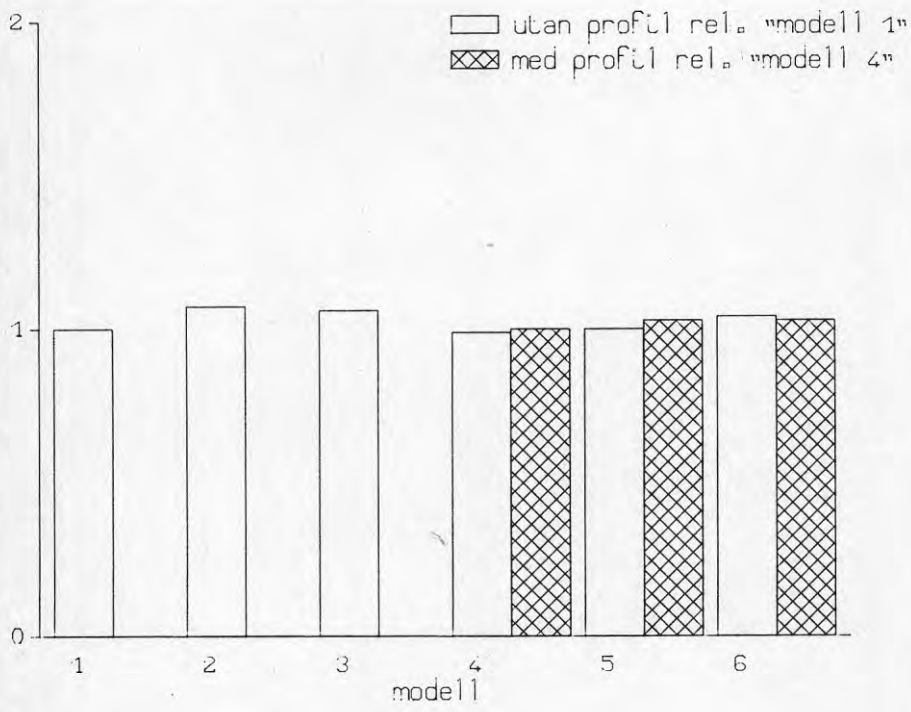
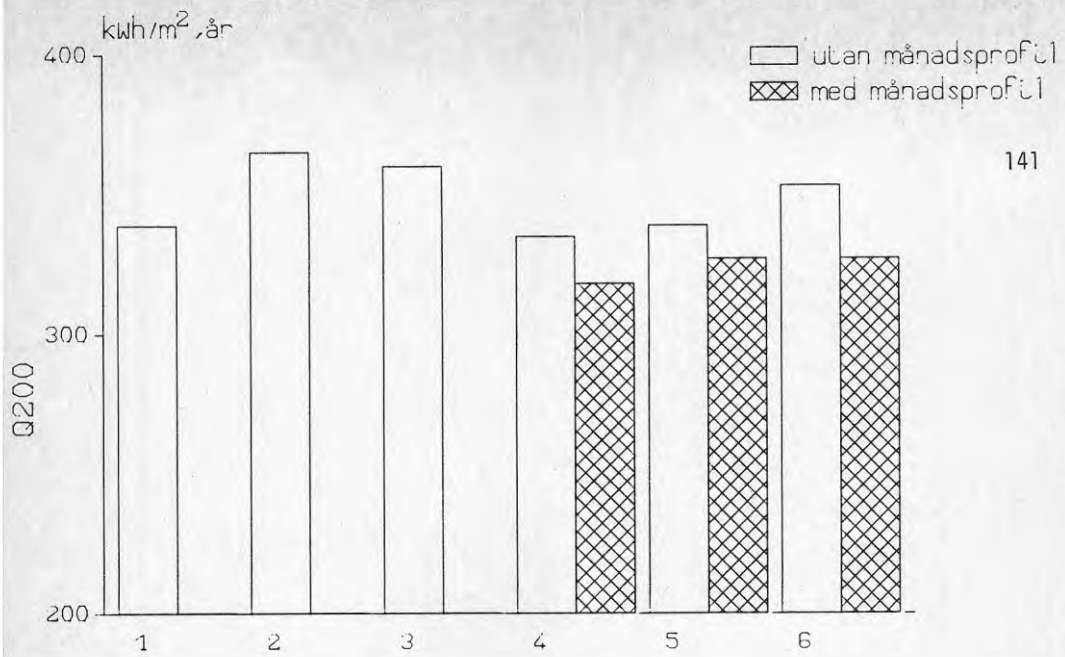


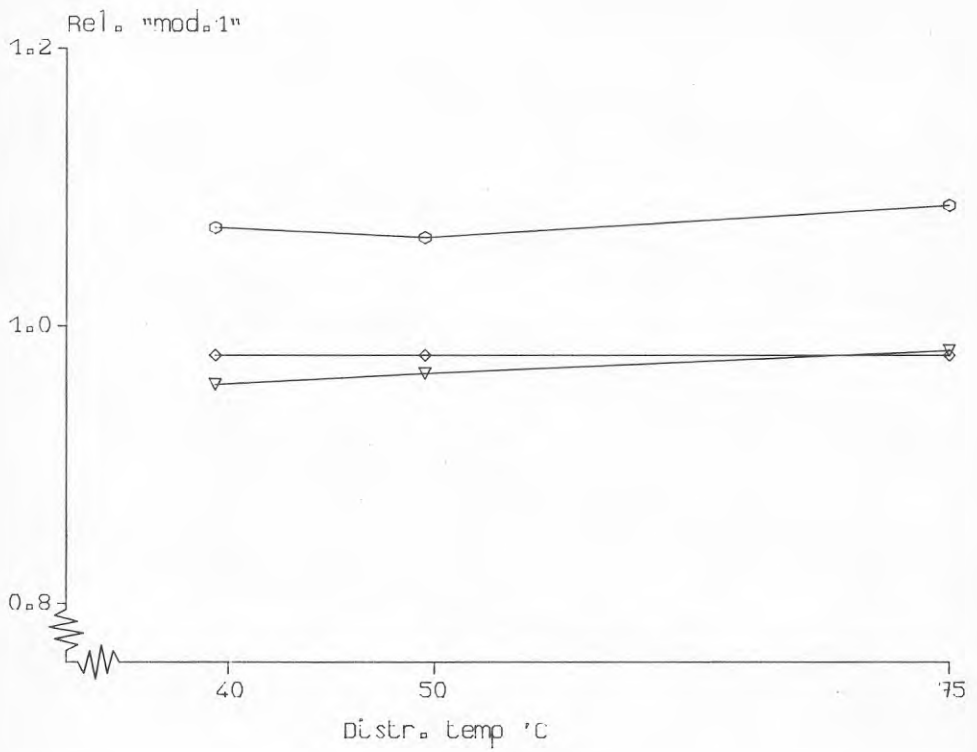
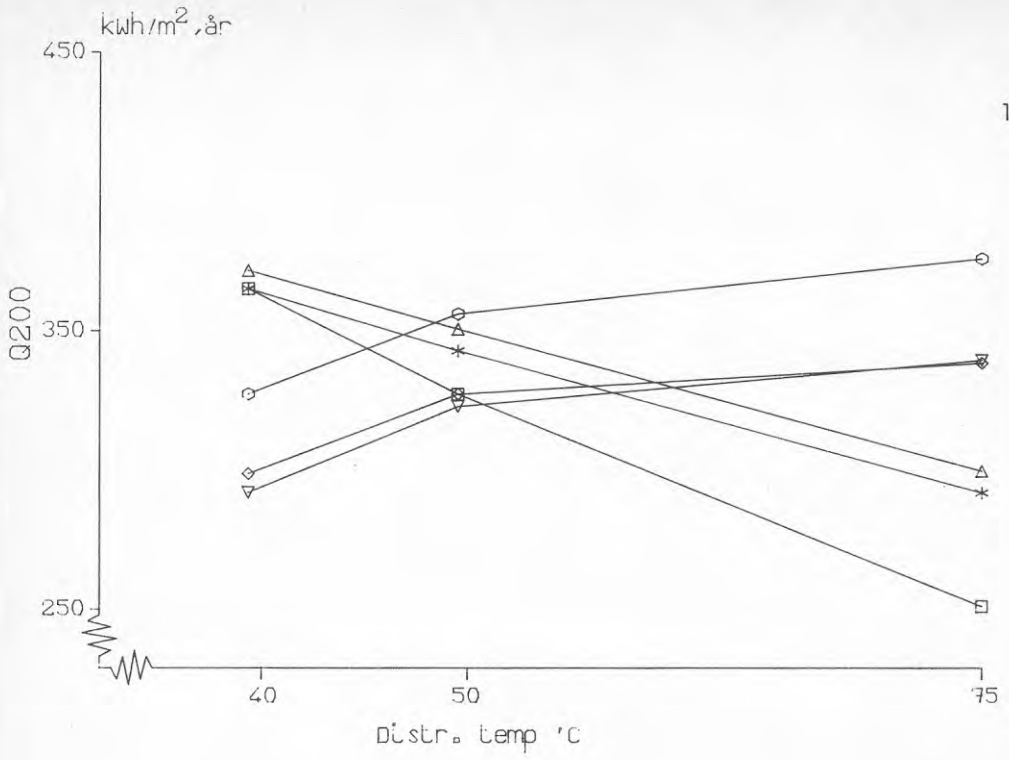


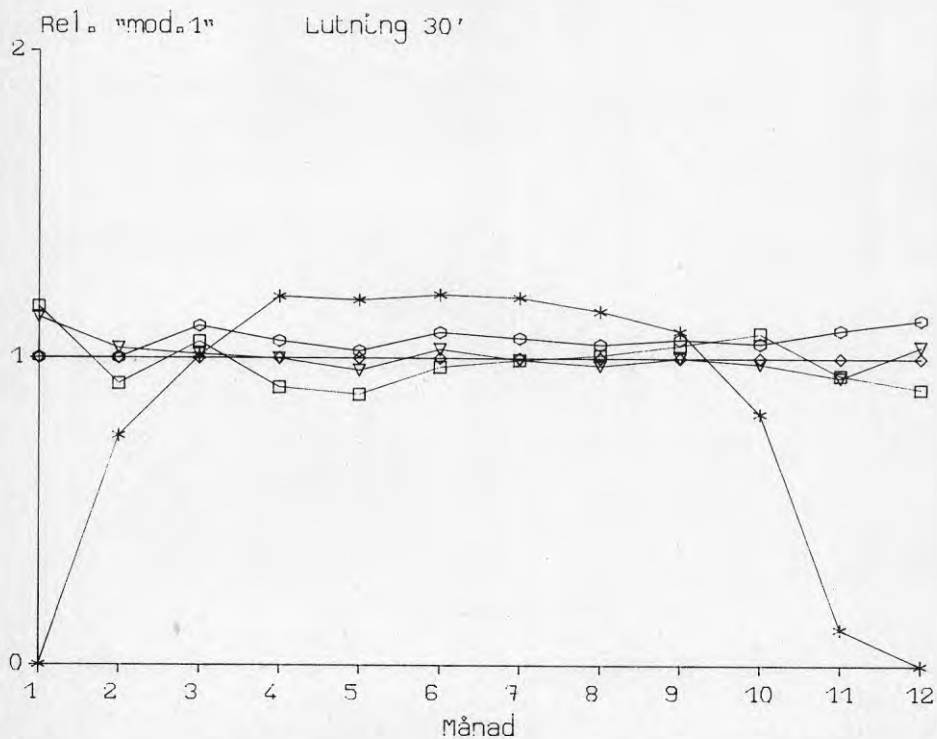
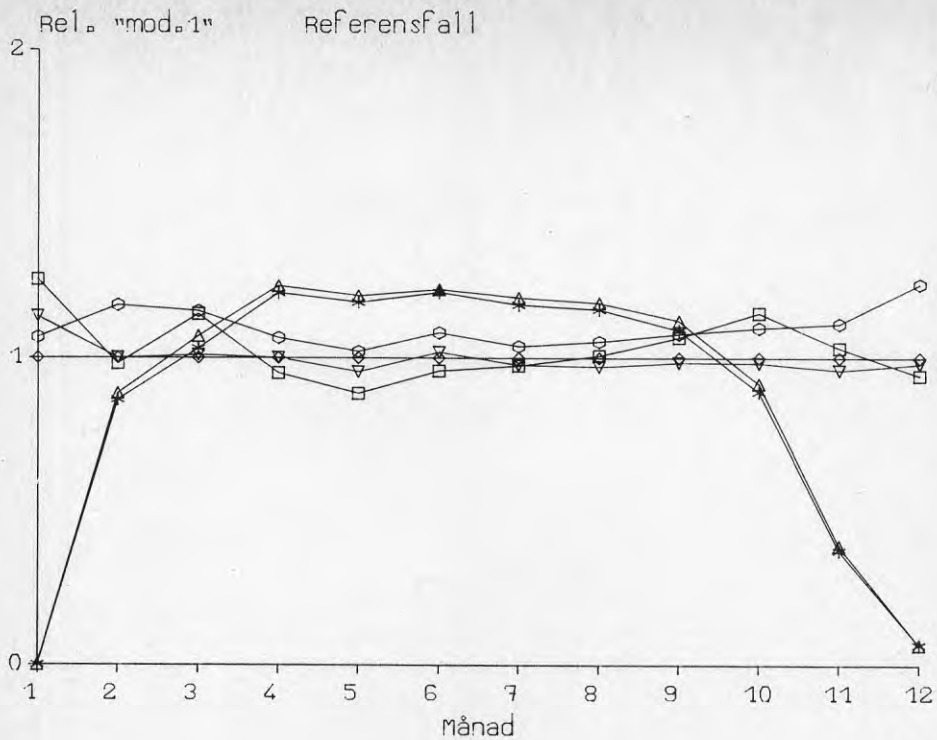


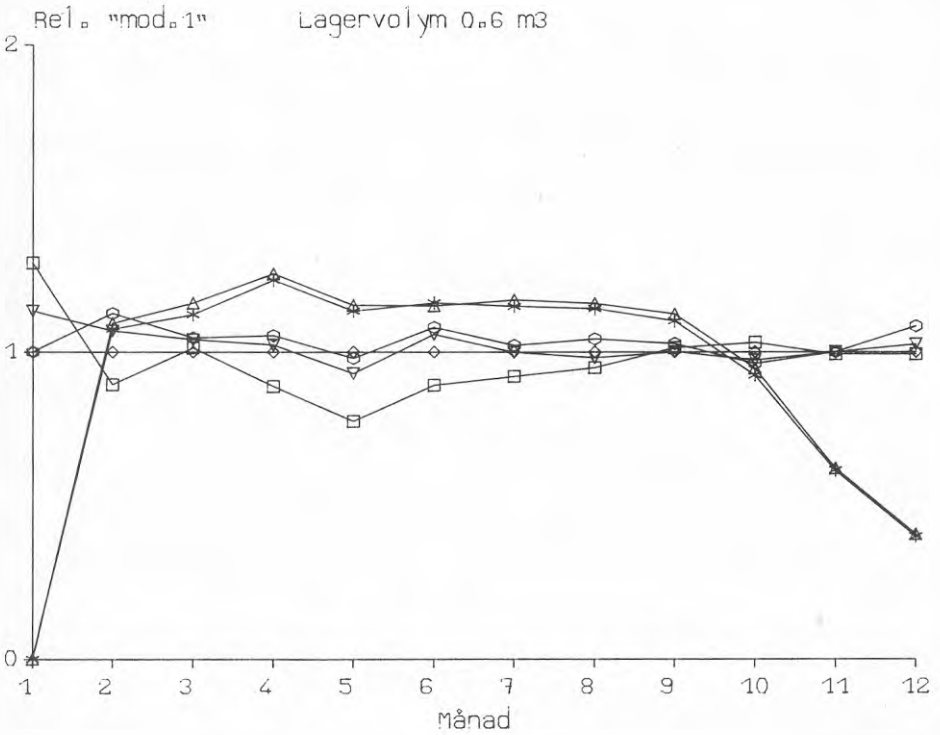
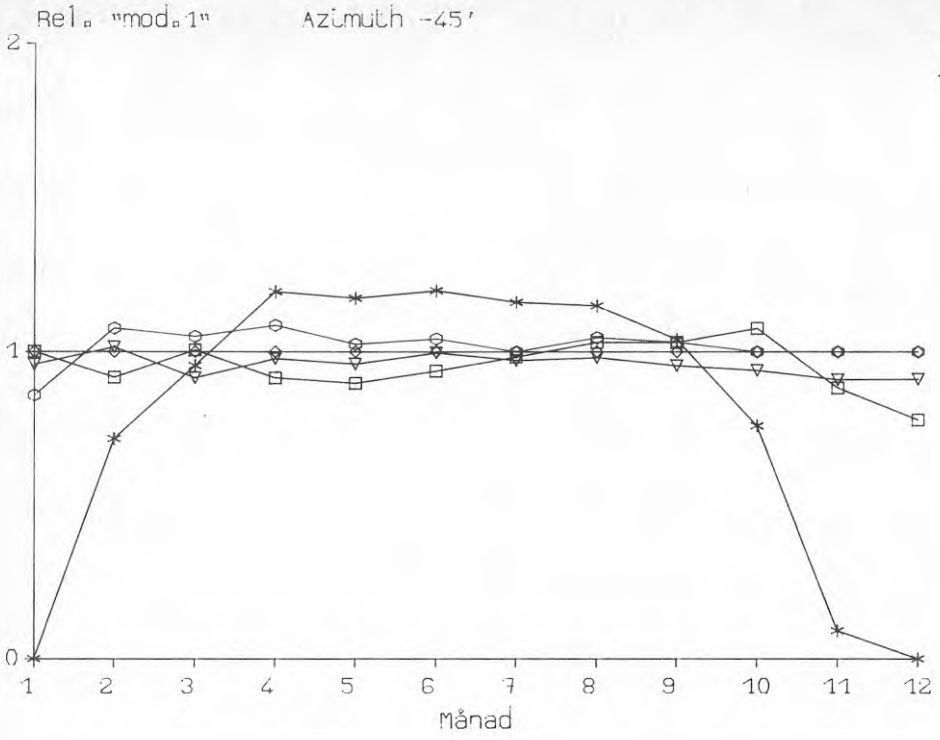


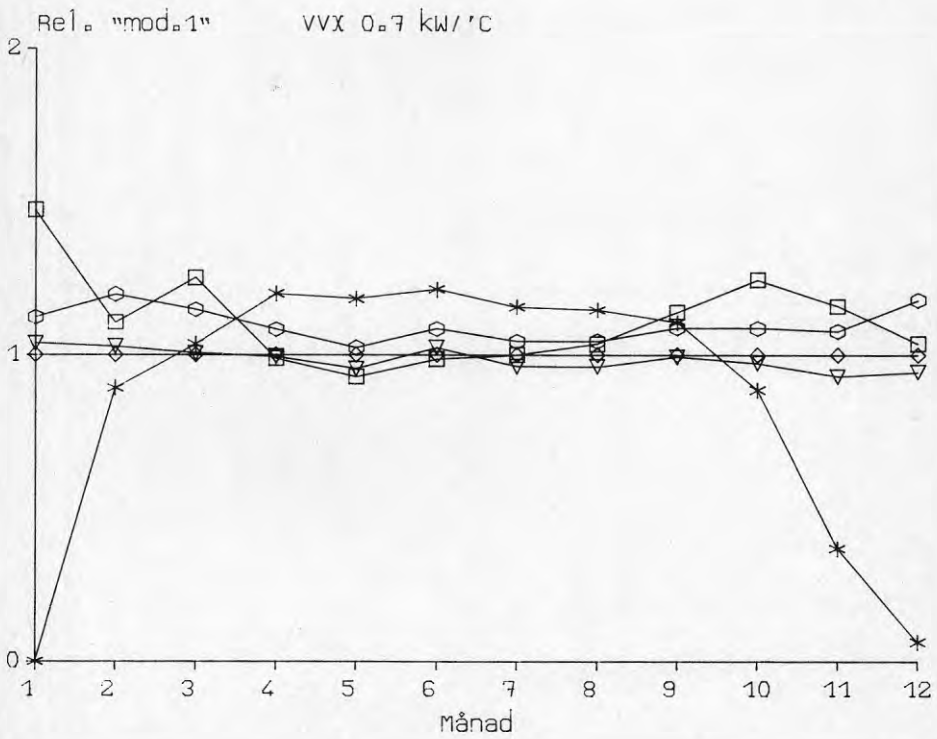
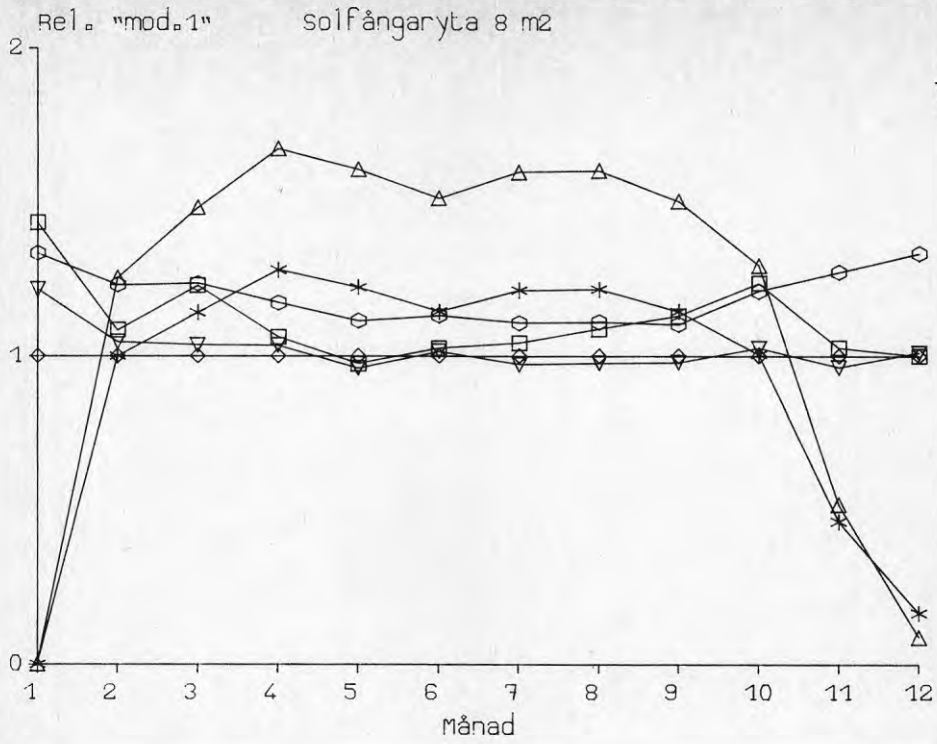


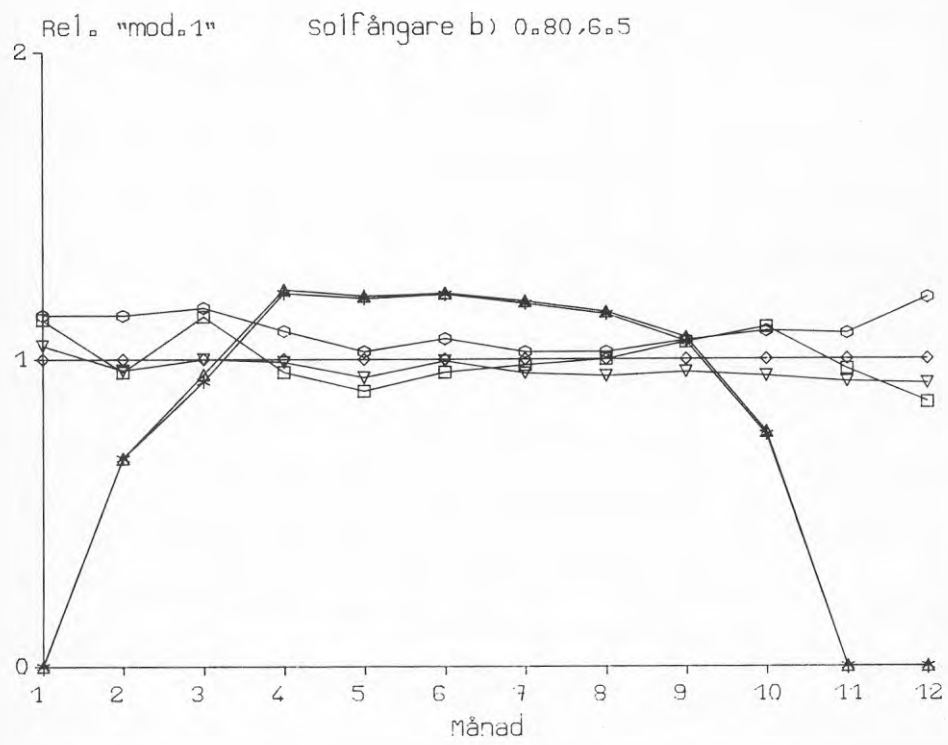


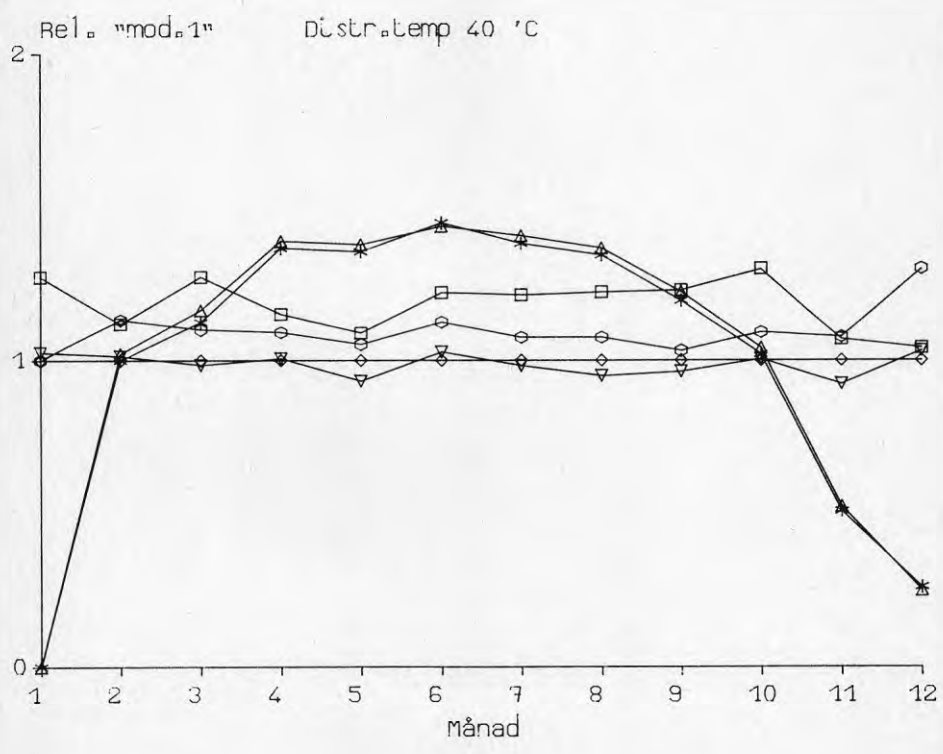
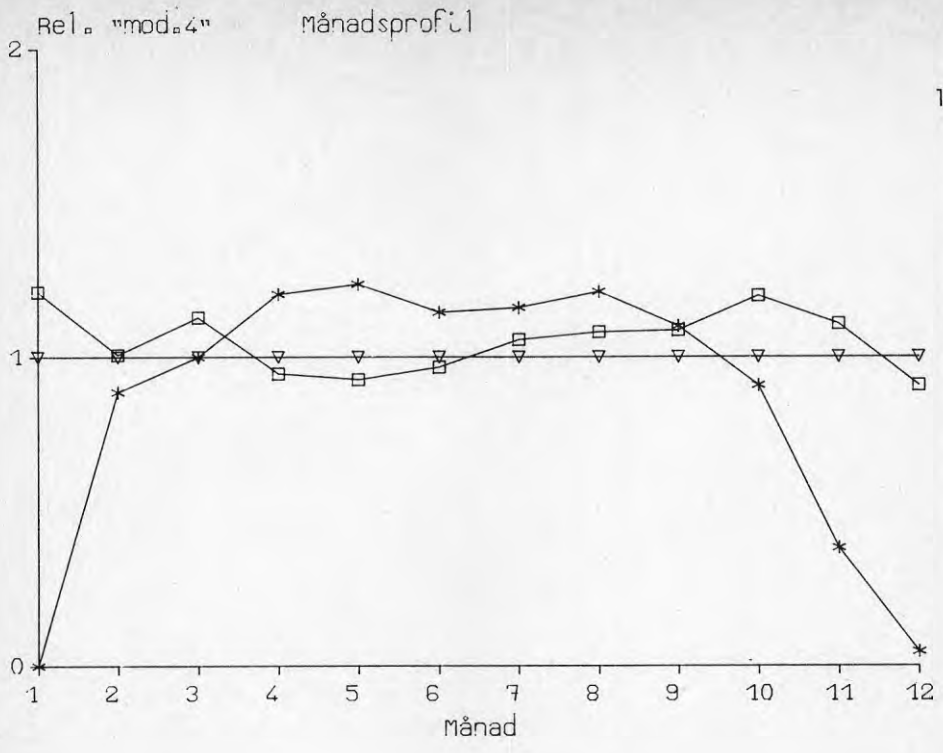












Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	7.5	8.0	0.0	8.5	9.4	0.0
2	15.4	18.0	13.6	15.4	15.1	13.3
3	20.0	23.0	21.4	20.2	22.8	20.6
4	35.7	38.0	44.0	35.7	33.9	43.2
5	43.1	44.0	51.7	41.1	38.1	50.8
6	47.1	51.0	57.5	48.0	45.1	57.1
7	45.3	47.0	54.1	44.3	44.2	53.1
8	44.6	47.0	52.5	43.3	44.9	51.6
9	34.3	37.0	38.4	33.8	36.6	37.4
10	22.8	25.0	20.9	22.4	26.1	20.3
11	12.6	14.0	4.9	12.1	13.0	4.7
12	10.5	13.0	0.7	10.3	9.9	0.7
År	339	365	360	335	339	353

Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	6.0	6.0	*****	6.8	7.0	0.0
	9.0	10.0	*****	9.1	11.1	0.0
	9.0	10.0	*****	9.1	12.0	0.0
2	13.0	13.0	*****	13.4	11.9	9.7
	17.0	19.0	*****	16.3	17.3	15.1
	16.0	18.0	*****	15.0	17.4	13.5
3	19.0	21.0	*****	19.2	20.0	19.1
	20.0	23.0	*****	19.9	24.1	20.4
	18.0	19.0	*****	16.5	21.5	15.0
4	36.0	38.0	*****	35.9	32.6	43.3
	35.0	37.0	*****	34.2	33.4	41.1
	29.0	28.0	*****	26.3	25.7	30.1
5	44.0	45.0	*****	42.2	38.8	52.4
	41.0	41.0	*****	38.3	34.9	47.2
	32.0	28.0	*****	27.7	24.0	32.6
6	48.0	52.0	*****	49.4	46.6	58.0
	45.0	46.0	*****	44.9	41.2	52.9
	35.0	32.0	*****	32.3	26.7	36.6
7	46.0	49.0	*****	45.7	45.7	55.1
	43.0	44.0	*****	41.4	41.2	49.3
	34.0	31.0	*****	30.3	27.1	34.1
8	45.0	47.0	*****	43.9	45.4	51.9
	43.0	45.0	*****	41.3	43.0	49.2
	36.0	36.0	*****	32.6	32.5	37.4
9	33.0	35.0	*****	33.0	34.4	35.9
	34.0	37.0	*****	33.0	37.0	37.1
	30.0	31.0	*****	27.6	31.4	30.6
10	21.0	22.0	*****	20.6	22.7	17.2
	24.0	26.0	*****	22.9	28.0	21.6
	23.0	24.0	*****	20.6	26.8	18.9
11	11.0	12.0	*****	10.3	10.4	1.3
	14.0	16.0	*****	13.1	14.8	6.7
	14.0	16.0	*****	12.9	15.4	6.6
12	8.0	9.0	*****	8.3	7.2	0.0
	12.0	15.0	*****	11.6	11.7	3.4
	13.0	16.0	*****	11.8	12.7	4.5
År	331	350	*****	329	323	344
	336	359	*****	326	338	344
	288	289	*****	263	273	260

Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	3.0 7.0	2.0 6.0	***** *****	3.3 6.7	1.6 7.0	0.0 0.0
2	8.0 13.0	6.0 14.0	***** *****	7.2 13.2	4.5 11.9	0.1 9.3
3	15.0 20.0	15.0 21.0	***** *****	13.0 18.3	12.1 20.1	12.9 19.1
4	31.0 35.0	31.0 38.0	***** *****	28.8 34.2	25.3 32.0	35.9 41.8
5	38.0 42.0	38.0 43.0	***** *****	37.2 40.3	33.1 37.7	44.8 49.3
6	47.0 48.0	48.0 50.0	***** *****	46.1 47.8	42.2 45.0	55.1 57.5
7	42.0 45.0	42.0 45.0	***** *****	41.2 43.7	40.6 44.2	48.8 52.2
8	38.0 43.0	38.0 45.0	***** *****	37.8 42.2	37.5 44.3	42.8 49.4
9	27.0 33.0	26.0 34.0	***** *****	25.2 31.5	25.2 34.0	25.9 34.3
10	15.0 21.0	13.0 21.0	***** *****	13.2 19.7	12.5 22.6	6.7 15.9
11	6.0 11.0	5.0 11.0	***** *****	5.2 10.0	4.4 9.7	0.0 1.0
12	4.0 9.0	2.0 9.0	***** *****	3.8 8.2	1.9 7.0	0.0 0.0
År	273 326	265 337	***** *****	262 316	241 315	273 330

Q200 (kWh/m2)

		Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad	1	9.0 9.0	9.0 9.0	0.0 0.0	9.6 10.2	10.7 11.6	0.0 0.0
	2	16.0 16.0	18.0 18.0	16.1 17.5	16.7 17.1	14.7 14.3	15.8 17.2
	3	22.0 22.0	23.0 23.0	24.0 25.5	22.3 22.9	23.0 22.3	23.3 24.7
	4	38.0 38.0	40.0 40.0	46.4 47.7	38.6 38.9	34.1 33.7	45.6 46.9
	5	47.0 48.0	46.0 47.0	54.1 55.3	43.9 44.6	38.0 37.2	53.2 54.4
	6	50.0 50.0	53.0 54.0	57.5 57.5	51.5 52.9	45.7 44.6	58.0 58.0
	7	49.0 49.0	49.0 50.0	56.2 57.3	47.8 48.9	45.1 45.1	55.2 56.3
	8	48.0 48.0	49.0 50.0	54.5 55.6	46.3 47.1	45.6 45.5	53.7 54.8
	9	37.0 37.0	38.0 38.0	40.5 41.6	36.6 37.0	37.1 37.5	39.6 40.7
	10	25.0 26.0	25.0 25.0	23.3 24.6	24.7 25.3	26.7 26.8	22.8 24.0
	11	14.0 14.0	14.0 14.0	7.4 8.7	13.4 14.0	13.7 13.9	7.2 8.6
	12	12.0 12.0	13.0 13.0	3.4 4.9	11.6 12.3	11.1 11.9	3.4 4.8
År		364	375	383	363	345	378
		371	380	396	371	344	390

Q200 (kWh/m²)

		Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad	1	9.0 6.0	9.0 8.0	0.0 0.0	9.7 7.3	10.7 8.6	0.0 0.0
	2	19.0 13.0	19.0 16.0	10.7 16.3	17.6 13.6	16.4 14.1	13.8 13.0
	3	24.0 17.0	25.0 21.0	16.7 25.2	23.5 17.6	25.2 20.9	22.0 19.4
	4	44.0 29.0	45.0 34.0	35.8 48.5	43.5 30.0	37.7 30.8	50.2 37.1
	5	54.0 35.0	53.0 39.0	42.6 56.2	50.9 33.6	43.1 34.1	60.2 42.8
	6	61.0 38.0	63.0 43.0	48.5 57.5	60.8 38.6	52.1 39.0	69.3 43.5
	7	57.0 37.0	57.0 41.0	44.2 59.1	55.4 36.0	51.8 38.6	62.7 44.9
	8	56.0 36.0	57.0 40.0	42.6 57.7	54.4 35.2	52.7 39.2	60.5 43.8
	9	42.0 29.0	43.0 32.0	30.2 43.6	41.0 28.4	41.9 32.8	42.2 33.2
	10	28.0 19.0	28.0 23.0	16.2 24.6	26.3 19.5	29.6 23.5	21.7 19.1
	11	15.0 11.0	15.0 14.0	4.2 5.7	14.1 10.6	14.7 11.3	4.4 5.1
	12	13.0 9.0	13.0 12.0	1.2 0.8	11.9 9.1	10.8 9.0	0.0 1.5
År		420 280	426 322	293 395	409 279	487 302	407 303

Q200 (kWh/m2)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	7.0 8.0	8.0 9.0	***** *****	8.2 8.3	7.5 11.8	0.0 0.0
2	15.0 15.0	17.0 18.0	***** *****	15.2 15.4	13.8 16.6	13.0 13.4
3	20.0 20.0	22.0 23.0	***** *****	19.9 20.1	20.7 25.1	20.1 20.7
4	35.0 36.0	38.0 39.0	***** *****	35.6 35.8	32.2 35.6	42.4 43.3
5	43.0 43.0	44.0 44.0	***** *****	40.8 41.1	36.2 40.0	50.0 51.0
6	47.0 47.0	50.0 51.0	***** *****	47.6 48.1	43.7 46.4	56.3 57.2
7	45.0 46.0	47.0 48.0	***** *****	43.9 44.3	42.5 46.0	52.3 53.3
8	44.0 45.0	46.0 47.0	***** *****	43.1 43.3	43.1 46.6	50.8 51.7
9	34.0 34.0	36.0 37.0	***** *****	33.5 33.8	34.5 38.8	36.7 37.6
10	22.0 23.0	24.0 25.0	***** *****	22.1 22.4	23.8 28.7	19.8 20.4
11	12.0 13.0	14.0 14.0	***** *****	12.1 12.1	11.2 15.1	4.6 4.8
12	10.0 11.0	13.0 13.0	***** *****	10.3 10.4	8.5 11.4	0.6 0.7
År	335 341	359 367	***** *****	332 335	317 362	347 354

Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	9.0 7.0	11.0 8.0	1.2 0.0	10.4 7.3	12.2 7.9	1.1 0.0
2	19.0 14.0	22.0 16.0	20.1 9.5	19.4 13.5	19.5 13.4	19.7 9.5
3	24.0 18.0	28.0 21.0	28.8 17.1	24.9 18.0	28.6 20.5	27.8 16.7
4	41.0 33.0	46.0 36.0	51.5 40.5	42.3 32.7	41.1 31.6	50.5 40.1
5	50.0 40.0	52.0 41.0	59.1 48.2	46.8 37.6	45.4 35.9	58.1 47.9
6	51.0 45.0	58.0 48.0	57.5 54.7	53.1 44.7	51.8 43.1	58.0 54.5
7	51.0 43.0	55.0 44.0	59.4 51.1	50.0 41.0	51.3 42.2	59.9 50.8
8	50.0 43.0	54.0 44.0	59.4 49.6	48.6 40.6	51.5 43.0	58.5 49.3
9	40.0 33.0	43.0 35.0	45.5 35.3	39.3 31.6	43.3 34.8	44.3 34.9
10	27.0 22.0	29.0 24.0	27.8 16.8	26.9 20.8	31.4 24.3	27.0 16.6
11	15.0 12.0	17.0 13.0	10.7 0.0	14.8 11.1	15.4 11.6	10.4 0.0
12	13.0 10.0	15.0 12.0	6.6 0.0	12.8 9.2	12.4 8.6	6.5 0.0
År	390 318	429 342	428 323	389 308	404 317	422 320

Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	*****	*****	*****	8.4	9.7	0.0
2	*****	*****	*****	15.4	15.1	13.3
3	*****	*****	*****	20.7	23.7	21.0
4	*****	*****	*****	38.2	36.0	45.8
5	*****	*****	*****	41.1	38.0	50.8
6	*****	*****	*****	43.1	41.6	49.3
7	*****	*****	*****	31.5	32.8	36.0
8	*****	*****	*****	39.2	42.2	47.3
9	*****	*****	*****	33.9	37.0	37.4
10	*****	*****	*****	23.4	27.6	20.9
11	*****	*****	*****	12.4	13.3	4.6
12	*****	*****	*****	10.6	10.0	0.5
År	*****	*****	*****	318	327	327

Q200 (kWh/m2)

		Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad	1	8.0	8.0	0.0	8.2	10.2	0.0
		8.0	9.0	0.0	8.3	7.7	0.0
	2	15.0	17.0	15.3	15.2	16.8	15.0
		15.0	18.0	10.0	15.4	12.0	9.7
	3	20.0	22.0	23.3	19.7	25.5	22.5
		20.0	23.0	17.2	20.3	17.9	16.4
	4	33.0	36.0	45.9	33.2	38.0	45.1
		37.0	40.0	39.7	37.1	27.2	38.9
	5	39.0	41.0	53.8	36.4	42.5	52.9
		44.0	47.0	47.1	43.5	30.0	46.2
	6	40.0	45.0	57.5	41.1	48.9	58.0
		51.0	55.0	53.1	52.4	35.9	52.3
	7	40.0	43.0	56.3	39.3	48.6	55.3
		47.0	50.0	49.1	47.1	35.1	48.2
	8	40.0	43.0	54.7	38.0	49.0	53.8
		46.0	50.0	47.5	46.3	35.6	46.6
	9	33.0	34.0	40.4	31.8	40.6	39.5
		34.0	38.0	33.7	34.7	29.2	32.8
	10	22.0	24.0	22.9	22.1	28.6	22.4
		23.0	25.0	16.3	22.4	20.7	15.8
	11	13.0	14.0	6.8	12.0	13.9	6.6
		13.0	14.0	0.7	12.1	10.3	0.5
	12	10.0	13.0	2.5	10.3	10.4	2.6
		10.0	13.0	0.0	10.3	8.4	0.0
År		313	339	379	307	373	373
		349	383	314	350	270	307

Q200 (kWh/m²)

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
Månad 1	8.0	*****	*****	*****	*****	*****
2	17.0	*****	*****	*****	*****	*****
3	22.0	*****	*****	*****	*****	*****
4	40.0	*****	*****	*****	*****	*****
5	49.0	*****	*****	*****	*****	*****
6	52.0	*****	*****	*****	*****	*****
7	51.0	*****	*****	*****	*****	*****
8	51.0	*****	*****	*****	*****	*****
9	39.0	*****	*****	*****	*****	*****
10	25.0	*****	*****	*****	*****	*****
11	13.0	*****	*****	*****	*****	*****
12	11.0	*****	*****	*****	*****	*****
År	378	*****	*****	*****	*****	*****



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
från Statens råd för byggnadsforskning till Vattenfall,
Älvkarleby.

R48: 1985

ISBN 91-540-4370-0

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705048

Ingår ej i abonnemang

Distribution:

Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirka pris: 45 kr exkl moms