



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

R28:1983

Solvärmda kommunala utomhusbad

Lars Olof Matsson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac <i>Ser</i>

*R
ant*

Byggforskningsrådet

R28:1983

SOLVÄRMDA KOMMUNALA UTOMHUSBAD

Kågebadet, Skellefteå
Hörneforsbadet, Umeå
Stödebadet, Sundsvall
Slakabadet, Linköping
Bondsjöbadet, Härnösand

Lars Olof Matsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780629-5 och 810165-8 från Statens råd för
byggnadsforskning till Hugo Theorells
Ingeniörsbyrå AB, Solna.

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

R28:1983

ISBN 91-540-3895-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

1	FÖRORD	5
2	SAMMANFATTNING	7
3	BAKGRUND	9
3.1	Kåge	10
3.2	Hörnefors	11
3.3	Stöde	13
3.4	Slaka	15
4	MÄTNINGAR	17
4.1	Kåge	17
4.2	Hörnefors	23
4.3	Stöde	29
4.4	Slaka	33
5	ENERGIMÄSSIG JÄMFÖRELSE	37
6	EKONOMISK JÄMFÖRELSE	41
7	DRIFTERFARENHETER	43
8	BONDSJÖBADET	49
8.1	Bassängtäckning	50
8.2	Solfångarna	51
9	MÄTRESULTAT	53
10	BESPARING	57
11	KOSTNADER	59
12	DRIFTERFARENHETER	61
13	REFERENSER	63
Bilaga 1 Mätvärden 1981 Bondsjöbadet		
Bilaga 2 Lågtemperatursolfångare för simbassänger, etc. Uppmätningar, slutrapport. Studsvik Arbetsrapport EM-81/238.		

1 FÖRORD

Tempererade utomhusbad är energikrävande anläggningar. Under en badsäsong kan en 50-metersbassäng förbruka upp till 600 MWh energi till en kostnad av kanske 100.000 kr. Stigande energipriser gör det allt svårare för kommunerna att inrymma bassängvärmekostnaderna i budgeten. De tempererade utomhusbaden är dock ett mycket populärt inslag bland sommartidens friluftaktiviteter, speciellt hos skollediga barn och att sänga dem, eller sänka temperaturen, skulle säkert upplevas mycket negativt.

Ett sätt att minska värmekostnaderna är att låta solfångare överta en del av värmelasten. Behov av värme och tillgång på solenergi stämmer bra överens då endast sommarsäsongen är aktuell för utomhusbad. För att prova solvärme i samband med bad gav byggnadsforskningsrådet i april 1978 experimentbyggnadslån till kommunerna i Skellefteå, Umeå, Sundsvall och Linköping för installation av solvärmesystem vid Kågebadet, Hörneforsbadet, Stödebadet resp Slakabadet. Anläggningarna togs i drift under sommaren 1978.

Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB, Solna, har under tiden 1978-1980 utfört mätningar vid baden. En första rapport gällande säsongen 1978 utgavs 1979 som BFR-Rapport R39:1979.

Föreliggande rapport utgör redovisning för åren 1979 och 1980 och sammanfattar dessutom hela perioden.

I rapporten redovisas även mätresultat och drifterfarenheter vid Bondsjöbadet i Härnösand under 1981.

Detta bad försågs inför badsäsongen 1981 med solfångare och bassängtäckning. Under 1981 fungerade solvärmesystemet inte tillfredsställande p g a felaktig reglercentral och problem med luft i returledningen.

Solenergitillskottet blev endast 3,5 % av det totala behovet.

Bassängtäckningen har medfört en markant energibesparing. Storleken på besparingen uppgår till ca 40-50 %.

Driftmässigt har solvärmesystemet varit otillfredsställande.

Täckningen har fungerat bra vid utrullning. Inrullningen har dock varit besvärlig. Täckduken kommer snett på rullarna och tar emot lagerbockarna. För att göra inrullningen lättare, kan förslagsvis lagerbockarna flyttas ut från rullarna.

I rapporten återfinns också som bilaga 2 Studsviks Arbetsrapport EM-81/238 "Lågtemperatursolfångare för

simbassänger etc" som närmare behandlar de solfångare som installerats vid Bondsjöbadet.

Projektledare vid Theorells har varit överingenjör Jan Holmberg. För kontakter med BFR och baden, utformning av mätprogram, anskaffning och montage av mätutrustning samt insamling av mätvärden har Peter Kjaerboe svarat.

Redigering av mätvärden och övrig information samt utformning av denna rapport har gjorts av civilingenjör Lars Olof Matsson.

2 SAMMANFATTNING

Mätningar av utbytet från solvärmeanläggningarna vid de kommunala utomhusbaden i Kåge, Hörnefors, Stöde och Slaka har gjorts under 1978-1980. Vid Hörnefors och Stöde finns även inomhusbassänger, varför mätningarna omfattar hela året medan endast utomhussäsongen mätts vid de andra två.

Under en del av perioden har även solinstrålningen mätts.

Mätningarna visar att en enkel oglasad solfångare ger den bästa ekonomin vid endast sommarbruk. Används solvärmesystemet under längre tid på året ger de enkelglasade och isolerade solfångarna bättre ekonomi. En förutsättning är att livslängden är densamma och en annan att systemet fungerar som det skall.

En oglasad solfångare kan ge 180-200 kWh/m² under användningsperioden och en glasad upp till 450 kWh/m² under hela året.

Av de undersökta baden är det i Stöde när det gäller glasade solfångare och Kåge oglasade solfångare, de gett mest energi.

Ser man till utbytet relativt investeringskostnaden, är fortfarande Kåge bäst av de oglasade solfångarna medan Hörnefors visar bättre värden än Stöde.

De inregleringsproblem man hade i början har nu alltmer eliminerats och utbytet från anläggningarna visar en stigande tendens. Vissa problem med snö har förekommit till följd av olämpliga placeringar av samlingsledningar. Detta bör observeras vid projektering av nya bad.

Sammanfattningsvis kan sägas att solvärmen demonstrerat sin användbarhet i utomhusbadsammanhang men kostnaderna är höga och en hel del borde kunna göras för att sänka dem.

Bondsjöbadet i Härnösand redovisas i rapportens senare del.

3 BAKGRUND

Under 1978 planerades och byggdes fyra stycken solvärmeanläggningar för uppvärmning av bassängvatten. Anläggningarna uppfördes på kommunala utomhusbad i Skellefteå, Umeå, Sundsvall och Linköping med stöd från statens råd för byggnadsforskning. Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB, Solna, har ansvarat för mätning och utvärdering av bl a

- energimängden från solfångare
- deras funktion och åldringsegenskaper samt
- kostnader för respektive anläggning

Första driftsäsongens (1978) resultat finns redovisade i BFR rapport R39:1979, liksom klimatbeskrivningar av baden och solvärmeanläggningarna samt kostnader. På följande sidor presenteras baden kortfattat.

3.1 Kågebadet

Friluftsbadet är beläget ca 10 km norr om Skellefteå och ca 8 km från Bottenvikskusten.

Lat 64,8°N. Long 21°O.

Badet är byggt på plan mark med Kåge älv väster om och en öppen parkeringsplats öster om, vilket ger fritt för vindar och liten skuggning. Totalyta ca 7000 m².

Anläggningen består av:

Bassänger utomhus: Simbassäng 12,5 x 25 m
djup 0,9 - 1,6 m
och volymen 360 m³.

Barnbassäng Ø 10 m
djup 0,25 - 0,30 m och
volymen 20 m³.

Total volym 380 m³

Total vattenyta 390 m².

Byggnad med utrymme för omklädnad, pump och filter samt expedition.

Byggnadsår 1974.

Öppet mellan 15 maj - 1 september

Värmeanläggningen består av 288 m² solfångare av polypropylen utan isolering och glasning samt en elpanna. Solfångarna är placerade på en markyta NO om bassängerna i fyra rader. Bassängvatten cirkuleras med hjälp av pump direkt i solfångarna.

Solfångarnas fabrikat Suncell Oasis.



Figur 1 KÅGEBADET

3.2 Hörneforsbadet

Badanläggningen består av både inomhus- och utomhusbassänger och är belägen ca 30 km SSV om Umeå, ca 2 km från kusten.

Lat 63,6°N. Long 19,9°O.

Utebassängerna är skyddade i öster av bebyggelse. I väster finns en öppen idrottsplats. Enstaka träd ger något vindskydd från söder.

Anläggningen består av:

Bassänger utomhus:	Simbassäng 25,0 x 12,5 m
	Barnbassäng 12,5 x 7,5 m
	Plaskdamm Ø 10 m
	Total volym 550 m ³
	Total vattenyta 485 m ²

Bassänger inomhus:	Simbassäng 16,7 x 8,0 m
	Volym 240 m ³
	Vattenyta 134 m ²

Byggnad för bassäng, duschar, omklädnad och värmeanläggning med solfångare.

Utebassängen öppen ca 2,5 mån.
Uppvärmningen sker nu dels med 210 m² solfångare av metall och isolering samt 1 glas och dels med värme från en i fastighetsgruppen centralt belägen oljepanna. Solfångarna är takplacerade och levererar värme till badvattnet via värmeväxlare.

Solfångarfabrikat TeknoTerm Sun Unit 1



Figur 2 HÖREFORS

3.3 Stödebadet

Badet kallas egentligen Stödehuset och är beläget ca 40 km V om Sundsvall.

Lat 62,4°N. Long 16,6°O.

Den L-formade byggnaden skyddar bassängen i nord och ost. Stödesjön i syd är inget skydd, medan enstaka träd finns i väst.

Anläggningen består av:

Bassänger utomhus: Simbassäng 25 x 10 m,
djup 0,9 - 1,8 m
med volymen ca 350 m³
och ytan 250 m²

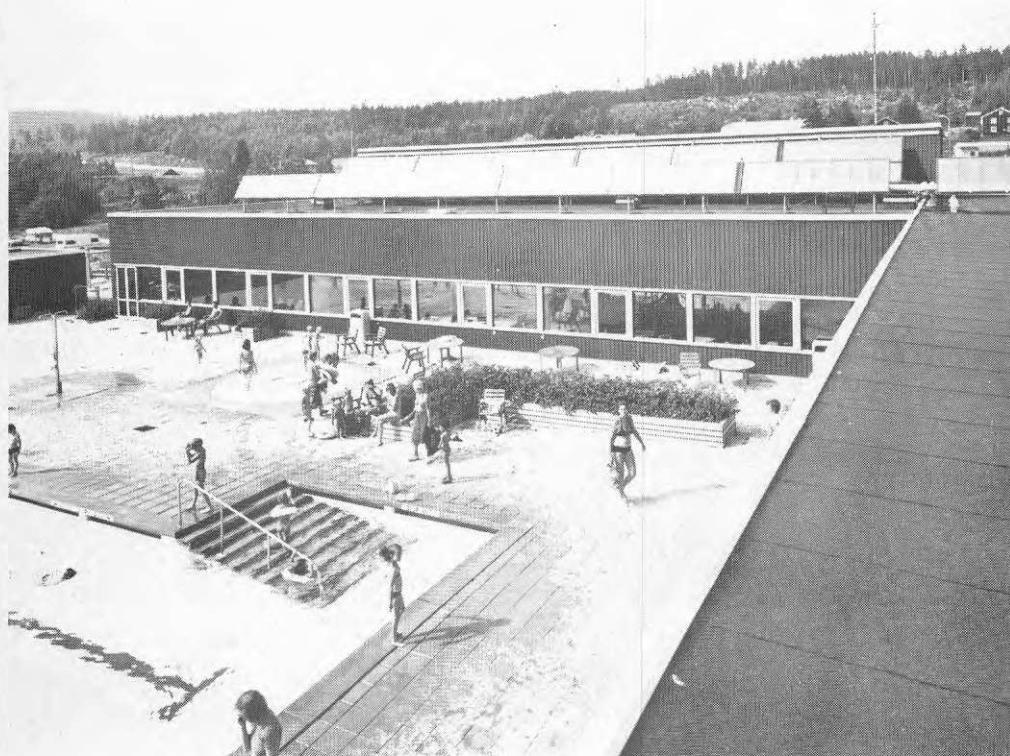
Bassänger inomhus: Simbassäng 12,5 x 8 m,
djup 0,9 - 1,6 m
med volymen ca 125 m³
och yta 100 m²

Byggnad för bassäng, omklädnad, expedition, bio m m
samt värmeanläggning.

Utebassängen öppen från 15 juni - 20 augusti.

Uppvärmningen sker nu dels med 96 m² solfångare av metall med isolering och 1 täckskiva av glasfiberarmerad plast och dels elpanna. Solfångarna är placerade på tak och kopplade via värmeväxlare till bassängvattnet.

Solfångarfabrikat Fläktfabriken Sunterm.



Figur 3 STÖDEHUSET

3.4 Slakabadet

Friluftsbad, beläget ca 7 km S om Linköping och 60 km från Östersjökusten.

Lat 58,3°N. Long 15,6°O.

Enstaka träd i väst, kraftig växtlighet i nord och ost samt öppet mot söder.

Anläggningen består av:

Bassänger utomhus: Simbassäng 25 x 10 m,
medeldjup 1,2 m

Barnbassäng \emptyset 3 m,
medeldjup 0,25 m

Total volym 302 m³

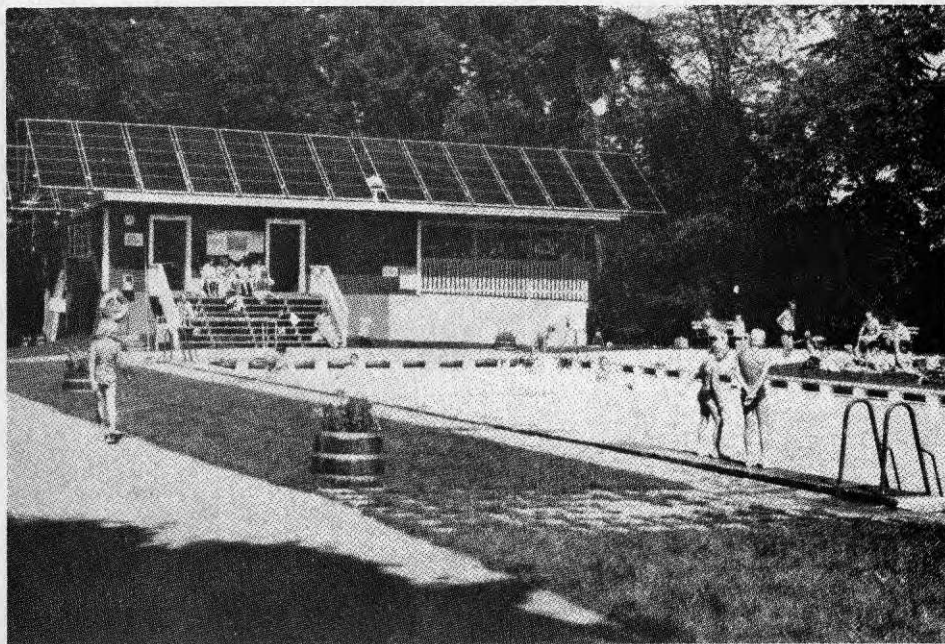
Total vattenyta 257 m²

Byggnad för omklädnad och pumputrymme.

Badet är öppet från mitten av juni till slutet augusti.

Värmeanläggningen består av 101 m² solfångare av polypropylen utan isolering eller glasning. Dessa är byggda i två rader på taket av omklädningsbyggnaden. Badvatten cirkuleras direkt i solfångarna.

Solfångarfabrikat Suncell Oasis.



Figur 4 SLAKA

Tabell 1. Systembeskrivning

Typ av bad	KAGE Friluftsbad	HÖRNEFORS Kombinerat friluftsbad o. inomhusbad	STÖDE Kombinerat	SLAKA Friluftsbad
Solfångare typ	Suncelloasis	Teknoterm	Sv. Pläkt Sunterm	Suncelloasis
material	Polypropylen utan täckning eller isolering	Stålabsorbator 1 glas o. isolering	Kopparabsorbator 1 glasfiberplasttäckning o. isol	Polypropylen
area	288 m ²	210 m ²	96 m ²	100 m ²
andel av bassängarea	75 %	45 %	40 %	40 %
Placering	På mark i fyra rader ost-väst	På badbyggnadens tak	På badbyggnadens tak	På omklädningsbyggnadens tak
Ställning	På betongplintar förankrade i galvaniserad stål-ställning	På ställning av vinkeljärn och träbalkar, förankrad i o. under tak	På galvaniserade vinkeljärnställningar, fastskruvade på tak	Aluminiumställning
Lutning	40°	45°	45°	45°
Orientering	162°	172°	170°	182°
System	Inkoppling	Gemensam krets solfångare o. filter se schema	Separata kretsar, kopplade via plattvärmeväxlare, se schema.	Gemensam krets solfångare o. filter, se schema
Material i ledn	PVC	Solf.krets Cu.	Solf.krets galv. järn.	PVC.
Värmebärare	Bassängvatten	Vatten+Etylenglykol 5%	Vatten+Etylenglykol	Bassängvatten.
dim flöde	60 m ³ /h	32 m ³ /h	6 m ³ /h	30 m ³ /h
max temp-diff	5 K	30 K	30 K	5 K
Reglering	automatik	Vatten genom filter cirkulerar kont. Ventil till solfångarkrets öppnar då temp. skillnad är 2 K. Stänger vid temp. skillnad 0°.	Solfångarkretsens el. primärsidans cirkulationspump startar då temp. skillnad är 5 K. Bassängvattnet cirkulerar kont. genom filter och värmeväxlare på sekundärsidan.	Vatten genom filter cirkulerar kont. Ventil till solfångarkrets öppnar då temp. skillnaden är 2 K.
	manuell	Högt, vinter o. vår ställs flödet om så att innebassängen värms.	Högt, vinter o. vår ställs flödet om så att innebassängen värms.	

4 MÄTNINGAR

Under 1978 mättes den solvärme som tillfördes badvattnet med hjälp av värmemängdsmätare. Dessutom mättes luft- och vattentemperaturer samt gjordes observationer av solighet och blåsighet. Behovet av tillsatsenergi registrerades även genom avläsning av befintliga mätare.

Sommaren 1979 kompletterades mätutrustningen vid samtliga bad med pyranometrar för mätning av solinstrålningen. Dessa var försedda med integreringsverk, där den sammanlagda solinstrålningen kunde avläsas i kJ.

För 1978 och 1979 finns mätvärden från tre tidpunkter varje dag under badsäsongen. 1980 har ambitionsnivå vad gäller mätvärdesregistrering vid vissa bad varit lägre och endast en avläsning per vecka gjorts.

Mätvärden för hela perioden 1978-1980 sammanfattas i följande delkapitel.

4.1 Kåge

Uppmätta värden på tillförd solenergi, tillsatsenergi och solinstrålning är sammanställda i tabell 2.

Mätsäsongen är ej helt fullständiga eftersom värmemängdsmätarna installerades först i juli 1978 och solstrålningsmätare i slutet av juni 1979. Endast säsongen 1980 är helt utnyttjad för mätning.

Meteorologiska observationer under perioden redovisas i tabell 3 vad avser SMHI och tabell 4 vad avser lokala iakttagelser.

Av tabell 2 kan man se att utbytet från solfångarna ökat varje säsong från 87, 4 kWh/m² år 1978 till 192,5 kWh/m² år 1980. Till viss del förklaras detta av att mätperiodens längd ökat. Om man ser på det genomsnittliga dagliga utbytet blir resultatet 1,62 kWh/m²,d 1978, 1,37 kWh/m²,d 1979 och 2,07 kWh/m²,d 1980.

Två faktorer påverkar utbytet från solvärmesystemet. Den ena är anläggningens funktion och den andra vädret.

När det gäller vädret och hur det varit de aktuella åren ger anteckningarna i mätprotokollen en viss ledning. Dessa är sammanställda i tabell 4. Man kan där se att andelen observationer som betecknats som soliga ökat från 30 % år 1978 till 37 % år 1980. Dessa observationer är dock utförda av olika personer och av subjektiv karaktär.

Närmaste station som SMHI publicerar mätvärden för i sin årsbok är Luleå flygplats. Värden för denna återfinns i tabell 3. Där är det helt klart att vädret 1979 och 1980 har varit torrare, soligare och varmare än normalt och att omvänt förhållande rått 1978. Vidare har 1980 varit torrare och varmare än 1979.

Tabell 2. Mätvärden Kåge, sammanfattning, 1978-1980

Mätperiod	1978 3/7-25/8	1979 31/5-26/8	1980 24/5-24/8	Totalt
Antal dagar	54	88	93	235
Antal badande				
Totalt	15800	25500	30300	71600
Per dag	293	290	326	305
Solvärme till badvatten				
Totalt (MWh)	25.16	34.82	55.45	115.43
Per m ² solfångare (KWh/m ²)	87.4	120.9	192.5	400.8
Per m ² solfångare och dag (KWh/m ² ,d)	1,62	1,37	2,07	1,71
Solinstrålning				
Totalt (KWh/m ²)	-	305 1)	518	
Per dag (kWh/m ² ,d)	-	5,17 1)	5,57	
Tillsatsenergi (MWh)	95,63	94,53	174,19	364,35
Andel solenergi av totalt energibehov(%)	21	27	24	24
Andel solvärme till badvatten, av instrålad solenergi (%)	-	29,2 1)	37,2	
Totalt energibehov per m ² bassängyta och dag (kWh/m ² ,d)	5,83	3,83	6,43	5,32

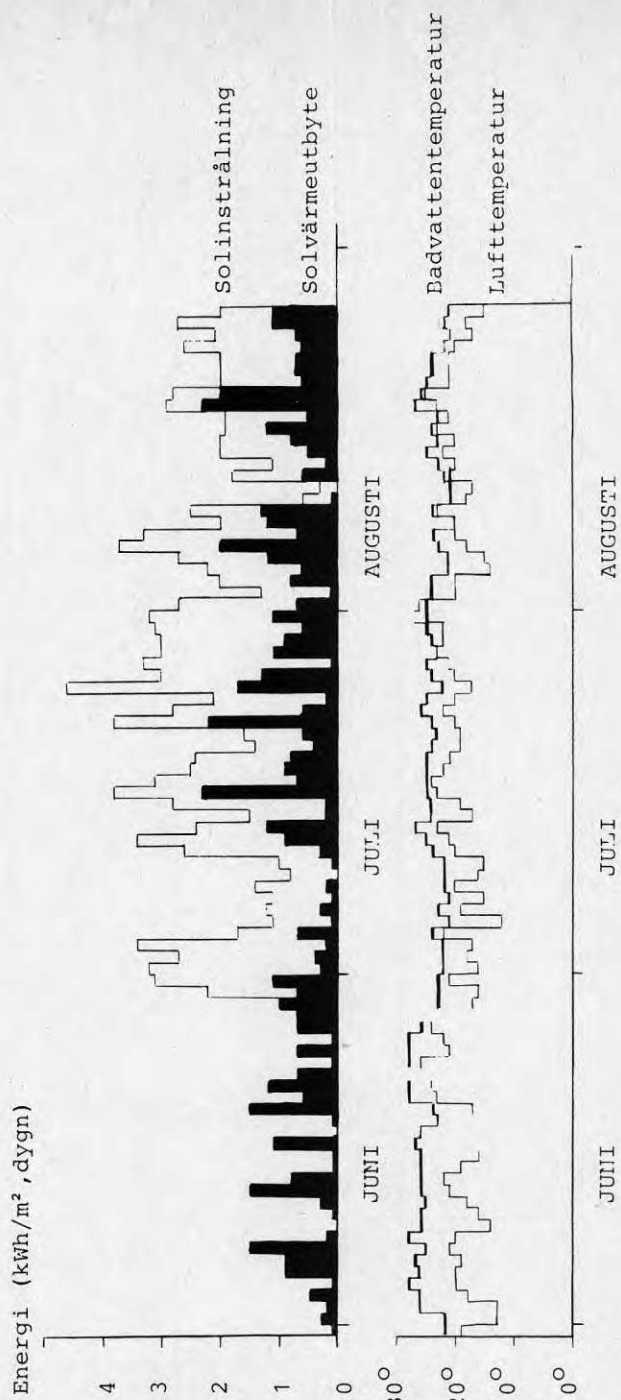
1) 29/6-26/8

Tabell 3. Meteorologiska observationer vid Luleå flygplats

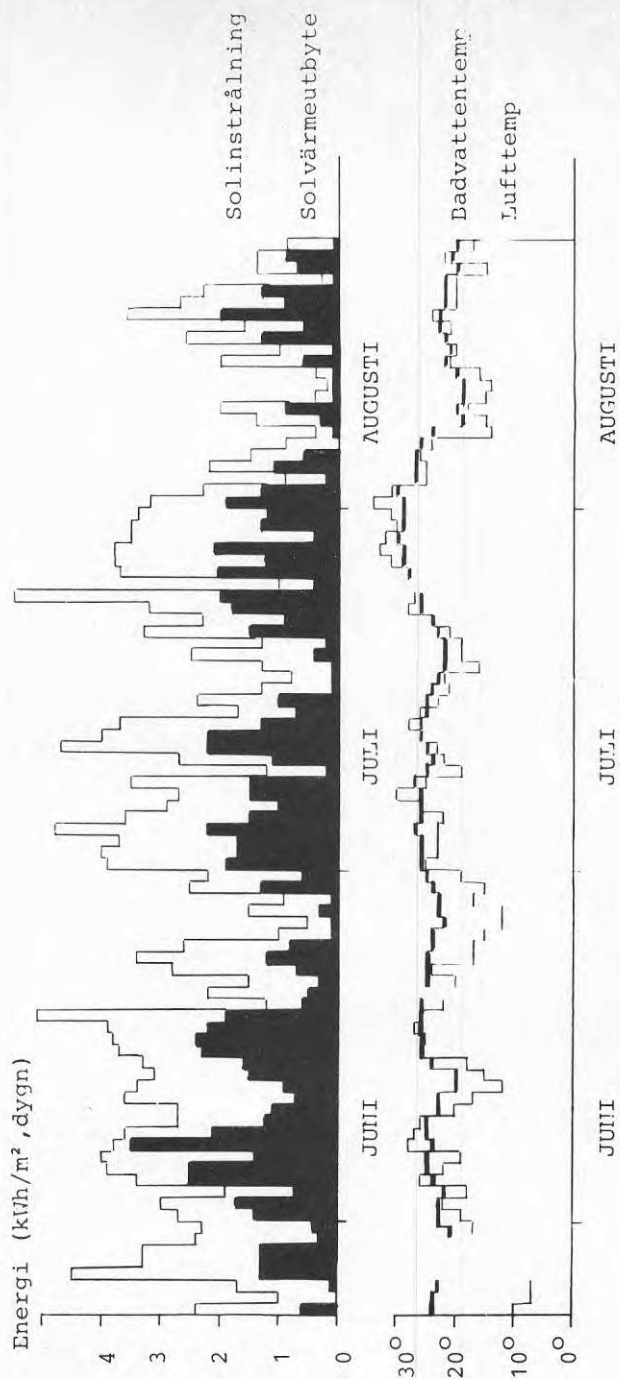
	1978	1979	1980	Normalt
Nederbörd mm				
Juni	54	10	15	46
Juli	73	56	10	47
Augusti	90	54	51	67
Rel normalt	136%	75%	48%	
Soltid h				
Juni	300,2	407,8	381,5	374
Juli	320,9	389,3	418,8	357
Augusti	235,6	210,0	199,4	241
Rel normalt	88%	104%	103%	
Temperatur				
Juni	12,8	13,8	15,3	12,1
Juli	15,1	16,6	17,3	16,0
Augusti	12,8	14,7	14,0	14,0
Medeltemperatur	13,6	15,0	15,5	14,1
Rel fuktighet %				
kl 07		69		
kl 13		56		
kl 19		63		

Tabell 4. Meteorologiska observationer i Kåge

	Juni	Juli	Augusti	Totalt
1978 Soligt	-	38%	21%	30%
Halvklart	-	25%	35%	30%
Mulet	-	37%	44%	40%
1979 Soligt	36%	30%	30%	32%
Halvklart	30%	27%	26%	28%
Mulet	34%	43%	44%	40%
1980 Soligt	34%	56%	20%	37%
Halvklart	37%	24%	20%	27%
Mulet	29%	20 ²	60%	46%
1978 Lugnt	-	27%	22%	25%
Blåsig	-	72%	71%	72%
Mycket blåsig	-	1%	7%	3%
1979 Lugnt	39%	38%	48%	42%
Blåsig	53%	59%	44%	52%
Mycket blåsig	8%	3%	8%	6%
1980 Lugnt	34%	33%	36%	34%
Blåsig	54%	62%	62%	59%
Mycket blåsig	12%	5%	2%	7%



Figur 5. Solinstrålning och solvärmeutbyte samt temperaturer i Kåge 1979



Figur 6. Solinstrålning och solvärmeutbyte samt temperaturer i Kåge 1980

4.2 Hörnefors

Uppmätta värde på solvärmeutbyte, solinstrålning och tillsatsenergi återfinns i tabell 5.

Hörneforsbadet har även en inomhussäsöng. Man har därför två badsäsönger, en utomhussäsöng och en inomhussäsöng.

I tabell 5 har en uppdelning skett på respektive säsong. Tyvärr är endast utomhussäsöng 1980 fullständigt mätt. Utomhussäsöngen 1978 påbörjades mätningarna först i juli, p.g.a. sen leverans av värmemängdsmätare. Solinstrålningen började mätas i slutet av juni 1979.

Under ingen av inomhussäsöngerna har fullständiga mätningar skett.

P.g.a. mätperiodernas olika längd är det mest rättvist att jämföra solvärmeutbytet per m^2 solfångare och dygn. Under utomhussäsöngen 1978 var utbytet $0.82 \text{ kWh}/m^2, d$, under 1979 $1.90 \text{ kWh}/m^2, d$ och under 1980 $1.77 \text{ kWh}/m^2, d$.

Det låga utbytet 1978 kan förklaras av att det var första driftsäsöngen och problem med inreglering av systemet störde driften.

Förklaringen till nedgången från 1979 till 1980 är vädret. Om man ser på de uppmätta instrålningsvärdena finner man att instrålningen under utomhussäsöngen 1979 var $5,04 \text{ kWh}/m^2, d$ och 1980 $4,52 \text{ kWh}/m^2, d$. Solfångarutbytet relativt instrålningen kan beräknas till $35,6 \%$ 1979 och $39,3 \%$ 1980. Solvärmesystemet gav alltså större utbyte 1980 än 1979.

När det gäller inomhussäsöngen är utbytet naturligtvis mycket lägre än under utomhussäsöngen. Inomhussäsöngen är dock lång och den totala energimängd som insamlas då är nästan lika stor som under den kortare utomhussäsöngen.

Närmaste SMHI-station är Umeå flygplats. Värden från denna återfinns i tabell 6. Man ser där att 1978 var det en dålig sommar med kallt och solfattigt väder, medan 1979 och 1980 var i stort sett normala. En bidragande orsak till det dåliga utbytet 1978 var således även vädret.

Meteorologiska observationer gjorda vid badet är sammanställda i tabell 7. Under 1980 gjordes observationer endast en gång per vecka, varför dessa värden ej medtagits. Dygnsvärden på solvärmeutbytet, solinstrålning samt temperaturer i luft och vatten 1979 finns i figur 7.

Tabell 5. Mätvärden Hörnefors, sammanfattning

	1978	1979	1980	Summa
Mätperiod				
Utomhus	10/7-20/8	5/6-21/8	6/6-10/8	10/7 1978
Inomhus	21/8-31/12	1/1-4/6 22/8-31/12	1/1-5/6 11/8-8/9	- 8/9 1980
Antal dagar				
Utomhus	42	78	66	186
Inomhus	133	287	185	605
Totalt	175	365	251	791
Solvärme till badvatten				
Utomhus tot(MWh)	7,27	31,12	24,57	62,96
per m ² (kWh/m ²)	34,6	148,2	117,0	299,8
per m ² o.dag (kWh/m ² ,d)	0,82	1,90	1,77	1,61
Inomhus tot(MWh)	2,28	22,19	20,77	45,24
per m ² (kWh/m ²)	10,9	105,7	98,9	215,4
per m ² o.dag (kWh/m ² ,d)	0,08	0,37	0,53	0,36
Totalt (MWh)	9,55	53,31	45,34	108,20
per m ² (kWh/m ²)	45,5	253,9	215,9	515,2
per m ² o.dag (KWh/m ² ,d)	0,26	0,70	0,86	0,65
Solinstrålning				
Totalt (kWh/m ²)	-	651	846	1497
Utomhus	-	282	298	580
Inomhus	-	369	548	917
Per dag (KWh/m ² ,d)	-	3,47	3,37	-
Utomhus	-	5,04	4,52	-
Inomhus	-	2,80	2,96	-
Tillsatsenergi				
Utomhus	-	166,5 ⁵⁾	101,2 ³⁾	-
Inomhus	-	512,5 ⁶⁾	353,8 ⁴⁾	-
Andel solenergi av tot energi-behov (%)				
Utomhus	-	16	20	-
Inomhus	-	4	6	-
Andel solvärme till badvatten av instrålad solenergi (%)				
Utomhus	-	35,6	39,3	-

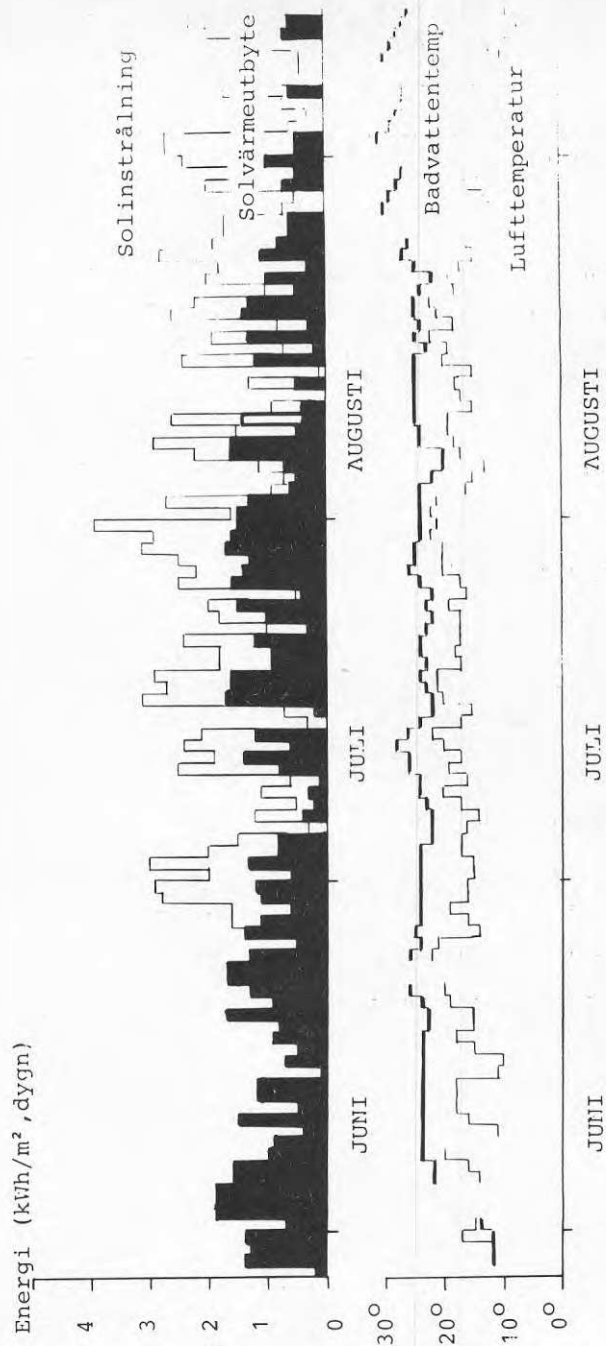
Tabell 5. (forts)

	1978	1979	1980	Summa
Tot energibe- hov per m ² bassängyta o. dag (kWh/m ² ,d)				
Utomhus	-	5,43	4,08	4,81

- 1) 27/6-21/8
- 2) 22/8-31/12
- 3) 6/6 -10/8
- 4) 1/1 - 5/6 och 11/8-8/9
- 5) 5/6 -21/8
- 6) 14/3- 4/6 och 22/8-31/12

Tabell 6. Meteorologiska observationer vid Umeå flygplats.

	1978	1979	1980	Normalt
Nederbörd m m				
juni	50	25	70	49
juli	41	97	21	63
augusti	86	71	93	77
rel. normalt	94 %	102 %	97 %	
Soltid h				
juni	274,4	371,9	294,7	
juli	241,8	258,2	398,4	
augusti	<u>232,6</u>	<u>225,6</u>	<u>169,4</u>	
summa	748,8	855,7	862,3	
Temperatur °C				
juni	12,9	14,5	15,0	12,6
juli	14,1	15,5	16,2	16,2
augusti	13,1	14,9	13,7	14,5
medeltemperatur	13,4	15,0	15,0	14,5
Rel fuktighet %				
kl 07		70		
kl 13		55		
kl 19		65		



Figur 7. Solinstrålning och solvärmeutbyte samt temperaturer i Hörnefors 1979.

Tabell 7. Meteorologiska observationer i Hörnefors

	juni	juli	augusti	totalt
1978 soligt	-	45 %	44 %	44 %
halvklart	-	24 %	15 %	20 %
mulet	-	31 %	41 %	37 %
1979 soligt	39 %	33 %	31 %	34 %
halvklart	39 %	19 %	29 %	29 %
mulet	22 %	48 %	40 %	37 %
1978 lugnt	-	63 %	56 %	60 %
blåsig	-	37 %	40 %	38 %
mycket blåsig	-	0 %	4 %	2 %
1979 lugnt	30 %	60 %	65 %	52 %
blåsig	63 %	39 %	31 %	44 %
mycket blåsig	7 %	1 %	4 %	4 %

4.3 Stöde

Liksom Hörnefors har Stöde både utom- och inomhusbassänger. Mätresultaten har uppdelats på resp. badsäsong. Se tabell 8.

Solvärmeutbytet har mätts under 1978-1980. Solinstrålningen och tillsatsenergin har endast mätts under andra halvåret 1979. De slutsatser som kan dras utifrån mätresultaten är därför begränsade.

Det genomsnittliga solvärmeutbytet var 1.08 kWh/m², d, vilket innebär ett årsutbyte på 394 kWh/m². Detta värde är i nivå med förväntningarna och det finns därför skäl att tro att anläggningen fungerar på avsett sätt. Beaktar man dessutom att antalet soltimmar under perioden var ca 87 % av det normala blir årsutbytet riktigt bra, 450 kWh/m². Antalet soltimmar har mätts vid närmaste SMHI-station, Sundsvalls flygplats. Se tabell 9.

Av tabell 8 framgår också att solvärmeutbytet totalt sett varit större under inomhussäsongerna än under utomhussäsongerna. Möjligheten att utnyttja solvärmeanläggningen under hela året bidrar således mycket till att reducera den specifika energikostnaden.

Under 1979 mättes solinstrålningen till 3,72 kWh/m², d under utomhusperioden och 1,82 kWh/m², d under inomhusperioden. Detta medför att under mätperioden solvärmeutbytet var 46 % av instrålningen under utomhussäsongen och 29 % under inomhussäsongen. De meteorologiska observationerna vid SMHIs station är p g a tillfälliga avbrott ej fullständiga. I tabell 9 presenteras de publicerade värdena. Samtliga år under mätperioden tycks vara något sämre än normalt. I tabell 10 redovisas de observationer som gjorts vid badet.

1980 gjordes endast veckovisa observationer.
I figur 8 finns dygnsvärden för solvärmeutbyte,
solinstrålning samt temperatur i luft och vatten 1979.

Tabell 8. Mätvärden Stöde, sammanfattning 1978-1980

	1978	1979	1980	
Mätperiod				
utomhus	31/7-27/8	4/6-23/8	16/6-8/8	
inomhus	28/8-31/12	1/1-3/6	1/1-15/6	
		24/8-31/12		
Antal dagar				
Utomhus	28	81	54	163
Inomhus	126	284	166	576
Totalt	154	365	220	739
Solvärme till badvatten				
Utomhus (MWh)	5,19	15,85	5,18	28,30
per m ² (kWh/m ²)	54,0	165,1	53,9	294,8
per m ² och dag (kWh/m ² ,d)	1,93	2,04	1,00	1,81
Inomhus (MWh)	10,00	22,19	18,33	50,52
per m ² (kWh/m ²)	104,2	231,1	190,9	526,3
per m ² och dag (kWh/m ² ,d)	0,83	0,81	1,15	0,91
Totalt (MWh)	15,19	38,04	23,43	76,66
per m ² (kWh/m ²)	158,2	396,3	244,1	798,5
per m ² och dag (kWh/m ² ,d)	1,02	1,09	1,11	1,08
Solinstrålning				
Totalt (kWh/m ²)	-	449 1)	-	
Utomhus	-	212 2)	-	
Inomhus	-	237 3)	-	
Per dag (kWh/m ² ,d)				
Utomhus	-	3,72 ²⁾	-	
Inomhus	-	1,82 ³⁾	-	
Tillsatsenergi (MWh)				
Utomhus	-	44,3	-	
Inomhus	-	70,5	-	
Andel solenergi av total behov (%)				
Utomhus	-	17,6	-	
Inomhus	-	8,5	-	
Andel solvärmestill badvatten av in- strålad solenergi (%)				
Utomhus	-	46 ²⁾	-	
Inomhus	-	29 ³⁾	-	
Total energibehov per m ² bassängyta och dag (kWh/m ² ,d)				
Utomhus	-	3,93	-	

1) 28/6-31/12, 2) 28/6-23/8, 3) 24(8-31/12

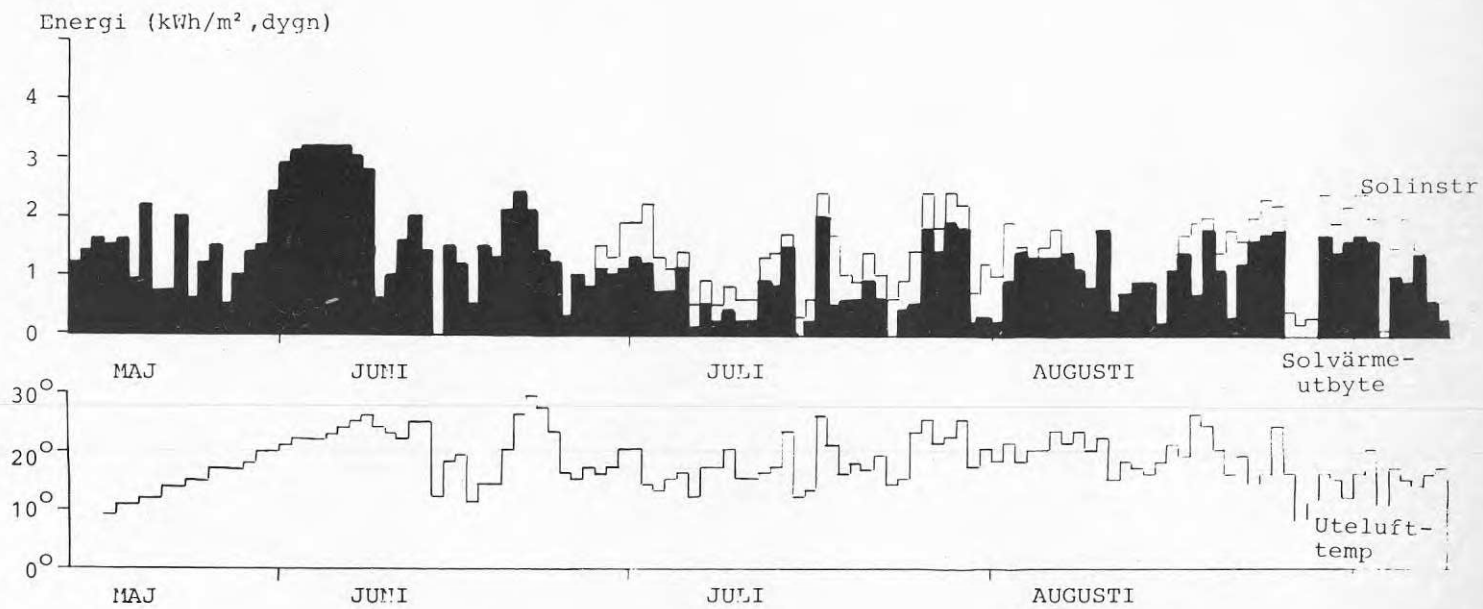
Tabell 9. Meteorologiska observationer vid Sundsvalls flygplats

	1978	1979	1980	Normalt
Nederbörd m m				
juni	104	20	83	50
juli	-	-	-	-
augusti	99	-	-	76
Soltid h				
juni	305,9	375,0	287,3	350,4
juli	266,2	182,2	382,8	316,4
augusti	202,5	269,4	151,6	256,9
Rel normalt	84 %	89 %	89 %	
Temperatur °C				
juni	13,4	15,6	15,5	13,4
juli	-	-	-	-
augusti	12,9	-	-	15,0
Rel fuktighet %				
kl 07	65			
kl 13	49			
kl 19	54			

Tabell 10. Meteorologiska observationer vid Stöde

	juni	juli	augusti	totalt
1978 soligt	-	-	17 %	-
halvklart	-	-	42 %	-
mulet	-	-	41 %	-
1979 soligt	33 %	9 %	23 %	22 %
halvklart	45 %	36 %	40 %	40 %
mulet	22 %	55 %	37 %	38 %
1978 lugnt	-	-	66 %	-
blåsigt	-	-	33 %	-
mycket blåsigt	-	-	1 %	-
1979 lugnt	50 %	44 %	70 %	55 %
blåsigt	48 %	54 %	26 %	43 %
mycket blåsigt	2 %	2 %	4 %	2 %

Figur 8. Solinstrålning och solvärmeutbyte samt
lufttemperatur i Stöde 1979.



4.4 Slaka

Badet i Slaka skiljer sig från de övriga på en väsentlig punkt, tillsatsvärmeanordningar saknas. Badtemperaturen blir således den som enbart solvärmen kan åstadkomma. Solfångarna är av samma typ här som i Kåge och liksom där har badet endast utomhusbassänger.

Mätningar har skett 1978, 1979 och 1980. Säsongen 1978 blev kort då värmemängdsmätaren installerades först i mitten av juli. 1979 mättes solvärmen från anläggningen under hela säsongen. Mätningen av instrålad solenergi spolierades delvis p g a fel i mätutrustningen. Endast under tiden 29/5 till 24/6 1979 erhöles sannolikt riktiga mätvärden. Mätperioden 1980 avbröts under tiden 9/6-18/6 p g a kalibrering av värmemängdsmätaren.

De meteorologiska observationerna vid SMHI-stationen Malmslätt återges i tabell 12. Man ser där att alla tre åren var solfattigare än normalt. Speciellt dåliga perioder var juli-augusti 1979 och augusti 1980.

Omräknas solvärmeutbytet 1979 till normalårsvärden skulle detta kunna uppgå till 117 kWh/m² under badsäsongen. Utbytet är i underkant av vad man förväntar sig. Orsaken torde vara att anläggningen inte fungerar som den skall. Ett fel som observerats är att vattenflödet i de två raderna inte är korrekt balanserat. 1980 är utbytet bättre.

Tabell 11. Mätvärden Slaka sammanfattning 1978-1980

Mätperiod	1978 15/7-28/8	1979 20/5-23/8	1980 28/5-17/8 ²⁾
Antal dagar	44	96	72
Solvärme till badvatten (MWh)	6.13	8.68	7.93
per m ² kWh/m ²)	61.3	86.8	79.3
per m ² och dag (kWh/m ² d)	1.39	0.90	1.10
Solinstrålning kWh/m ²		165 ¹⁾	280.7
per dag (kWh/m ² d)		6,12 ¹⁾	3.90
Andel solvärme till badvatten av solinstrålning (%)		22 ¹⁾	28
Totalt energi- behov per m ² badvattenyta och dag (kWh/m ² , d)	0,56	0,53	0,65

1) 29/5-24/6

2) 9/6-18/6 ingår ej i mätperioden

Tabell 12. Meteorologiska observationer vid Malmslätt

	1978	1979	1980	Normalt
Nederbörd m m				
Juni	76	40	60	48
Juli	50	104	42	63
Augusti	65	71	139	65
Soltid h ¹⁾				
Juni	314,6	-	294,3	334,4
Juli	246,7	188,2	290,2	287,3
Augusti	255,7	214,9	139,0	257,4
Rel normalt	93 %	74 %	82 %	
Temperatur °C				
Juni	15,3	16,3	15,7	14,3
Juli	15,2	14,5	16,7	16,8
Augusti	14,8	14,6	14,7	15,6
Medeltemperatur	15,1	15,1	15,7	15,6
1) Norrköping				
Rel fuktighet %				
kl 07		74		
kl 13		53		
kl 19		56		

Tabell 13. Meteorologiska observationer vid Slaka

	Juni	Juli	Augusti	Totalt
1978 soligt	-	42 %	23 %	33 %
halvklart	-	25 %	38 %	32 %
mulet	-	33 %	40 %	35 %
1979 soligt	65 %	30 %	28 %	41 %
halvklart	16 %	33 %	46 %	32 %
Mulet	19 %	37 %	26 %	27 %
1978 Lugnt	-	53 %	54 %	54 %
blåsig	-	47 %	37 %	42 %
mulet- blåsig	-	0 %	9 %	4 %
1979 lugnt	54 %	54 %	48 %	52 %
blåsig	42 %	46 %	50 %	46 %
mulet- blåsig	4 %	0 %	2 %	2 %

5 ENERGIMÄSSIG JÄMFÖRELSE

De undersökta baden representerar två olika system. Dels enbart utomhusbad med enkla oglasade och oisolerade solfångare av plast och dels utom- och inomhusbad med glasade och isolerade solfångare. Hos den första typen av bad har samma solfångarfabrikat och -typ använts. Inverkan av systemuppbyggnad och klimat kan då spåras. I den andra typen av bad har olika solfångare använts. Även här kan systemuppbyggnadens och klimatets inverkan ses, men även solfångarnas påverkan på utbytet.

I tabell 14 redovisas beräknade värden på solvärmeutbytet under normalår. Beräkningarna baseras på bästa uppmätta resultat och omräkningen till normalår har skett med soltid vid närmaste SMHI-station, vilka är redovisade ovan.

Tabell 14 Solvärmeutbyte under normalår.

Bad	Årsutbyte kWh/m ² , år
Kåge	187
Hörnefors	148 1)
Stöde	186
Slaka	143

1) Normalår saknas, uppmätta värden har angivits.

Av tabell 14 framgår att utbytet under sommarsäsongen uppgår till ca 187 kWh/m² för de två bästa baden och till 145 för de två bad som har de lägsta värdena. Skillnaden är ca 25 % och den kan till viss del förklaras av att anläggningarna inte är helt injusterade och till viss del av mindre optimal utformning av anläggningen. Det sista beror bl a på yttre omständigheter, som uppställningsytornas placering och lutning. Då man jämför årsutbytet i Stöde och Hörnefors finner man att skillnaden är stor, 25 % under utomhussäsongen, 59 % under inomhussäsongen och 43 % under hela året.

Solfångarnas uppbyggnad är i princip lika och även takuppställningsmetoden. I hörnefors är dock solfångarna placerade i flera rader och skuggningseffekterna, speciellt under inomhussäsongen, är en bidragande orsak till det lägre utbytet.

En stor principell skillnad mellan anläggningarna är att i Hörnefors används ett dränerande system medan i Stöde ingen dränering sker. Skillnaden gör sig mest märkbar vid sådan väderlek där pumpcirkulationen är intermitterent d v s växlande väder. En stor del av skillnaden mellan årsutbytet i system torde vara att hänföra till denna principiella systemskillnad.

Vidare har TeknoTerms solfångare en lägre verkningsgrad än Fläktfabrikens och en del av skillnaden beror naturligtvis på detta. En annan intressant uppgift som kan erhållas ur mätvärdena är andelen nyttiggjord solvärme av instrålad solenergi. I tabell 15 har denna sammanställts för resp bad.

Tabell 15. Andelen nyttiggjord solvärme av instrålad solenergi (%).

Bad	1979	1980
Kåge	29,2	37,1
Hörnefors	35,6	39,3
Stöde	46,5	-
Slaka	22,5	-

1) Avser utomhussäsongen

Man ser i tabell 15 att de glasade solfångarna i Hörnefors och Stöde har varit bättre på att tillgodogöra sig den instrålade solenergin än de oglasade i Kåge och Slaka. De låga värdena för de oglasade solfångarna kan, speciellt i Slaka, indikera att temperaturen i dem är för hög p g a för lågt flöde.

I samband med dimensionering av solfångarytor till bad brukar man tala om förhållandet mellan solfångarytan och bassängytan.

I tabell 16 anges dels detta förhållande och dels hur stor andel av det totala energibehovet som solvärmens svarade för. Slakabadet har utelämnats eftersom tillsatsvärme saknas där.

Tabell 16. Förhållandet solfångaryta/bassängyta samt solvärme/totalt energibehov (medelvärde)

Bad	Solfångaryta/ bassängyta	Solvärme/totalt energiebehov
Kåge	75 %	24 %
Hörnefors	45 %	18 % ¹⁾
Stöde	40 %	18 % ¹⁾

1) Avser utomhussäsongen

Med hjälp av tabell 16 kan ett jämförelsetal beräknas, som säger hur stor solfångaryta som krävs för att täcka hela energibehovet. Detta tal blir för Kåge 3,1 ggr bassängytan, för Hörnefors 2,5 ggr och för Stöde 2,2 ggr. Detta är bara ett jämförelsetal för att illustrera skillnaden mellan anläggningarnas prestanda. Skulle den yta installeras som jämförelsetalet anger, kommer förmodligen ändå inte hela energibehovet att täckas p g a väderlekens inverkan.

Sammanfattningsvis kan sägas att det endast är vid badet i Stöde som solvärmeanläggning helt uppfyller förväntningarna. I Hörnefors fungerar anläggningen tillfredsställande och det lägre energiutbytet där kan förklaras av systemuppbyggnaden och den sämre verkningsgraden för solfångarna. Även i Kåge fungerar anläggningen tillfredsställande. Energiutbytet är kanske något i underkant men kan säkert ökas genom injustering av flödet genom solfångarna. En tendens till ökat utbyte kan märkas och förväntade värden på energiutbytet kan säkert nås. I Slaka tyder mätvärdena på att systemet inte fungerar på avsett sätt. Orsaken kan vara flödesbalansen som p g a olika höjd på solfångarraderna är svår att justera in. En annan orsak kan vara skuggning i oväntad omfattning. Förmodligen går det att erhålla ett ökat utbyte även i Slaka men det kräver nog en närmare analys av flödesförhållandena samt ev. en komplettering med ventiler, konstantflödesdon.

6 EKONOMISK JÄMFÖRELSE

Kostnaden för uppförandet av solvärmeanläggningen vid respektive bad finns redovisat i BFR Rapport R39:1979. Totalkostnader utslagen på antalet kvadratmeter solfångaryta i 1978-års penningvärde återfinns i tabell 17. Uppgifterna gällande Kågebadet har hämtats från BFR-projektet 780409-3, slutrapport.

Tabell 17. Specifik totalkostnad för solvärmeanläggningarna. 1978-års penningvärde.

Bad	specifik kostnad kr/m ²
Kåge	1680
Hörnefors	1660
Stöde	2540
Slaka	1810

Ur tabellerna 17 och 14 kan man beräkna totalkostnaden per årlig kilowattimme. Dessa värden finns i tabell 18.

Tabell 18. Totalkostnad per årlig kilowattimme

Bad	kostnad kr/års kWh
Kåge	8,98
Hörnefors	5,29 (11.22) 1)
Stöde	5,64 (13.66) 1)
Slaka	12,66

1) Avser endast utomhussäsongsutnyttjande.

Man ser i tabell 18 att de två solvärmeanläggningar som utnyttjas året runt ger den lägsta specifika kostnaden. Om dessa anläggningar endast skulle utnyttjas under utomhussäsongen blir kostnader högre än för den enklare anläggningen i Kåge.

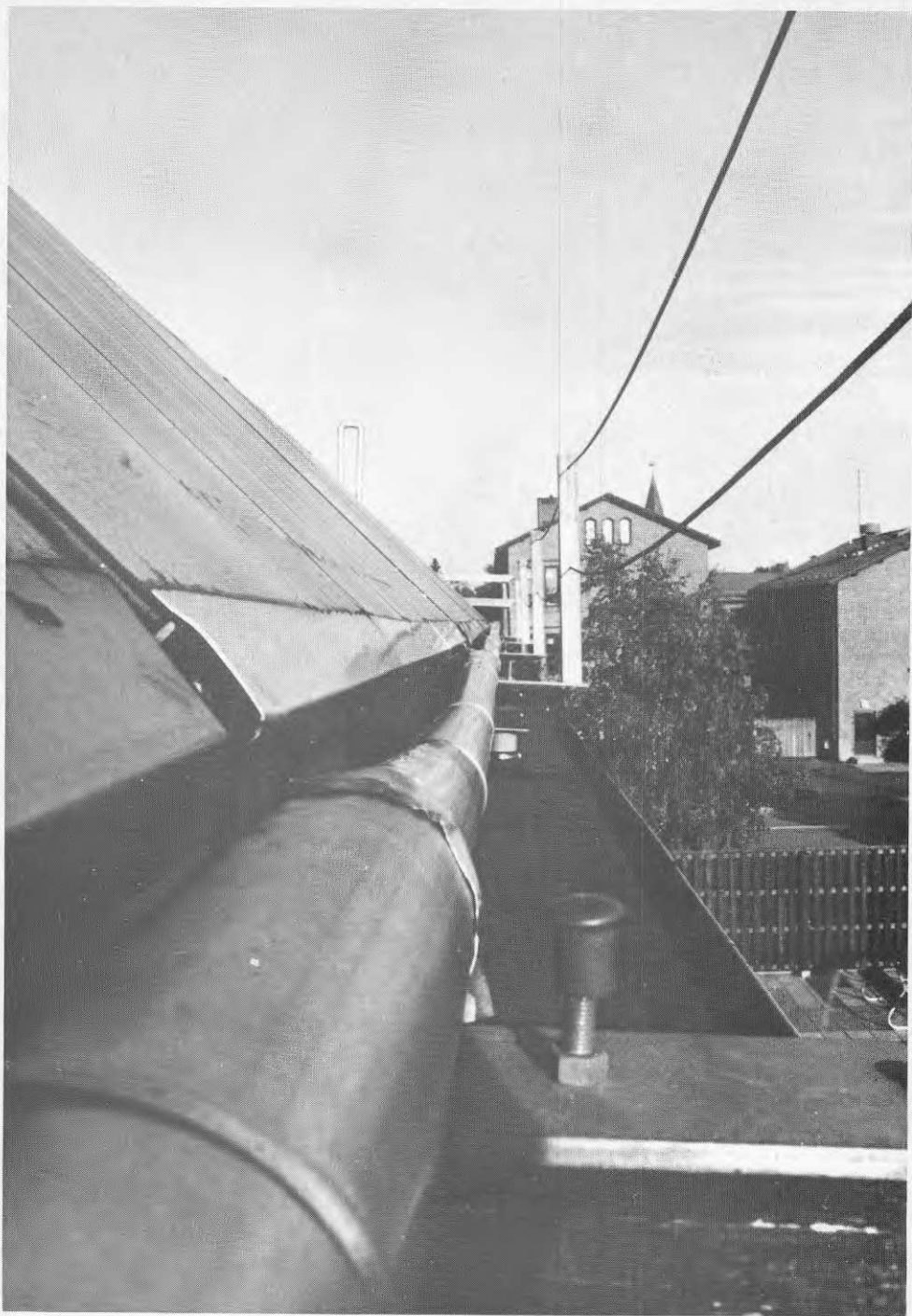
En ytterst väsentlig faktor vid bedömning av anläggningarnas kostnader är deras livslängd. Tyvärr är erfarenheten från solfångare för liten för att fastställa troliga livslängder. Man vet att vissa solfångarmoduler har haft en mycket kort livslängd, 1 å 2 år.

Om man antar att de undersökta solvärmesystemen har samma livslängd kan man sammanfatta den ekonomiska jämförelsen så här: Vid utnyttjning under endast utomhussäsongen är den oglasade och isolerade solfångaren den som ger lägst kostnad per energienhet, medan för åretruntbruk den glasade och isolerade solfångaren är att föredra.

7 DRIFTERFARENHETER

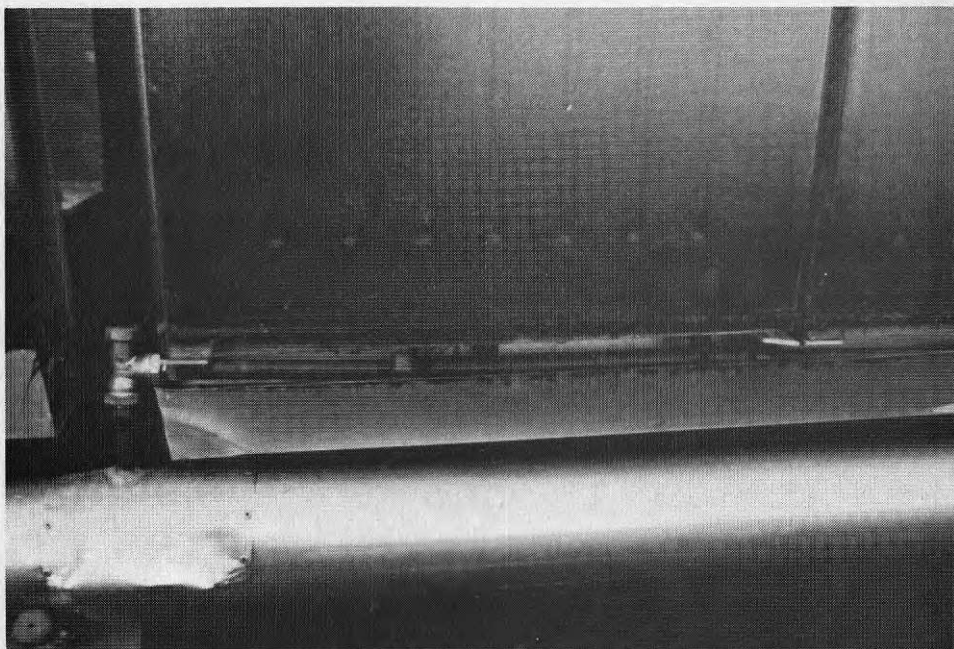
För redovisning av drifterfarenheter under 1978 hänvisas till BFR Rapport R39:1979. Med tanke på de klimat som råder vintertid vid åtminstone de tre norrlandsbaden är det inte förvånande att snö orsakar problem.

P g a den låga solhöjden skuggas solfångarna till stor del vid vintersol. Ligger det snö på solfångarna smälter denna i det solbelysta partiet, medan den förblir frusen i skuggan. Den smältande snön kanar då ned och lägger sig i solfångarens underkant och på det nedre samlingsröret. Upprepas detta ett antal gånger blir snölasten betydande och samlingsrör, stativ och solfångare kan skadas. Se figur 9.



Figur 9. Deformerat samlingsrör i Hörnefors.

Liknande problem uppstår under soliga dagar med efterföljande kalla nätter. Smältvatten från dagen tränger in i konstruktionen och fryser på natten varvid skador uppstår.
Se figur 10.



Figur 10. Undre täckplåt som lossnat p.g.a. frostsprängning i Hörnefors.

Åtgärder som kan vidtagas vid befintliga anläggningar är regelbunden tillsyn och vid behov snöröjning.

Vid projektering av anläggningar bör man tillse att snölasten inte kan överskrida tillåtna värden genom att utforma stativet på lämpligt sätt. Samlingsrören bör placeras så att de inte blir snötäckta. Solfångarna bör också utformas så att smältvatten inte kan tränga in och orsaka frysskador. Man har även iakttagit att pudersnö blåst in i en del solfångare och där omväxlande smält och frusit. Korrosionsangrepp har märkts på absorbatörerna i dessa solfångare.

Ett annat område där problem uppstått är flödesbalansen i systemen. Detta har i viss mån redan berörts ovan.

Orsaken till problemen är luft i systemet, motstånd i skarvar och grenrör samt svårigheter att beräkna tryckfallen korrekt på småflöden och temperaturändringar i mediet. Att luft blir kvar i systemen beror på otillräcklig kapacitet hos avluftarna och/eller olämplig placering. Detta kan lätt rättas till och så har också skett. Man bör vid val av avluftare alltid kontrollera att den är avsedd för det medium man har i systemet. Figur 11 visar solfångarna i Slaka.



Figur 11. Solfångarna i Slaka.

Motstånd i skarvar och grenrör beror på förträngningar där som uppstår vid montage. Detta är något som måste uppmärksammas vid montagearbetet. Eventuellt måste anläggningar av den här typen förses med ventiler, i större omfattning än nu, med vilka flödesbalansen kan ställas in.

Vid mycket små flöden som man får i vissa delar av solfångare och solvärmsystem, kan man ligga i omslagsområdet mellan laminär och turbulent rörströmning. Det kan t ex vara så att strömningen är laminär vid låga temperaturer och turbulent vid högre. Samtidigt som strömningsskarakteristiken ändras förändras också tryckfallet och flödet. Det blir därför omöjligt att ställa in flödesbalansen för ett större arbetstemperaturområde. Åtgärden mot detta problem är att dimensionerna systemet så att endast ett slag av rörströmning förekommer vid alla temperaturer som kan bli aktuella.

Att reglerutrustningen fungerar korrekt är av stor vikt för att optimera solvärmeutbytet. Det gäller dels reglerutrustningen som styr flödet genom solfångarna och dels den som styr tillsatsenergitillförseln. När det gäller solfångarstyrningen är det placeringen av temperaturgivare, speciellt den i solfångarna, och inställningen av differensstemperaturen som är svårigheterna.

Tillsatsenergitillförseln måste styras så solvärmen utnyttjas optimalt. Normalt räcker det med en reglercentral som via en temperaturgivare känner badvattentemperaturen och håller denna konstant. Vid vissa bad styrs tillsatsenergitillförseln manuellt genom avläsning på termometer och inställning av reglerventil. Badvattentemperaturen kan vid sådana system lätt glida iväg ett par grader, vilket leder till sämre utbyte från solvärmeanläggning och ökat tillsatsenergibehov.

8 BONDSJÖBADET

Bondsjöbadet är ett tempererat utomhusbad beläget i Härnösands kommun.

Det består av tre bassänger:

1. Simbassäng 17,5 x 50 m	875 m ²
2. Övningsbassäng 17,5 x 7,5 m	131 m ²
3. Plaskdamm Ø 10 m	79 m ²
Total bassängyta	1085 m ²

Vid badet finns en byggnad med apparatrum, omklädningsrum, kiosk, förråd m m med 778 m² yta.

Uppvärmningen av badet sker med el genom en elpanna med 375 kW värmeeffekt.

Under 1980 projekterades och installerades, för drifttagning badsäsongen 1981, dels bassängtäckning för simbassängen och dels solfångare för bassänguppvärmning.

Figur 12 visar bassängerna och byggnaden till höger.



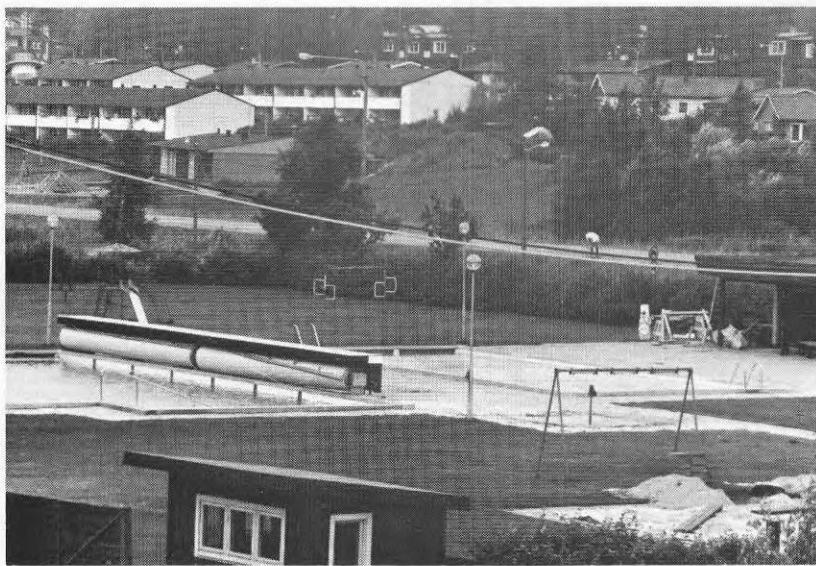
Figur 12. Bondsjöbadet. Bassänger till vänster och omklädningsbyggnad till höger.

8.1 Bassängtäckning

Bassängtäckningen är av typ Glatz Thermo Roll och består av UV-beständig dubbelarmerad stamoid, 5 mm PE-isolerskum med slutna celler och på undersidan polyetylen. Täckningen är monterad på bassängens kortsida på två rullar. Rullarna är motoriserade, så att ut- och inrullning underlättas.

Vid utrullning slås strömmen till motorn till. En fördröjning gör att skötaren hinner gå till andra bassängkortsidan innan utrullning startar. Skötaren hjälper till att styra utläggningen med hjälp av ett snöre fäst i täckningen. Då hela täckningen är utrullad stoppas motorn automatiskt.

Inrullning sker på samma sätt som utrullningen. De två rullarna har vardera en bredd av 8750 mm och täckningens längd är 50 m. Hela bassängen täcks således. Figur 13 visar rullarna med täckningen inrullad.



Figur 13. Bassängtäckning.

3.2 Solfångarna

Solfångarna är av Studsvik Energitekniks typ Retherm. De består av 5 moduler som vardera är 49 m långa och 0,6 m breda. Total solfångaryta är 147 m².

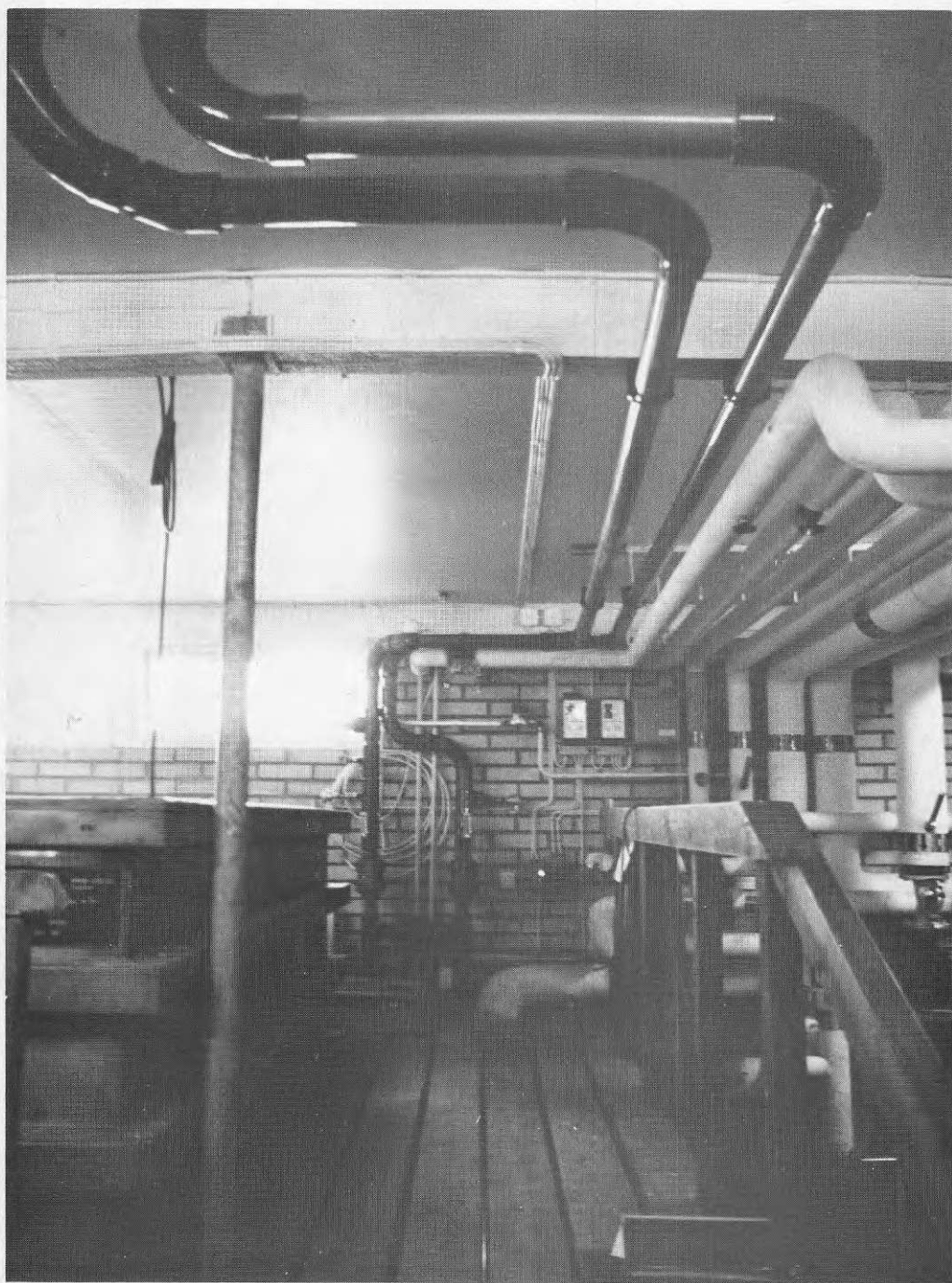
Varje modul består av 32 st plaströr av PEH med 12 mm diameter, svetsade vid samlingsrör i båda ändarna. Övertäckningen är även den av plast.

Långsidorna är utförda av träprofiler. En utförlig beskrivning av solfångarna finns i bilaga 2.

Figur 14 visar solfångarna på taket till omklädningsbyggnaden och i figur 15 syns ledningarna till och från solfångarna i apparatrummets tak. Man skymtar även i figur 15 registreringsutrustningen för instrålad solvärme till bad och tillsatsvärme till bad.



Figur 14. Solfångare. Se även bilaga 2.



Figur 15. Solfångarkretsens rör i pannrummet.

9 MÄTRESULTAT

I bilaga 1 återfinns de kompletta mätresultaten från badsäsongen 1981. Här sammanfattas de endast.

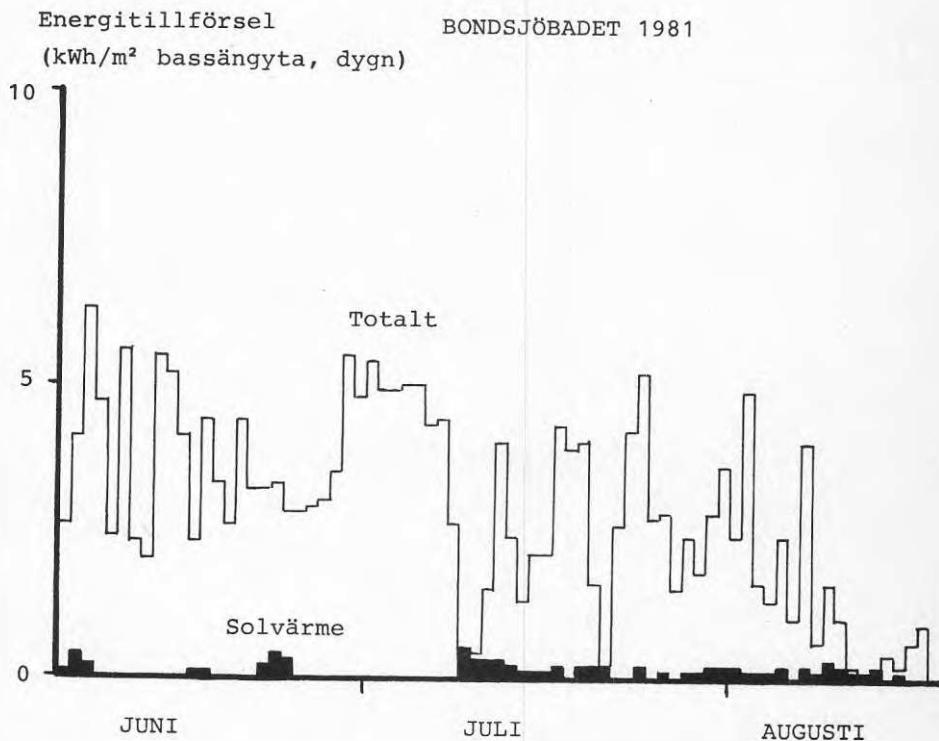
Mätperioden omfattar tiden 4 juni till 17 augusti och sammanfaller i stort sett med badsäsongen.

I tabell 18 har mätresultaten för hela perioden sammanställts.

Tabell 18 Mätresultat för hela perioden

Till badvattnet tillförd energi	233.035 kWh
därav från solfångare	8.211 kWh
och från elpanna	224.824 kWh
Tillförd energi per m ² bassängyta och dygn	
Totalt	2,86 kWh/m ² ,d
därav från solfångare	0,10 kWh/m ² ,d
och från elpanna	2,76 kWh/m ² ,d
Andel solenergi av totalt behov	3,5 %
Solinstrålning per m ²	323,70 kWh/m ²
Solenergi från solfångare	55,86 kWh/m ²

Den totala energitillförseln och solvärmeandelen har illustrerats i figur 16.



Figur 16. Energitillförsel till badet 1981.

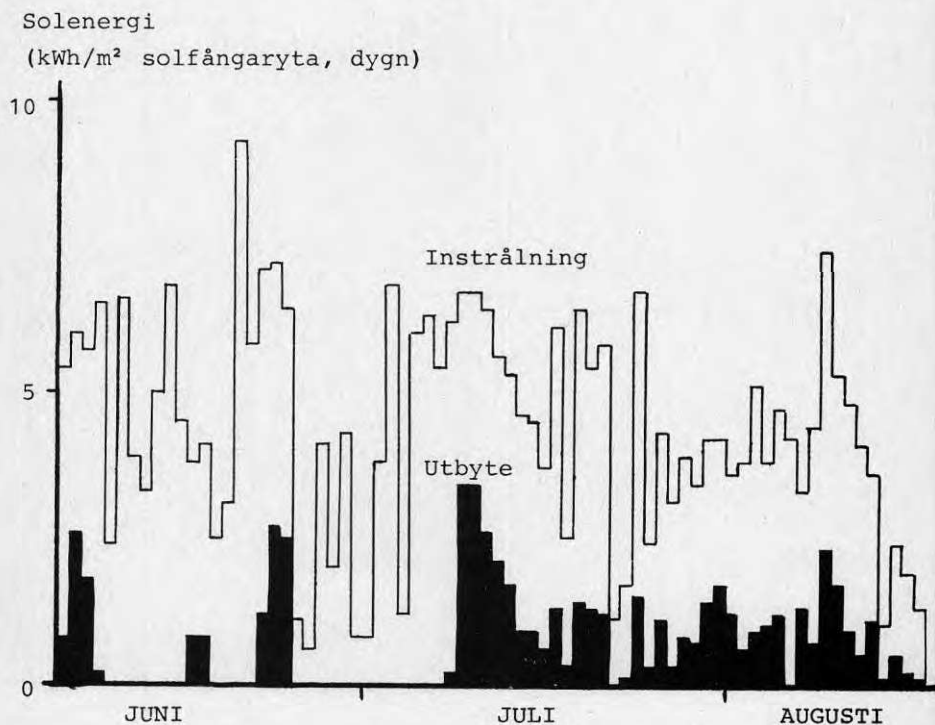
Man konstaterar två saker direkt i figur 16, dels den låga solvärmeandelen och dels en mycket varierande energitillförsel. Den låga solvärmeandelen har sin förklaring i bristande funktion hos reglercentralen för cirkulationspumpen i solfångarkretsen och felaktiga flödesförhållanden. Detta kommer att behandlas närmare nedan.

Den varierande energitillförseln förklaras av att den styrs manuellt. Då vattentemperaturen är tillräckligt hög dras värmevattenflödet ned

och då temperaturen sjunkit under önskat värde ökas flödet igen. Den kraftiga variationen avspeglar den inexakthet som en manuell styrning ger. Badvattenvolymens termiska höghet gör dock, att temperaturen i bassängerna endast varierar måttligt, trots detta. Ur komfortsynpunkt är den manuella styrningen helt acceptabel. För mätning och utvärdering av täckningens och solvärmens inverkan, är det dock otillfredsställande, då den helt kan försvinna i de "manuella" variationerna.

Figur 17 visar solinstrålning och solvärmeutbyte under mätperioden.

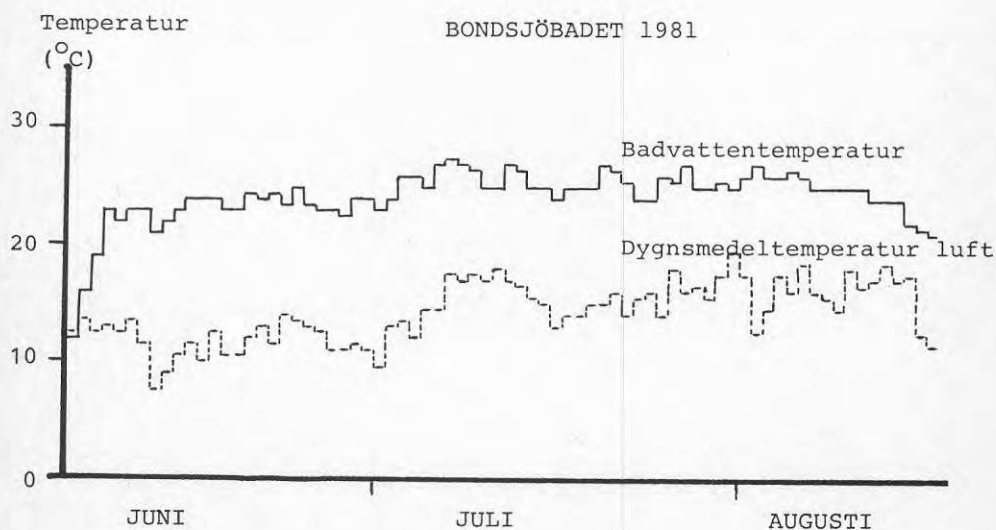
BONDSJÖBADET 1981



Figur 17. Solinstrålning och solvärmeutbyte 1981.

P.g.a. bristerna i reglercentralen och ledningssystemet kan inga slutsatser beträffande solfångarnas funktion dras från mätningarna 1981.

Temperaturen på badvattnet och den av SMHI rapporterade dygnsmedeltemperaturen i Härnösand visas i figur 13.



Figur 13. Bad- och lufttemperatur 1981.

Temperaturen i både vatten och luft var något högre i juni än i juli och augusti. Badvattentemperaturen har varierat mellan 23 och 27°C under badsäsongen och dygnsmedellufttemperaturen mellan 7,5 och 19,5°C.

10 BESPARING

Solvärmeinstallationen har inte inneburit någon större energibesparing under 1981 p.g.a. de tidigare påpekade driftproblemen.

Ca 3,5 % av total tillförd energi utgör solenergi från solfångarna.

Bassängtäckningen har dock medfört en betydande besparing. Tillgängliga väderdata tillåter inte en korrekt beräkning av besparingsens storlek. Mer överslagsmässiga beräkningsmetoder indikerar att besparingsens storlek under 1981 var ca 40-50 %, d.v.s. energibehovet minskade till nästan hälften.

11 KOSTNADER

Investeringskostnaderna för solvärmesystemet och bassängtäckningen framgår av tabell 19.

Tabell 19. Kostnader bassängtäckning och solvärmearläggning i Bondsjöbadet, Härnösands kommun (inkl moms)

Solfångaranläggning	85.650:-
Bassängtäckning	55.000:-
VVS-el	85.000:-
Programkostnader (förproj 1977)	14.300:-
Projektering och kontroll	35.000:-
Bygglédarkostnad	2.000:-
Oförutsett och slutförda arbeten under 1981	20.500:-
inkluderar bygg, el och VVS samt proj och kontr	
Summa	585.000:-

Antar man att energibesparingen genom bassängtäckningen uppgår till 175.000 kWh/år och att solfångarna normalt skall ge 40.000 kWh/år och att energikostnaden är 20 öre/kWh kan pay-off-tiden beräknas till 13,6 år.

12 DRIFTERFARENHETER 1981

12.1 Bassängtäckning

Vissa mindre skador har uppstått på täckningen. Dessa har lagats men indikerar att täckningen erfordrar årligt underhåll.

Utrullning av täckning går bra och kan utföras av en person utan problem. Inrullning vållar däremot vissa problem. Detta beror på att täckningen blivit sned och vid upprullning förskjuter sig på rullen, så att den tar i lagerbockarna. Enklaste åtgärder för att minska detta problem är att flytta ut lagerbockarna så att det fria utrymmet mellan dessa och täckningens kant ökar. Eventuellt kan lagerbockarna göras skjutbara i sidled.

12.2 Solvärmesystemet

Problemen med solvärmesystemet är två, dels felaktigt reglersystem och dels fel i ledningssystemet.

Det första problemet berodde på en reglercentral, som inte fungerade. Den byttes i början av juli och som framgår av figur 17 har också solvärmeutbytet varit större under den senare halvan av mätperioden. Även med en fungerande reglercentral är dock styrningen förmodligen ej perfekt. Temperaturgivarnas placering och förmåga att mäta representativa temperaturer är tveksamma. Eventuellt borde det valda styrsystemet, med differenstermostatstyrd pump start och stopp, överges till förmån för någon annan metod.

Problemet med ledningssystemet yttrat sig genom luftinläckning i returledningen från solfångarna.

Solfångarkretsens cirkulationspump suger badvatten ur en pumpgrop, före filtren. Returledningen från solfångarna mynnar i samma pumpgrop. Detta innebär att returledningen står under undertryck och luft sugs in genom avluftarna. Åtgärden mot detta är att öka tryckfallet i returledningen genom en strypning, så att ett övertryck kan upprätthållas.

13 REFERENSER

Holmberg, J. & Kjaerboe, P., 1979:
Solvärmda kommunala utomhusbad, mätningar 1978.
(Statens råd för byggnadsforskning) Rapport R39:1979,
Stockholm

Sandberg, R., Kågebadet - Soluppvärmd badanläggning i
Skellefteå (Statens råd för byggnadsforskning) slut-
rapport projekt 780409.

Övrig litteratur där de aktuella baden tas upp:

Ekström, L. & Ottosson, H., 1978.

Polypropylen-solfångare för bassänguppvärmning,
(Statens råd för byggnadsforskning)
Rapport R48:1978, Stockholm.

Ekström, L., 1980
Polypropylen-solfångare för bassänguppvärmning
(Statens råd för byggnadsforskning)
Rapport R54:1980, Stockholm

Lagerkvist, K-O & Wennerholm, H, 1980
Solfångarens hållbarhet
(Statens råd för byggnadsforskning)
Rapport R 127:1980, Stockholm

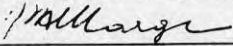
atvärden från Bondsjobadet 1981

datum anges som månad-dag dvs 605 är 5 juni. Badvattentemperatur och energier är vid badet avlästa värden. Lufttemperatur är av SMHI rapporterade värden.

DATUM	TEMPERATURER (C)		ENERGI (kWh)		SUMMA	SOLINSTRALNING (kWh/m ²)
	BADVATTEN	LUFT (DYGNSMEDEL)	SOL	TILLSATS		
605	12	12.7	119	2711	2830	5.4111
606	16	13.3	384	4052	4436	5.9889
607	19	12.5	270	6614	6884	5.6611
608	23	12.9	34	5043	5077	6.4694
609	22	12.4	2	2564	2566	2.3584
610	23	13.5	0	6086	6086	6.6444
611	23	11.5	2	2531	2533	3.875
612	21	7.6	0	2142	2142	3.3306
613	22	9	0	5983	5983	5.9861
614	23	10.3	0	5635	5635	6.7722
615	24	11.5	0	4453	4453	4.5222
616	24	9.9	123	2362	2485	.6889
617	24	12.7	118	5751	5869	7.275
618	23	10.5	0	3568	3568	2.497
619	23	10.5	0	2869	2869	3.125
620	24.5	12.2	0	4801	4801	9.373
621	24	13.2	0	3514	3514	5.822
622	24.5	11.4	170	3356	3526	7.139
623	23.5	14	390	3186	3576	7.222
624	25	13.7	369	2653	3022	6.355
625	23.5	13.1	1	3069	3070	1.117
626	23	12.6	0	3177	3177	.578
627	23	11	0	3271	3271	4.122
628	22.5	10.9	0	3749	3749	1.961
629	24	11.7	0	6011	6011	4.256
630	24	10.8	0	5163	5163	.761
701	23	9.7	0	5852	5852	.758
702	24	13.2	0	5342	5342	3.761
703	26	13.7	0	5269	5269	6.703
704	26	12	0	5413	5413	1.195
705	25	14.6	0	5444	5444	6.022
706	27	14.7	0	4698	4698	6.278
707	27.5	17.3	0	4791	4791	5.416
708	27	16.9	28	2770	2798	6.192
709	26.5	17.3	499	88	587	6.653
710	25	17.1	357	122	479	6.733
711	25	17.8	375	1296	1671	6.358
712	27	17.2	306	4028	4334	5.625
713	26.5	16.5	246	2359	2605	5.298
714	25	15.4	126	1253	1379	4.594
715	25	15.1	131	2102	2233	4.497
716	24	13	88	2177	2265	3.725
717	25	14.2	197	4420	4617	6.12
718	25	14.2	39	4164	4203	2.508
719	27	14.8	211	4081	4292	6.372
720	26.5	15.1	185	1571	1756	5.429
721	25.5	15.1	178	64	242	5.767
722	24	14.2	1	2841	2842	1.08
723	24	15.6	15	4590	4605	1.661
724	26	15.9	218	5374	5592	6.681
725	25.5	14.3	43	2927	2970	2.372
727	27	18	155	2840	2995	4.261
727	25	15.9	51	1556	1607	3.05
728	25	16.6	123	2504	2627	3.873
729	25.5	15.4	110	1825	1935	3.405
730	25	17.7	210	2794	3004	4.181
731	26	19.5	246	3673	3919	4.225
801	27	17.7	178	2426	2604	3.561
802	26	12.3	92	5249	5341	3.758
803	26	14.3	134	1624	1758	5.097
804	26.5	17.4	142	1256	1398	3.856
805	26	16.1	173	2403	2576	4.73
806	25	18.6	1	1074	1075	4.173
807	25	16	190	3108	3298	3.216
808	25	15.3	101	572	673	4.42
809	25	14.5	343	1418	1761	7.378
810	25	18	253	845	1098	5.272
811	24	16.6	125	57	182	4.847
812	24	17	67	36	103	4.058
813	24	18.4	166	101	267	3.6
814	22	14.7	15	419	434	1.034
815	21.5	14.9	72	117	189	2.366
816	21	12.2	26	591	617	1.928
817	20	11.3	13	966	979	1.314

DATUM	SOLENERGI	TILLSATSENERGI	SOLINSTRALNING
605	1885	16275	14333
606	2269	20327	16489
607	2539	26941	18527
608	2573	31984	20856
609	2575	34548	21705
610	2575	40634	24097
611	2577	43165	25492
612	2577	45307	26691
613	2577	51290	28846
614	2577	56925	31284
615	2577	61378	32912
616	2700	63740	33160
617	2818	69491	35779
618	2818	73059	36678
619	2818	75928	37803
620	2818	80729	41177
621	2818	84243	43273
622	2988	87599	45843
623	3378	90785	48443
624	3747	93438	50731
625	3748	96507	51133
626	3748	99684	51341
627	3748	1.02955E+5	52825
628	3748	1.06704E+5	53531
629	3748	1.12715E+5	55063
630	3748	1.17878E+5	55337
701	3748	1.2373E+5	55610
702	3748	1.29072E+5	56964
703	3748	1.34341E+5	59377
704	3748	1.39754E+5	59807
705	3748	1.45198E+5	61975
706	3748	1.49896E+5	64235
707	3748	1.54687E+5	66185
708	3776	1.57457E+5	68414
709	4275	1.57545E+5	70809
710	4632	1.57667E+5	73233
711	5007	1.58963E+5	75522
712	5313	1.62991E+5	77547
713	5559	1.6535E+5	79454
714	5685	1.66603E+5	81108
715	5816	1.68705E+5	82727
716	5904	1.70882E+5	84068
717	6101	1.75302E+5	86271
718	6140	1.79466E+5	87174
719	6351	1.83547E+5	89468
720	6536	1.85118E+5	91426
721	6714	1.85202E+5	93502
722	6715	1.88043E+5	93891
723	6730	1.92633E+5	94489
724	6948	1.98007E+5	96894
725	6991	2.00934E+5	97748
727	7146	2.03774E+5	99282
727	7197	2.0533E+5	1.0038E+5
727	7320	2.07834E+5	1.01774E+5
728	7430	2.09659E+5	1.03E+5
729	7640	2.12453E+5	1.04505E+5
730	7886	2.16126E+5	1.06026E+5
731	8064	2.18552E+5	1.07308E+5
801	8156	2.23801E+5	1.08661E+5
802	8290	2.25425E+5	1.10496E+5
803	8432	2.26681E+5	1.11884E+5
804	8605	2.29084E+5	1.13587E+5
805	8606	2.30158E+5	1.15089E+5
806	8796	2.33266E+5	1.16247E+5
807	8897	2.33838E+5	1.17838E+5
808	9240	2.35256E+5	1.20494E+5
809	9493	2.36101E+5	1.22392E+5
810	9618	2.36158E+5	1.24137E+5
811	9685	2.36194E+5	1.25598E+5
812	9851	2.36295E+5	1.26894E+5
813	9866	2.36714E+5	1.27266E+5
814	9938	2.36831E+5	1.28118E+5
815	9964	2.37422E+5	1.28812E+5
816	9977	2.38388E+5	1.29285E+5
817			

Studsvik Arbetsrapport - Technical Report

Projektidentifikation - Project identification BFR-projekt nr 790667-3	Datum - Date 81-02-20	Org enh och nr - Report No. EM-81/238
Titel och författare - Title and author Lågtemperatursolfångare för simbassänger, etc. Uppmätningar Slutrapport Peter Margen		
Distribution		
Godkänd av - Approved by 	Kontonr - Internal notes	<input type="checkbox"/> Rapporten skall förhandsviseras
<p style="text-align: center;">1. PRINCIP FÖR SOLFÅNGAREN</p> <p>Lågtemperatursolfångaren som utvecklats och provats inom detta projekt består av en lång rulle rör av temperaturbeständig plast som sammanlänkas av spridare så att de bildar långa mattor. Vid tillverkningen rullas plaströren upp på en trätrumma och hela trumman levereras till platsen för anläggningen. Mattorna kan vara lika långa som de tak på vilka de läggs - t ex 30 à 150 m. Vid sina ändar är plaströren insvetsade i samlingslådor. Taket på vilka plaströrmattorna skall fästas är försett med trälistor som limmats eller skruvats fast i taket. Plaströrmattorna rullas ut mellan listerna och täcks med en plastfolie som tjänstgör som glasning. Plastfolierna sätts fast i listerna genom kilar. Resultatet blir en solfångare med låg kostnad för tillverkning och montage och en högre verkningsgrad än andra lågprissolfångare eftersom den har en enkel form av glasning.</p>		

BL 4848

1981-02-20

Fig 1a - 1d visar fotografier från monteringen av solfångarna vid en anläggning i Härnösand och Fig 2 en genomskärning av solfångaren med anordningarna för fastsättning i tak.

2. ARBETEN SOM UTFÖRTS INOM BFR-ANSLAGET

Inom projektet har följande arbeten utförts:

- 2.1. Prestandaprov för en kort (2 m lång) prototyp har genomförts dels i solsimulatorn ARTSOL, dels ute på ett tak. Prototypen var monterad på taket under en hel höst och vinter för att även ge information om inverkan av vind och snö.
- 2.2. En lång prototyp (84 m) monterad på ett tak har provats. Den viktigaste uppgiften var funktionsprov - t ex tekniken att fylla och tömma solfångaren, men vissa prestandaprov utfördes också. Solfångaren var monterad i nord/sydlig riktning, dvs ej optimalt (den optimala riktningen är öst/väst eftersom solen då inte når mellan rören mitt på dagen).
- 2.3. Flera typer av folier utsattes för UV-bestrålning med en speciell lampa i en klimatkammare som hölls vid 50°C, dvs vid väsentligt högre temperatur än den som råder vid solfångaren i normal drift. Proven kan sålunda betraktas som accelererade prov.
- 2.4. Mot slutet av arbetsperioden för detta projekt monterades 150 m² av denna solfångartyp vid utesimbadet i Härnösand. Resultat från denna anläggning kommer dock att rapporteras inom ett annat BFR-projekt.
- 2.5. Den lilla prototypen, pkt 2.1, har utsatts till ett antal frysningscykler för att kontrollera huruvida det var nödvändigt att tömma solfångaren under vintern.

3. RESULTAT

Resultaten från dessa arbeten är följande:

3.1 Solproduktion

Resultaten från försöken i pkt 2.1 redovisas i en särskild rapport, Referens /1/, som tidigare överlämnats till BFR. Fig 3 jämför resultat av inomhusmätningar gjorda med respektive utan glasning med en enkel plastfolie samt inverkan av en isolerskiva under solfångaren. Som synes medför glasningen och isolerskivan en väsentlig förbättring i prestanda. Fig 4 visar resultat av mätningar utförda vid olika vinklar och Fig 5 resultat av utomhusmätningar där den enkla plastfolien ersatts med ett förpackningsmaterial av typen "bubbelplast". Som synes har denna variant något bättre prestanda än varianten med en enkel plastfolie pga bubbelplastens bättre isolerförmåga.

Arbetena inom pkt 2.2 av programmet (den långa prototypen) rapporterades i Referens /2/. Prestanda (Fig 6) var något sämre än för den korta prototypen, delvis pga monteringen i nord/sydlig riktning, delvis därför att plastfolierna monterades med visst glapp så att vinden kunde komma emellan och kyla vissa delar av kollektorn.

Totalt sett kan man konstatera att solproduktionsprestanda är tillfredsställande. Beräkningar av årsproduktionen som gjordes med prestanda enligt inomhusmätningar med enkel folie gav t ex följande resultat:

<u>Medeltemperatur</u>	<u>Årsproduktion</u>
25°C	347 kWh/m ² år
30°C	262 "
35°C	198 "

Med bubbelplast är produktionen 10 ä 15% högre.

1981-02-20

Beräkningarna redovisas i Referens /1/.

3.2 Driftbeteendet, fyllning, tömning, frysning m m

Fyllning skedde med en brandvattenslang. Det konstaterades att luften trycktes ut utan svårighet. Tömning åstadkoms med tryckluft. Endast några procent vatten fanns kvar inom kollektorn efter denna operation. Sålunda bör ingen risk för skada genom frysning föreligga om kollektorn töms vid slutet av driftsäsongen.

Under vissa prov stängdes vatten in i den korta prototypen genom ventiler vid båda ändar varefter prototypen bars ut i atmosfärsluft vid ca -10°C ett antal gånger och in i rumsatmosfär efter varje operation. Efter ett antal dylika cykler uppstod läckor vid infästningen av några rör. Sålunda bör man ej hålla vatten instängt genom ventiler.

3.3 Prov av plastfolier

Bilaga 1 redovisar resultaten av proven med plastfolierna. Bubbelplasterna av stabiliserad polyeten respektive EVA-folie gick sönder genom försprödning efter bestrålningstider på 2 749 respektive 1 845 timmar vid 50°C , vilket motsvarar ca 3 respektive 2 år i genomsnittligt svenskt klimat. Eftersom temperaturen under normal drift dock är lägre än 50°C blir den verkliga livslängden större. Av de enkla folierna klarade sig Tedlar-folien bäst. Inget tecken på försämring syntes efter genomfört prov, dvs 2 500 timmars bestrålning motsvarande nära 3 driftår.

Slutsatsen är att bubbelplasterna av den kvalitet som används inte har tillräckligt goda egenskaper.

1981-02-20

Tedlar-folier däremot har acceptabel kvalitet även om dess pris är något högre än folier av stabiliserad polyeten eller EVA. Används enkla Tedlar-folier blir värmeförlusterna större än för bubbelplast.

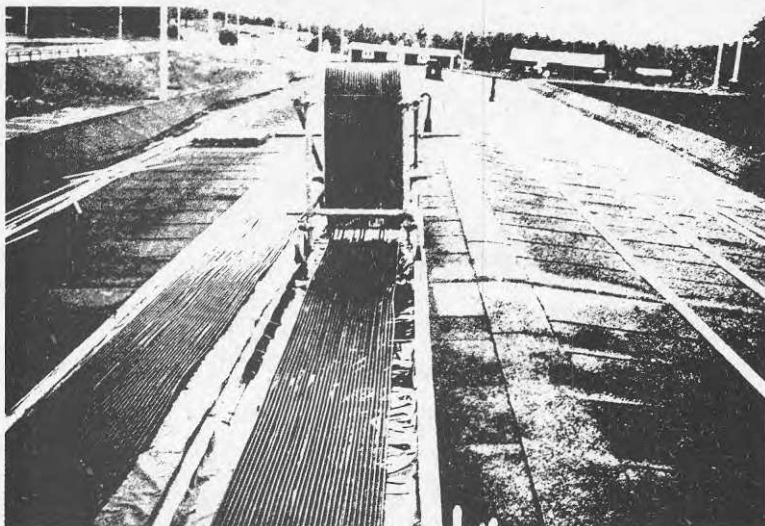
4. SLUTSATSER

Proven som genomförts inom detta projekt indikerar att den aktuella solfångartypen har potentialen att bli en mycket billig enhet för energibehov vid måttliga temperaturkrav, dvs 20 ä 40°C medeltemperatur. På flera punkter erfordras fortsatta insatser - bl a materialval för plastfolien och ytterligare förenkling av fortsättningsmetoden.

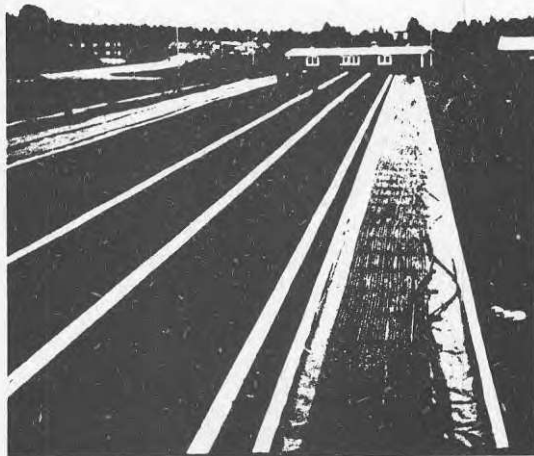
1981-02-20

REFERENSER

- /1/ ERIKSSON L, FARVOLDEN S, ZINKO H
"Resultatredovisning från test av Rethermsolfångaren".
E3-79/39, 1979-10-08.
- /2/ ERIKSSON L
"Prov med utrullad Rethermvärmeväxlare".
Studsvik, juni 1980.

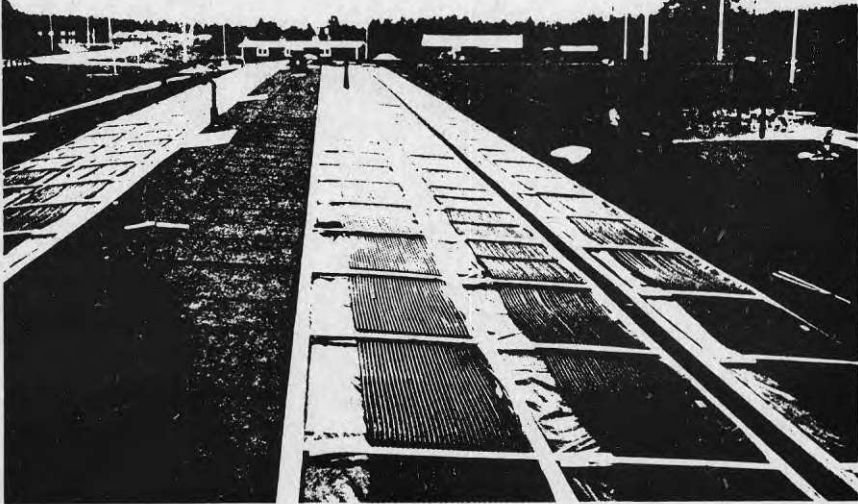


1a)

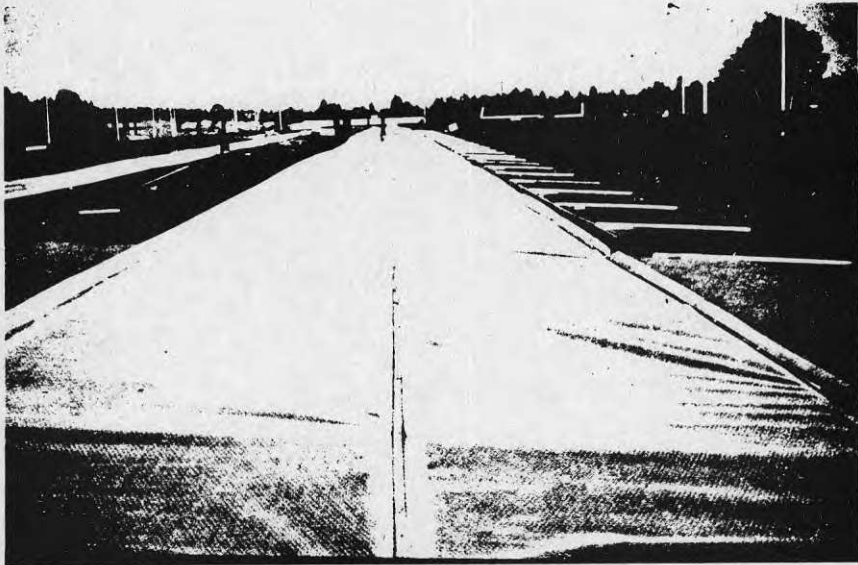


1b)

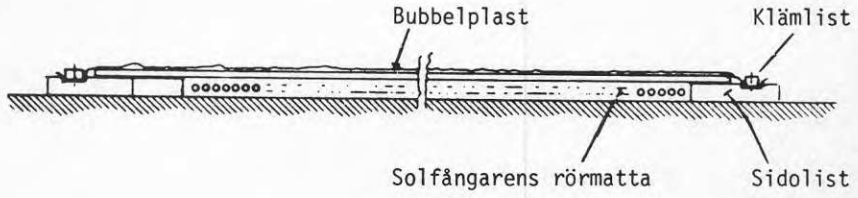
Figur 1. Fotografier från solfångaranläggningen i Härnösand



1c)



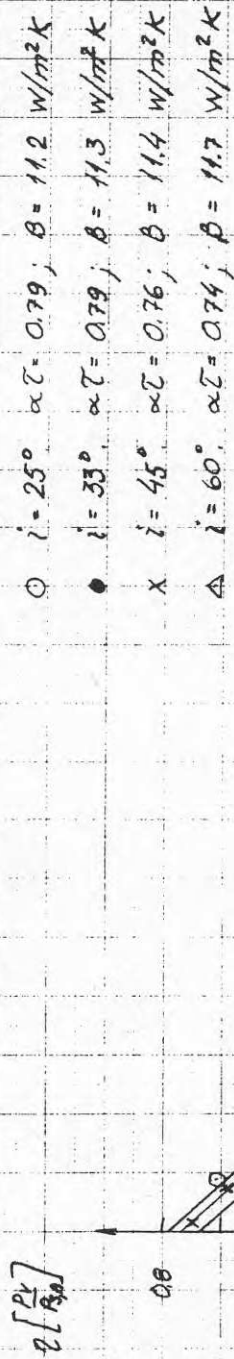
1d)



Figur 2. Principskiss över solfångaren.

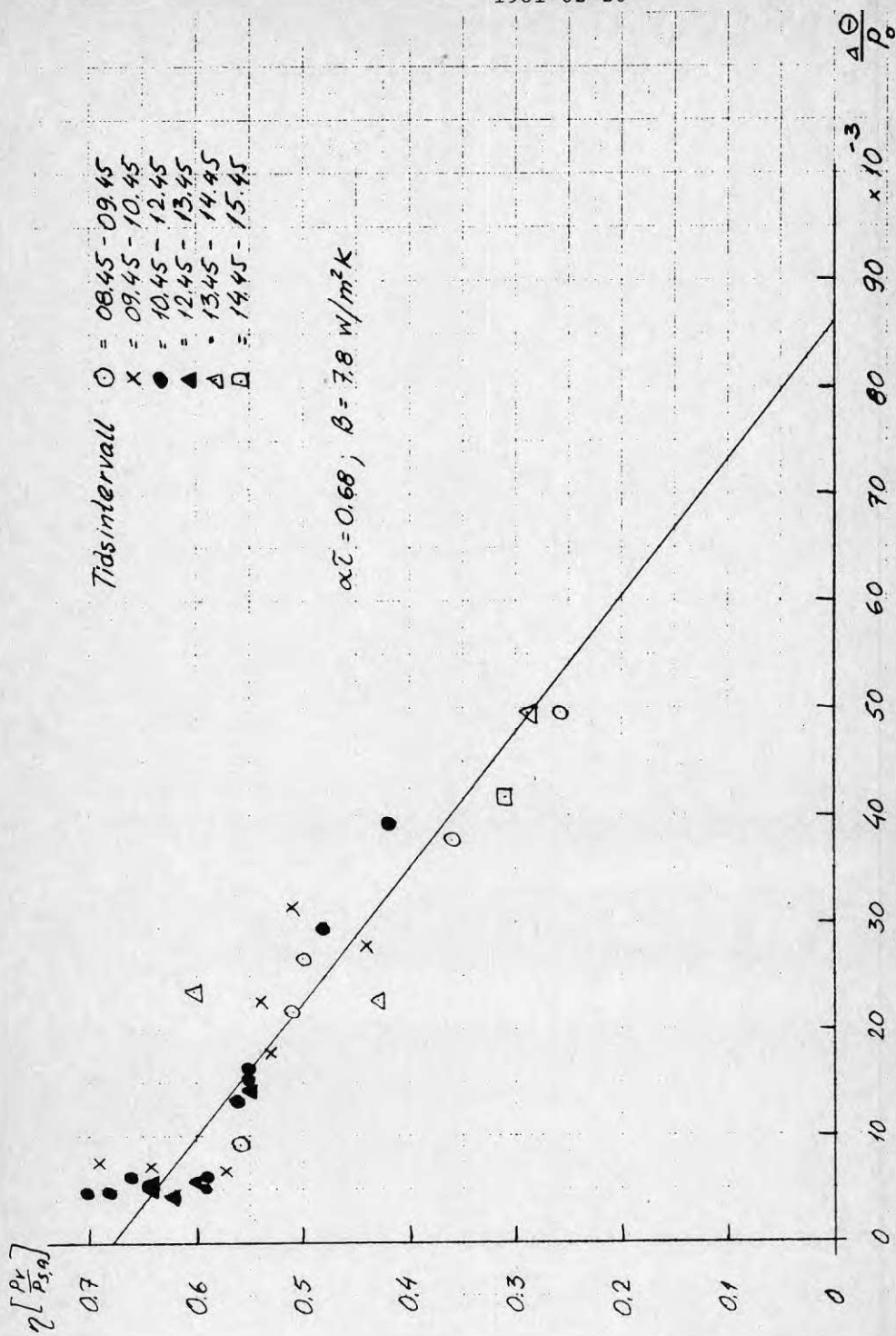
1981-02-20

svart plast, isolering, transp plast

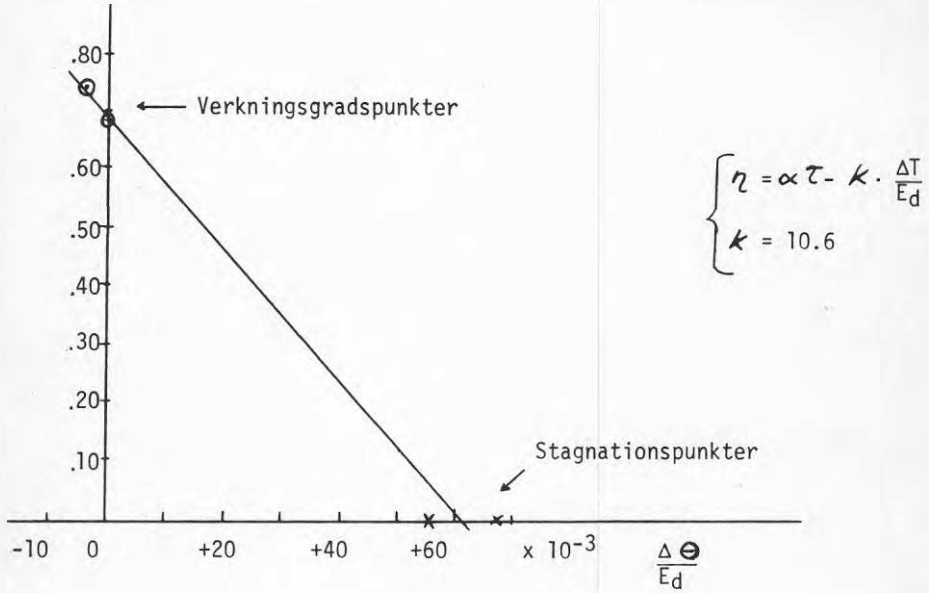


Figur 4. Resultat av mätningar med olika vinklar.

1981-02-20



Figur. 5. Resultat av utomhusmätningar.



Figur 6. Resultat av prov med den långa Rethermsolfångarprototypen.

BILAGA 1

PROVNING AV PLASTFOLIER TILL RETHERMA-SOLFÅNGAREN

De folier som provas i klimatkammaren Atlas Ci-35 för användning som täckglasning för Retherma-solfångaren är av bubbelplasttyp för att ge en viss isolerande verkan. Två olika plastfolier provades:

1. Polyetenbaserad bubbelplast, stabiliserad mot UV-strålning med en bubbeldiameter på 0.5 cm. Leverantör: Nyléns Plast, Trosa.
2. EVA-polyetenbaserad bubbelplast typ "Pilosol" med en bubbeldiameter på 2.5 cm. Leverantör: Celloplast, Norrköping.

Folierna exponerades i klimatkammare vid 50°C och 50% relativ luftfuktighet i ljus från en 3 kW xenon-lampa. Strålningsintensiteten vid 340 nm uppgick till 0.55 W/m², nm. Följande observationer för folierna gjordes under provningen:

- a) Polyetenbaserad bubbelplast från Nyléns Plast: redan efter 313 timmars exponering kunde en mycket svag gulfärgning skönjas. Gulfärgningen tilltog sedan under den fortsatta exponeringen, men den är så svag att den knappast är störande. Efter 1 445 timmars exponering kunde en viss försprödning iakttagas. Efter totalt 2 749 timmars exponering hade folien spruckit sönder spontant.

- b) Pilsol-bubbelplast: efter 1 445 timmars exponering uppkom en märkbar försprödning vilket ledde till att några få bubblor sprack. Vidare åldring ledde till ytterligare försprödning och efter 1 845 timmar var plasten helt söndersprucken. Inte det minsta tecken till gulfärgning observerades under exponeringen.

Slutsatser

Livslängden kan uppskattas med hjälp av följande överslagsberäkning:

Sverige har ca 1 600 soltimmar per år. Med tillägg på 400 timmar per år (uppskattat) för UV-ljus som tränger igenom molnen blir det ca 2 000 UV-ljustimmar per år. Xenon-lampan i klimatkammaren är kalibrerad för Air mass 1, medan vi i Skandinavien har Air mass 2. Detta innebär att strålningsintensiteten från lampan är dubbelt så hög som strålningsintensiteten i Skandinavien. Med hjälp av denna uppskattning motsvarar således 1 000 timmars provning i klimatkammaren ett års utomhusåldring vid samma temperatur.

Med ovanstående provningsresultat som grund kan man anta att ingen av folierna uppnår en livslängd på tre år vid 50°C. Vid lägre temperaturer kommer dock säkerligen livslängden för folierna att öka.

Som täckglasning bör man således använda någon annan folie om man inte väljer att ta någon av de ovanstående folierna och göra utbyten med jämna mellanrum. Tedlar är en folietyp som kan vara ett lämpligt alternativ till ovanstående folier. Tedlar från DuPont har efter 2 800 timmars provning i klimatkammaren inte uppvisat några visuella förändringar. Det är dock osäkert om folien bibehållit sin ursprungliga hållfasthet.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780629-5 och 810165-8
från Statens råd för byggnadsforskning
till Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB, Solna**

R28:1983

ISBN 91-540-3895-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700728

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 Stockholm**

Cirkapris: 30 kr exkl moms