



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**

**R86:1983**

**Skövdebadet**

**Solvärmepumpanläggning  
— utvärdering**

**Thore Abrahamsson  
Sten Jonson  
Knut-Olof Lagerkvist**

*✓  
AN*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plat <i>ser</i>

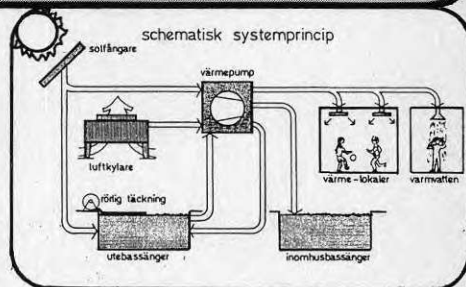
**Byggeforskningsrådet**

R 86:1983

# SKÖVDEBADET - Solvärmepumpanläggning - utvärdering



**Thore Abrahamsson**  
**Sten Jonson**  
**Knut-Olof Lagerkvist**



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810046-0 från Statens råd för byggnadsforskning till Skövde kommun.

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

R 86:1983

ISBN 91-540-3986-X  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
LiberTryck Stockholm 1983

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid

	<b>Förord</b> . . . . .	5
<b>O</b>	<b>Sammanfattning</b> . . . . .	6
0.1	Anläggningen . . . . .	6
0.2	Anläggningens funktion . . . . .	7
0.3	Klimatförhållanden . . . . .	8
0.4	Driftsresultat . . . . .	9
0.4.1	Solfångaranläggning . . . . .	9
0.4.2	Värmepumpanläggning . . . . .	9
0.4.3	Anläggningens totala energiförbrukning . . . . .	10
0.4.4	Ekonomiskt resultat . . . . .	11
<b>1</b>	<b>Bakgrund</b> . . . . .	12
1.1	Förstudie och förväntat resultat . . . . .	12
1.2	Projekterings- och installationsskedet . . . . .	13
1.3	Kortfattad systembeskrivning . . . . .	15
1.3.1	Solfångarna . . . . .	15
1.3.2	Värmelager . . . . .	16
1.3.3	Värmepump . . . . .	16
1.3.4	Styrsystem . . . . .	16
1.4	Systemets funktion . . . . .	17
1.5	Modifiering av befintlig anläggning . . . . .	17
<b>2</b>	<b>Mätprogram</b> . . . . .	18
2.1	Allmänt . . . . .	18
2.2	Mätutrustning . . . . .	19
2.3	Databehandling . . . . .	21
<b>3</b>	<b>Resultat</b> . . . . .	22
3.1	Klimatförhållanden . . . . .	22
3.2	Solfångaranläggningen . . . . .	24
3.3	Värmepumpanläggningen . . . . .	25
3.4	Total energileverans från solvärmecentralen . . . . .	27
3.5	Total energiförbrukning för badanläggningen . . . . .	28
3.6	Energileverans till utebassänger . . . . .	31
3.7	Energileverans till innebassänger . . . . .	32
3.8	Energileverans till varmvatten . . . . .	34
3.9	Ventilation . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Driftsvillkor och erfarenheter</b> . . . . .	37
4.1	Kortfattade driftsinstruktioner . . . . .	37
4.1.1	Åtgärd efter spänningsbortfall . . . . .	37
4.1.2	Avläsning av temperatur mm . . . . .	37
4.1.3	Inställning av börvärden . . . . .	38
4.1.4	Larm . . . . .	39
4.2	Driftsstörningar och vidtagna åtgärder . . . . .	40
<b>5</b>	<b>Brukarsynpunkter</b> . . . . .	42
<b>6</b>	<b>Slutsatser</b> . . . . .	46
6.1	Solfångaranläggningen . . . . .	46
6.2	Värmepumpanläggningen . . . . .	47
6.3	Bassängtäckning . . . . .	47
6.4	Anläggningen totalt . . . . .	48
	<b>Bilagor</b> . . . . .	50
	Bilaga 1. Utvärdering av solfångare, rörlig täckning och ytskikt på utebassänger. . . . .	50
	Bilaga 2. Tabeller över mätvärden . . . . .	57



# FÖRORD



Föreliggande rapport syftar till att redovisa resultatet av drygt ett års mätningar av en nyinstallerad solvärme- och värmepumpanläggning vid Skövdebadet. Förutom en ren resultatredovisning beskrivs de problem och erfarenheter som vunnits under mätperioden. Vidare kommer i rapporten mer generella slutsatser att redovisas.

Projektet har tidigare redovisats i två byggnadsrapporter, varav den ena avser förstudien och den andra redovisningen av projekterings- och installationsskedet. Av den anledningen kommer denna rapport att i huvudsak koncentreras till mätresultat och analyser samt driftserfarenheter.

Mätningarna har utförts av statens provningsanstalt i Borås genom Knut-Olof Lagerkvist och Geron Johansson. Mätresultat har förutom de analyser som utförts av statens provningsanstalt bearbetats av Thore Abrahamsson, RNK Installationskonsult i Göteborg.

Föreliggande rapport har utarbetats i samarbete mellan Sten Jonson, Contekton i Borås AB och Thore Abrahamsson samt Knut-Olof Lagerkvist.

Sammanställningstabeller och figurer har framtagits av Reinhold Larsson, Solarec Lågenergi-teknik AB i Borås.

Från kommunen har projekthandläggare ingenjör Eugen Wikström och fritidschefen Rune Malm deltagit.

Under driftsperioden har avläsning av mätutrustning samt iakttagelser utförts vid badet av främst badmästare Kjell Reuterholt samt vaktmästarna Kent Karlsson och Bo Andersson.

Thore Abrahamsson    Sten Jonson    K-O Lagerkvist

# 0 SAMMANFATTNING

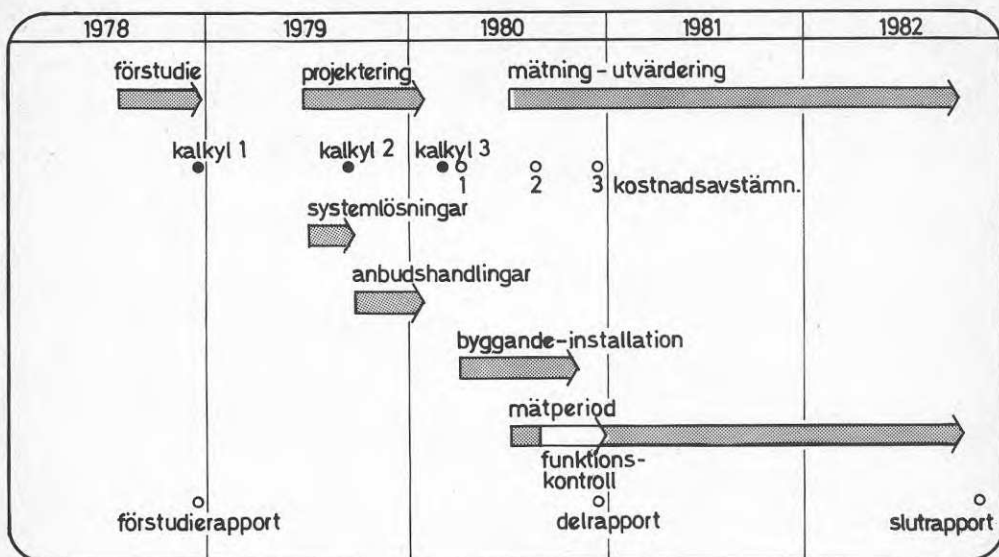


Fig. 1 Tidplan

## 0.1 Anläggningen

Skövdebadet är en av Skövde kommuns offentliga badanläggningar. Anläggningen togs i drift i slutet av 1960-talet och värmeförsörjningen har tillgodosetts från en egen oljeeldad pannanläggning. Badet omfattar dels ett inomhusbad kombinerat med en sporthall, dels ett utomhusbad.

Inomhusbadet utgörs av en större simbassäng (15x25 m) och en mindre övningsbassäng samt en plaskbassäng.

Utomhusbadet, som används under ca 3 sommar-månader, har också 3 bassänger med en sammanlagd vattenyta på 1.500 m<sup>2</sup> och en vattenvolym av 4.000 m<sup>3</sup>.

Energiförbrukningen för uppvärmning, ventilation och varmvattenberedning inom hela anläggningen har, innan den kompletterande installationen togs i bruk, statistiskt uppgått till i genomsnitt 4.000 MWh/år, motsvarande 470 m<sup>3</sup> olja per år.

Tidplanen för i denna rapport redovisat projekt framgår av fig 1. Under 1978 gjordes en förstudie avseende möjligheterna att tillämpa sol- och värmepumpsteknik i syfte att reducera oljeberoendet och förbrukningen av köpt energi.



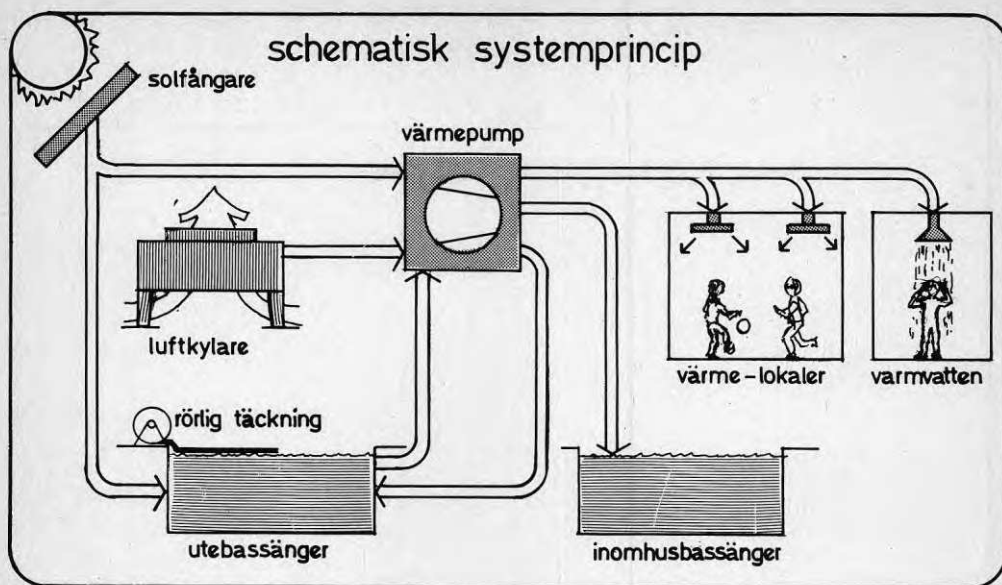


Fig. 2 Schematisk systemprincip

Arbetet genomfördes med bidrag från Statens råd för byggforskning (BFR). Då resultatet var positivt erhöles lån och bidrag från BFR för att förverkliga och utvärdera en föreslagen sol- och värmepumpinstallation.

Anläggningen har nu varit i drift sedan oktober 1980. I denna rapport redovisas mätresultat för en uppföljningsperiod av drygt ett år. Dessutom görs mer allmänna beskrivningar av de erfarenheter som vunnits.

Den kompletterande installationen omfattar ca 500 m<sup>2</sup> brutto solfångaryta, en värmepumpinstallation å 340 kW värmeeffekt vid +0°C förångningstemperatur och +50°C kondenseringsstemperatur samt flytande täckning över utebassängerna. Därutöver ingår självfallet erforderliga rörledningar, cirkulationspumpar, värmeväxlare etc för att få ett komplett system med avsedd funktion. Styrning och övervakning av den nya anläggningen sker med en mikroprocessor.

## 0.2 Anläggningens funktion (se fig 2)

Värmepumpinstallationen är utrustad med både uteluftskylare och vattenkylare och kan arbeta med antingen uteluften eller utebassängerna som värmekälla. Det senare driftsfallet kan i huvudsak endast nyttjas under icke utebadsäsong. Insamlad solenergi levereras via värmeväxlare till utebassängerna.

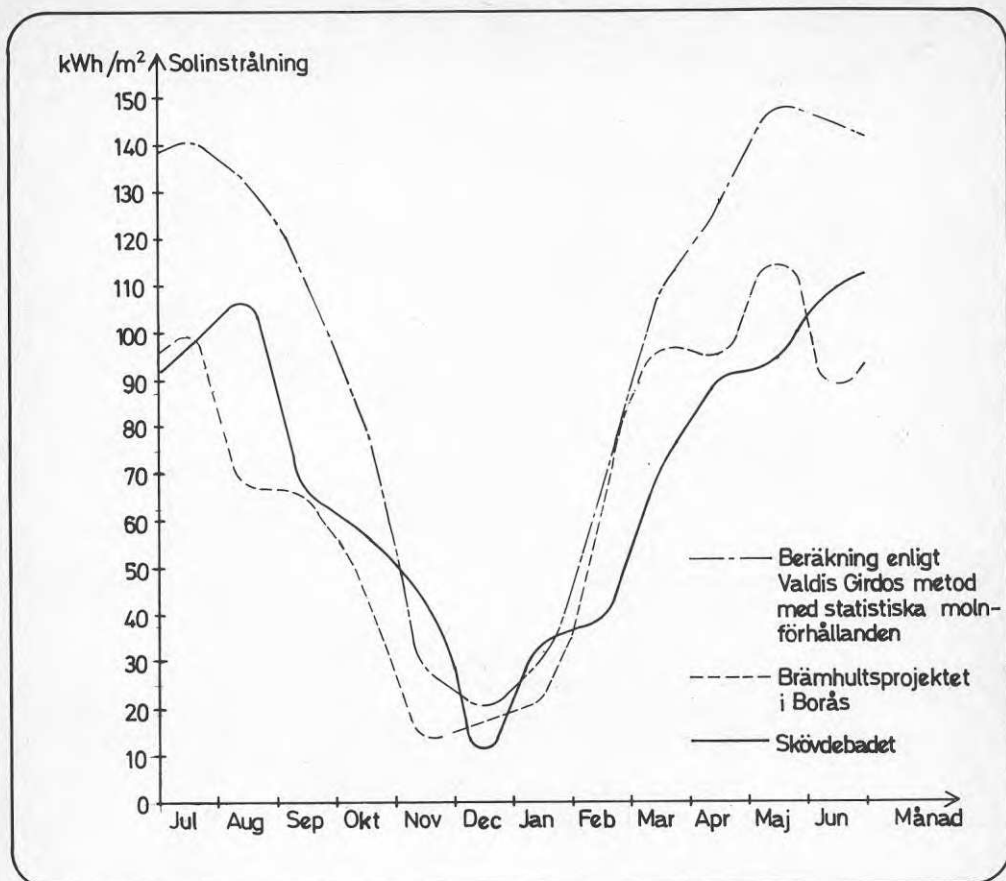


Fig. 3 Solinstrålning

Avgiven värmevattentemperatur från värmepumpen är max +45°C och nyttjas för värmning av tilluft, innebassänger och tappvarmvatten. Vid drift från uteluftskylaren kan värme också levereras till utebassängerna, vilket är aktuellt under utebads-säsong.

Bassängtäckningen nyttjas kontinuerligt under icke utebads-säsong. Sommartid avses den nyttjas under nätter samt för bad otjänliga dagar.

### 0.3 Klimatförhållanden (se fig. 3 och 10)

Mätperioden kännetecknas av ett mer typiskt inlandsklimat än normalt. Detta innebär att vintern har varit betydligt kallare och sommaren varmare än motsvarande statistiska medelvärden. Under perioden december - januari 1981/82 var medelutetemperaturen ca 5°C lägre än det statistiska värdet. Sommarperioden hade någon grad högre medeltemperatur än normalt.

Vad avser solinstrålningen har de faktiska mätvärdena jämförts med de teoretiska, som erhållits vid beräkning enligt Girdo Valdis beräkningsmetod vid statistiska molnförhållanden. Vidare har jämförelse gjorts med mätvärdena för Brämhultsprojektet i Borås gällande för 1979/80. Det konstateras att erfarenhetsvärdena från Skövde och Borås visar relativt god överensstämmelse trots de tidsmässiga och geografiska avvikelserna. I båda fallen är den verkligt uppmätta solinstrålningen ca 75 å 80% lägre än den teoretiska solinstrålningen under ett år. Avvikelsen är speciellt stor under sommarhalvåret.

#### 0.4 Driftsresultat

Mätningar har försigått under tiden februari 1981 tom augusti 1982. Resultaten redovisas i rapporten.

Perioden juli 1981 - juni 1982 definieras som ett mätår och följande sammanfattning koncentreras i huvudsak till samma period.

##### 0.4.1 Solfångaranläggning

Solfångaranläggningen har fungerat problemfritt under hela mätperioden. Under intrimningsskedet i anslutning till slutbesiktningen konstaterades vissa smärre läckage i glykolsystemet, vilket dock lätt kunde åtgärdas. Vidare kan noteras att kondens förelegat på insidan av glaset på några av solfångarna, vilket berott på att ventilationshålen varit igensatta, samt att regnvatten trängt in i solfångarna på grund av otäta gummlister.

Insamlad solenergi har uppgått till 160 MWh under mätåret, vilket skall ställas i relation till en instrålad energi av 390 MWh. Detta ger en årlig systemverkningsgrad av ca 41%.

Solinstrålningen har under mätåret uppgått till 820 kWh/m<sup>2</sup> och insamlad energi till 335 kWh/m<sup>2</sup> netto solfångaryta.

##### 0.4.2 Värmepumpanläggning

Vid de inledande funktionsproven i anslutning till slutbesiktningen ifrågasattes, om de installerade uteluftkylarnas kapacitet uppfyllde ställda krav. Anläggningen godkändes dock med reservation att ifrågavarande kylare senare skulle utbytas mot större enheter.

I ett senare skede bekräftades att för små kylare levererats, vilket givetvis har påverkat driftsresultatet i negativ riktning. I april 1982 stoppades anläggningen i ca 14 dagar för byte av uteluftskylare. Detta driftsavbrott gav en motsvarande reduktion av energileveransen från anläggningen.

I övrigt har värmepumpanläggningen varit i drift sedan ibruktage utan några funktionella störningar. I juni 1982 brände dock motorn på en av de två kompressorerna, vilket i avvaktan på åtgärd reducerade den totala kapaciteten. Motorn är nu renoverad. De åtgärder som enligt ovan vidtagits har skett inom ramen för gällande garantiåtaganden.

Under mätåret har värmeleveransen från värmepumpen uppgått till 940 MWh, varav 240 MWh utgörs av elektrisk drivenergi för kompressorerna. Värmepumpens årsvärmefaktor exkl förångarfläktar, avfrostning och övrig kringutrustning blir då 3,9.

#### 0.4.3 Anläggningens totala energiförbrukning

Under mätåret har Skövdebadets totala energiförbrukning för uppvärmning uppgått till ca 3.500 MWh, varav 1.100 MWh levererats från den nya lågenergianläggningen. Pannanläggningen har således tillgodosett 2.400 MWh motsvarande 310 m<sup>3</sup> olja.

Antalet graddagar för mätåret har varit 15% högre än för ett statistiskt normalår. Korrigeras denna avvikelse blir den med ursprungsanläggningarna jämförbara energiförbrukningen 3.200 MWh, varav 2.100 MWh utgörs av oljebaserad energi. Detta motsvarar 270 m<sup>3</sup> olja, vilket innebär att oljeförbrukningen reducerats med 200 m<sup>3</sup> i jämförelse med ett normalår.

Anledningen till att energiförbrukningen reducerats från ursprungliga 4.000 MWh/år till 3.200 MWh/år är bl a minskade värmeförluster på grund av dels bassängtäckningen, dels att en befintlig varmvattenackumulator kunnat avstängas.

Nyttiggörandet av värmepumpenergi för tilluftsaggregaten har på grund av läckande styrventiler i den ursprungliga anläggningen ej blivit tillfredsställande. Genom utbyte av nämnda ventiler beräknas värmepumpen kunna överta ytterligare ca 500 MWh av den totala energileveransen. Det innebär att oljeförbrukningen skulle reduceras med ytterligare ca 60 m<sup>3</sup>/år till 210 m<sup>3</sup> per normalår. Energileveransen från pannanläggningen blir då 1.600 MWh. Köpt elektrisk drivenergi för lågenergianläggningen blir ca 550 MWh/år, medan gratisenergin är 1.050 MWh/år.

Den totala energibesparingen till följd av den nya installationen blir 1.850 MWh/år vilket är betydligt bättre än beräkningarna i förstudien.

#### 0.4.4 Ekonomiskt resultat

Solfångaranläggningen har arbetat med ett relativt sett bra energimässigt utbyte. Trots detta måste det konstateras att energipriset blir mycket högt - ca 0:87 å 1:55 kr/kWh beroende på om man beaktar inflationen eller ej - och installationen måste som enskild enhet betraktas som olönsam.

Värmepumpanläggningen ger en gynnsammare ekonomisk bild. De aktuella driftsresultaten tyder på ett energipris på 0:21 å 0:32 kr/kWh. Efter det att de funktionsdåliga styrventilerna i den ursprungliga värmeförsörjningsanläggningen utbytts beräknas energileveransen från värmepumpanläggningen öka så att energipriserna sjunker till 0:15 resp 0:23 kr/kWh.

Beaktas värmepumpanläggningens sekundära besparingseffekt beroende på minskade värmeförluster i befintlig anläggning blir värdena än gynnsammare. Värmepumpanläggningen kan således betraktas som klart lönsam.

Besparad energi på grund av bassängtäckningen beräknas erhållas till ett pris av 0:15 kr/kWh eller lägre och denna komplettering är således helt ekonomiskt försvarbar.

Betraktas den installerade lågenergianläggningen som helhet kan konstateras att den givit ett driftsresultat som i huvudsak överensstämmer med förväntningarna i förstudien. Efter tidigare berört utbyte av styrventiler och komplettering med förvärmningsbatteri beräknas anläggningen kunna försvara en investering av 4,2 å 2,6 milj. kronor, beroende på om man beaktar inflationen eller räknar i fast penningvärde.

Sammanfattningsvis kan konstateras att en eliminering av solfångaranläggningen skulle reducera det energimässiga resultatet något, men trots detta ge en klart gynnsammare ekonomisk slutbild.

# 1 BAKGRUND

Alternativ		El MWh	Olja MWh
Nuvarande 0	Befintliga oljepannor		2229+1770
Alternativ 1	Rörlig täckning. Initialkostnad 215.000:-		1960+1770
Alternativ 2	Oisolerade plastsolfångare. Initialkostnad 515.000:-	2	2099+1770
Alternativ 3A	Värmepump + rörlig täckning Initialkostnad 935.000:-	448	522+1770
Alternativ 3B	Isvärmepump + rörlig täckning. Initialkostnad 2.440.000:-	458	525+1770
Alternativ 4A	Konventionell värmepump + fast täckning + solfångare. Initialkostnad 1.650.000:-	542	517+1770
Alternativ 4B	Konventionell värmepump + rörlig täckning + solfångare. Initialkostnad 1.790.000:-	453	518+1770

Fig. 4 Alternativ i förstudien

## 1.1 Förstudie och förväntat resultat

Skövdebadet är en anläggning som togs i bruk i slutet av 1960-talet. Anläggningen omfattar inomhusbad, sporthall och utomhusbad. I en förstudie, som utfördes under 1978 och är redovisad i BFR-rapport R71:1979; har alternativa möjligheter att reducera oljeberoendet inom anläggningen studerats. De olika alternativen har sammanfattats i fig 4.

Jämförande studier av årskostnaderna för de olika alternativen baserades på ett elenergipris av 180 kr/MWh, medan det oljebaserade energipriset sattes till 80 kr/MWh. Det senare motsvarar ca 680 kr/m<sup>3</sup> olja.

Kapitalkostnader baserades på en räntesats av 9,5% och avskrivningstiden för olika komponenter varierade mellan 10 och 20 år.

Resultatet redovisades i fig 5 där alternativ 0 avser den ursprungliga anläggningen. I tabellen redovisas enbart de kostnader som påverkas av de alternativa lösningarna.

Alternativ	Årskostnader kr/år				Köpt energi	
	Kapital	Skötsel	Energi	Totalt	Olja m <sup>3</sup> /år	El MWh/år
0	-	-	320.000	320.000	470	-
1	34.000	10.000	298.000	342.000	438	-
2	74.000	2.000	310.000	386.000	455	2
3A	115.000	25.000	264.000	404.000	269	448
3B	302.000	40.000	266.000	608.000	270	458
4A	195.000	30.000	281.000	506.000	269	542
4B	220.000	30.000	265.000	515.000	269	354

Fig. 5 Årskostnader för resp. alternativ

Det framgår att samtliga alternativ gav högre årskostnader än den ursprungliga anläggningen vid då gällande energiprisnivåer.

Resultatet vid olika energiprisutvecklingar studerades emellertid också och det bedömdes som rimligt att exempelvis en anläggning enligt alternativ 4B skulle bli lönsam inom en 10-årsperiod.

I samråd med BFR beslutades att den nya låg-energianläggningen skall utformas i princip enligt alternativ 4B. Detta innebar att anläggningen skulle förses med ca 500 m<sup>2</sup> brutto solfångaryta samt en värmepump med en avgiven värmeeffekt av 350 å 380 kW.

Lösningen beräknades innebära att oljeförbrukningen under ett normalår skulle reduceras från ursprungliga 470 m<sup>3</sup> (4.000 MWh) till ca 270 m<sup>3</sup> (2.300 MWh), medan elektrisk drivenergi för värmepump etc skulle bli 450 MWh/år. Netto energibesparing beräknades således till 1.250 MWh/år eller ca 30% av total energiförbrukning.

## 1.2 Projekterings- och installationsskedet

Projekteringsarbetet utfördes hösten 1980 och våren 1981. Installationsarbetet skedde under sommaren och hösten 1980. Anläggningen färdigställdes i oktober samma år.

Data avseende projekterings- och installations-skedet finns redovisat i BFR-rapport R90:1981.

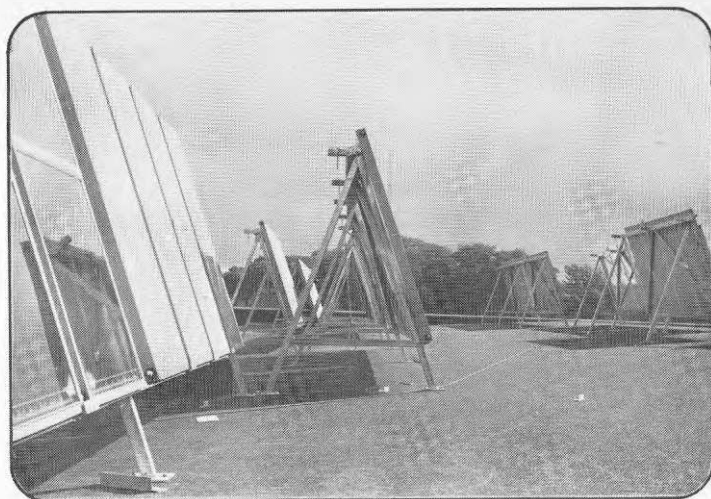


Fig. 6 Foto av solfångare på sporthallen

Kostnaderna för installationen uppgick till ca 3,0 milj kronor, vartill kommer 0,66 milj kronor för bl a prov med rörlig bassängtäckning, referensgrupp samt mätning och utvärdering. Redovisade kostnader avser kostnadsläget december 1980 och överensstämmer väl med anslagna medel.

I BFR-rapporten gjordes en redovisning över jämförbara årskostnader vid olika tidpunkter med avseende på förändrade priser för installation och energi. Sammanställningen redovisas nedan.

Kalkyltidpunkt	Bef anläggning	Solenergianläggning
1979-01 (förstudie)	320.000:-	520.000:-
1970-10 (ansökan BFR)	500.000:-	700.000:-
1980-10-10 (invigning)	660.000:-	810.000:-
när el kostar 30 öre/kWh och olja 2.000 kr/m <sup>3</sup>	940.000:-	975.000:-

Av sammanställningen konstaterades att skillnaden i årskostnader mellan den befintliga och den nya anläggningen minskat succesivt och bedömdes vara i det närmaste eliminerad då oljepriset nått en nivå av ca 2.000 kr/m<sup>3</sup>. Detta baseras på teoretiska beräkningar från förstudien avseende det energimässiga resultatet.



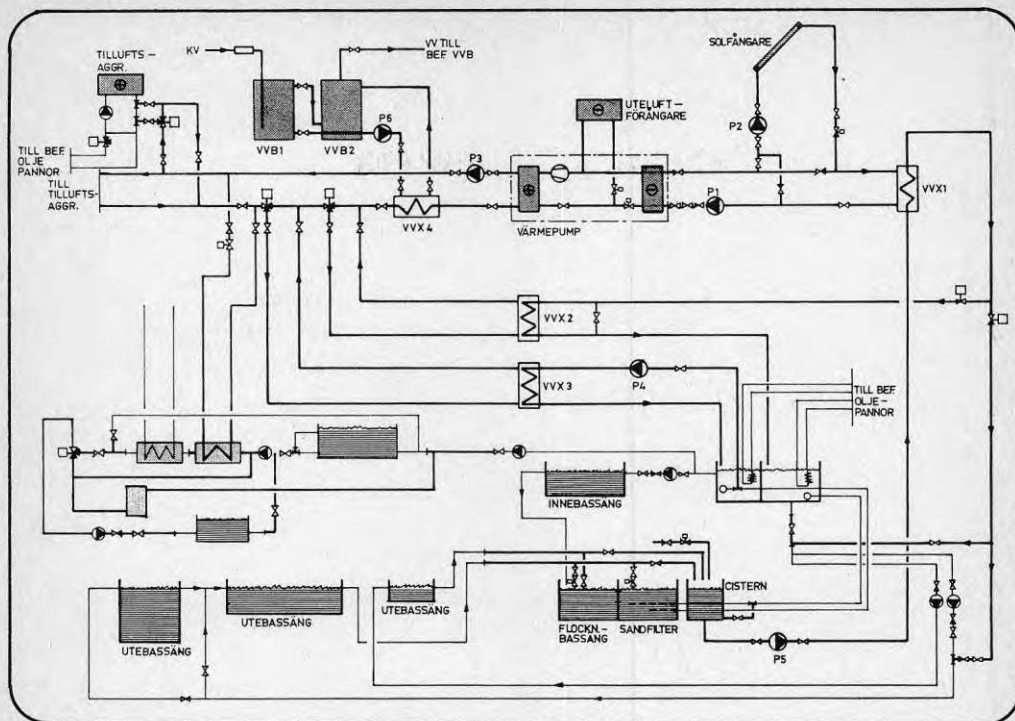


Fig. 7 Principschema över anläggningen

### 1.3 Kortfattad systembeskrivning

Den installerade lågenergianläggningen omfattar ca 500 m<sup>2</sup> solfångare, en värmepumpanläggning samt rörlig täckning av utebassängen. Principschema över anläggningen framgår av fig 7 och i populärversion av fig 2.

#### 1.3.1 Solfångarna

Solfångarna är placerade på den befintliga simhallbyggnadens fasad och tak. Solfångarna består av parallella kopparrör anslutna till fördelnings- respektive samlingsrör i över- och underkant. Solfångarrören är inlagda i ett svart flänspaket av aluminiumplåt som fungerar som ytförstoring (absorbatoryta). Absorbatorn är monterad i en lackerad stålplåtslåda. Mellan absorbatorns baksida och lådans botten finns isolering medan framsidan är täckt av enkelt glas. Varje solfångare har en effektiv area av 1,9 m<sup>2</sup>.

Installationsmässigt har solfångarna hopkopplats i grupper om fyra parallellkopplade solfångare. Grupperna är anslutna till samlingsledningen som står i förbindelse med värmeväxlare och värmepump i undercentral.

Värmebärarmedium som används är glykolblandat vatten med 40% glykolhalt. Flödet uppgår till ca 40 l/m<sup>2</sup>,h. Glykolvattensystemet är dimensionerat för ett högsta arbetstryck av 6 atö, vilket ger en kokpunkt av ca +150°C. Normalt arbetstryck är ca 2 atö.

### 1.3.2 Värmelager

Utebassängerna, med en sammanlagd vattenvolym av ca 4.000 m<sup>3</sup>, nyttjas som primärt vattenlager för insamlad solenergi. Vattenytan är ca 1.500 m<sup>2</sup>.

Under "icke badtid" täcks bassängerna med flytande plastmattor för att reducera avdunstning och värmeförluster.

### 1.3.3 Värmepump

Värmepumpanläggningen omfattar en enhet med två eldrivna kompressorer och den har en sammanlagd maximal värmepumpeffekt av 340 kW vid ca +0°C förångningstemperatur och +50°C kondenserings-temperatur. Varje kompressor har två förångare - en luftkylare placerad på yttertak, där uteluften nyttjas som värmekälla och en vattenkylare med glykolblandat vatten som köldbärare. Köldbäraren hämtar värme indirekt via värmeväxlare från utebassänger och/eller direkt från solfångare.

Kondensorsidan är vattenkyld och inkopplad till det befintliga värmesystemet. Kondensorvärmes nyttjas för uppvärmning av flertalet tilluftsaggregat i anläggningen, för värmning av ute- och innebassänger samt för förvärmning av förbrukningsvarmvatten. För det senare ändamålet har nya ackumulatorer med tillhörande värmeväxlare installerats i serie och strömningsmässigt placerats före befintlig varmvattenutrustning.

### 1.3.4 Styrsystem

Den aktuella lågenergianläggningen styrs och övervakas av en mikroprocessor. Datorn är uppbyggd av kortmoduler i europaformat kring en Motorola mikroprocessor typ 6802 med 8 bitars ordlängd och består av:

- 1 CPU-kort
- 1 panelkort
- 1 ingångskort
- 3 utgångskort
- 1 analogikort

CPU-kortet innehåller processor med 8 kiloords programminne och 128 ords dataminne.

#### 1.4 Systemets funktion

För orientering om funktionsvillkor samt styrstrategi hänvisas till rapport R90:1981.

#### 1.5 Modifiering av befintlig anläggning

Den ursprungliga anläggningen bibehölls inledningsvis i befintligt skick. Det uppdragades dock snart att befintliga styrventiler för bl a tillluftsaggregaten hade mycket stora läckflöden och att det ej gick att i erforderlig grad anpassa värmevattentemperaturen efter behovet. Detta faktum resulterade i att värmevattnets returtemperatur från aggregaten var så hög att värmepump-anläggningen, som har en max utgående temperatur av +45°C, ej kunde leverera någon större mängd värme till densamma. Läckageflödet var speciellt besvärande under sommarhalvåret då returtemperaturen med fungerande styrventiler borde vara så låg att större delen av värmebehovet skulle kunna tillgodoses från värmepump-anläggningen.

Nämnda förhållande framfördes till kommunens representanter, varvid det poängterades att ventilbyte var motiverat även utan hänsyn till den nya lågenergianläggningen. Erforderligt ventilbyte har dock ej förverkligats förrän under innevarande höst. Samtidigt med denna förändring har ett centralt gemensamt förvärmningsbatteri för flertalet tillluftsaggregat installerats. Förvärmningsbatteriet tillförs värme från värmepumpen. Dessa förändringar har dock ej påverkat mätresultaten, eftersom de genomförts efter det mätningarna slutförts.

## 2 MÄTPROGRAM

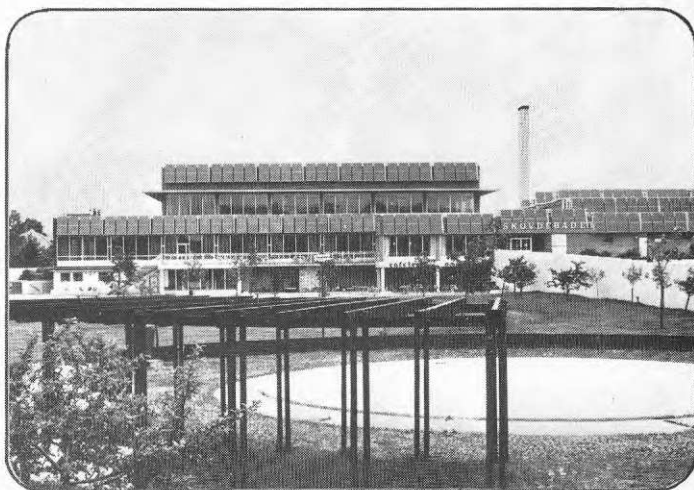


Fig. 8 Foto över Skövdebadet från söder

### 2.1 Allmänt

För projektering och uppbyggnad av mätsystemet har statens provningsanstalt (SP) ansvarat. Mätningarna har genomförts med hjälp av ett relativt enkelt mätsystem baserat på manuella avläsningar av räkneverk, utförda av badhusets personal. Härigenom har en naturlig driftövervakning av anläggningen kunnat åstadkommas. Under mätperioden har dessutom vissa punktinsatser gjorts för noggrannare studier av vissa komponenter i anläggningen.

Målsättningen med mätningarna har varit att studera och analysera värmepumpenläggningens egenskaper vid olika driftsförhållanden. Härigenom har en bedömning av anläggningens energibesparingspotential och ekonomiska försäkring kunnat genomföras. De uppmätta energiflödena i värmepumpenläggningen ger även kunskap om de enskilda komponenternas funktion, energibesparing och ekonomi.

Mätutrustningen installerades i augusti 1980 och kontinuerliga mätningar påbörjades i januari 1981. Mätdata har sänts till SP varje vecka varefter de analyserats och sammanställts till en månadsrapport.

Genomförandet av mätningarna och utvärderingen har skett i samarbete mellan mätansvariga, projektörer, leverantörer och användare.

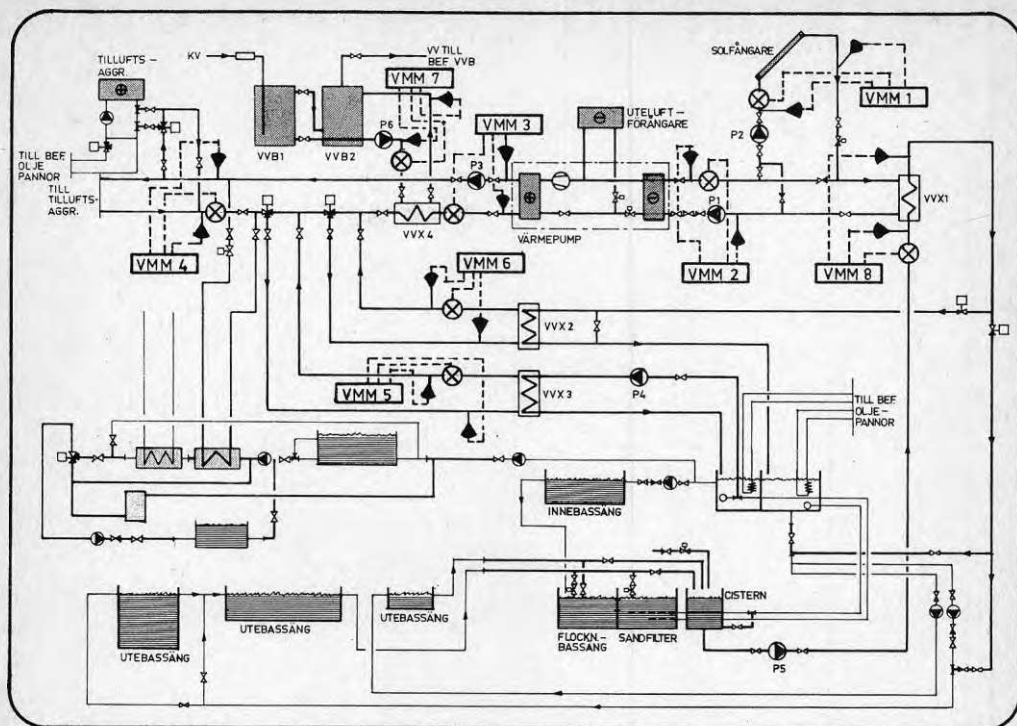


Fig. 9 Placering av mätutrustning

## 2.2 Mätutrustning

För att få kunskap om energiflödena i värmepumpanläggningen har en mängd mätutrustning installerats. Med hjälp av denna har mätdata registrerats under ca 1,5 års tid. Mätningarna har dels omfattat en kontinuerlig mätvärdesinsamling och dels kortare studier av enskilda komponenter i anläggningen.

För de kontinuerliga mätningarna har mätgivare installerats för registrering av temperatur, flöden, förbrukad energi, solinstrålning, uteklimat m m. Vattenburen värme har registrerats med hjälp av konventionella värmemätare. Datainsamlingsutrustningen har bestått av integratorer och räkneverk så att medelvärden och summor över avläsningsperiodens tidsintervall har kunnat avläsas och beräknas. Energiflöden i anläggningen har registrerats med hjälp av elmätare och värmemätare.

För att underlätta avläsningarna har signaler från värmemätarna sammandragits till en central räkneverkshenhet placerad i värmepumprummet. Där har även övrig mätutrustning såsom elmätare, drifttidsmätare samt integrator för temperatur och solinstrålning placerats.

Mätdata från följande mätpunkter har registrerats:

- insamlad energi av solfångarkretsen (värmemätare av fabrikat AB Svensk Värmemätning typ SVM 62)
- total levererad energi från värmepump (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från värmepump till tilluftsaggregat (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från värmepump till inbassäng (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från värmepump till utebassäng (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från värmepump till varmvattenberedare (värmemätare typ SVM 62)
- uttagen energi från utebassäng av värmepumpens vattenkylare (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi till utebassäng från solfångarkrets (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från pannanläggning till inbassäng (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från pannanläggning till utebassäng (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från pannanläggning till tilluftsaggregat (värmemätare typ SVM 62)
- levererad energi från pannanläggning till varmvattenberedare (värmemätare typ SVM 62)
- förbrukad elenergi kompressor 1
- förbrukat elenergi kompressor 2
- totalt förbrukad elenergi av värmepump och solvärmeanläggning

- drifttidsmätare för kompressorer, luftkylare, vattenkylare, elavfrostning och pumpar
- bassängtemperatur ute och inne samt utetemperatur (Pt-100 givare kopplad till en av SP tillverkad integrator för medelvärdesbildning mellan avläsningarna)
- solinstrålning horisontellt och i solfångarnas plan (solarimeter av fabrikat Klipp & Zoner med SP-integrator)

För att under kortare perioder kunna studera vissa komponenters funktion har utetemperaturen i simhallen samt luftfuktigheten registrerats med hjälp av termohygrografer. Dessutom har vindhastigheten och vindriktningen registrerats.

### 2.3 Databehandling

Avläsning av den registrerade mätutrustningen har under den största delen av mätperioden skett en gång per vecka. För avläsningarna har badhusets egen personal ansvarat. Mätvärdena har sedan sänts till SP för vidare bearbetning och utvärdering. Efter varje månads utgång har resultatet sammanställts till en månadsrapport, vilken utsänts till deltagarna i projektgruppen. I rapporten har energibalanser för olika delar av systemet, värmepumpens leverans kontra förbrukning, solfångaranläggningens bidrag m m kunnat utläsas. Månadsrapporterna har legat som underlag för de sammanställningar och diagram över mätresultaten som redovisas i denna rapport.

### 3 RESULTAT

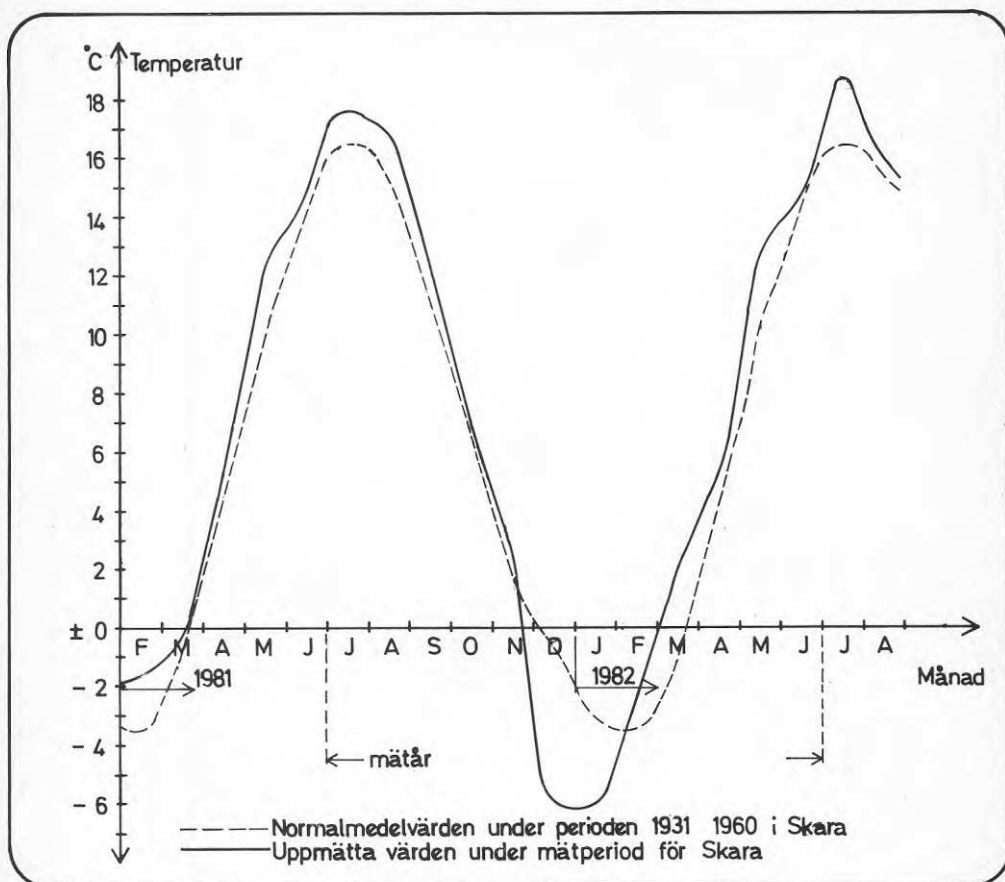


Fig. 10 Utomhustemperaturer

Efter det att anläggningen togs i bruk i okt 1980 skedde intrimning och provmätning av anläggningen t o m jan 1981. I det följande redovisas erhållna mätdata från feb 1981 t o m aug 1982. Utvärdering av anläggningen koncentreras dock till ett "mätår", som angivits till perioden jul 1981 - jun 1982.

#### 3.1 Klimatförhållanden

Klimatförhållandena redovisas i fig 10 avseende utetemperaturer och solförhållanden i fig 3 sid 8. Klimatet kännetecknas av ett mera utpräglat inlandsklimat än vad det statistiska medelvärdet utvisar. Detta innebär kalla vint-rar och varma somrar.



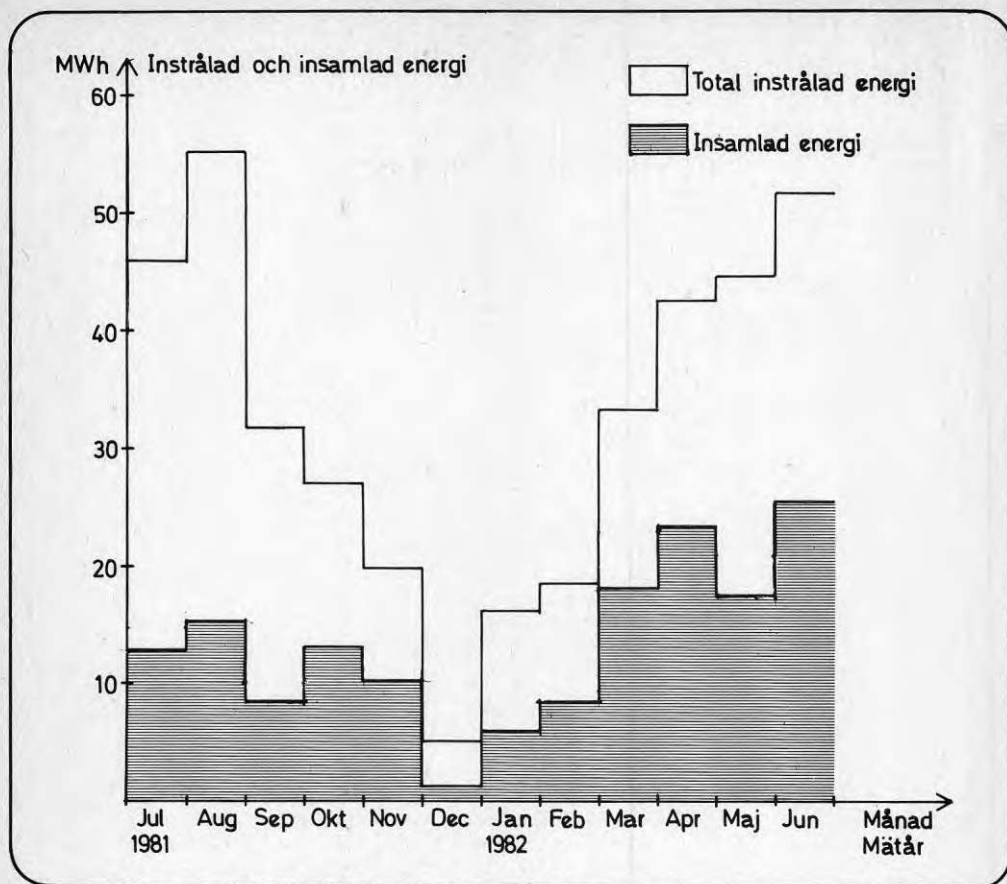


Fig. 11 Instrålad och insamlad energi

Under det valda mätåret har perioden dec-jan 1981/82 haft ca 5°C lägre utetemperatur än normalt. Sommarperioden däremot har haft någon grad högre temperatur än det statistiska värdet utvisar.

Uppmätt solinstrålning är klart lägre än de teoretiska värden som tillämpats i förstudien. Avvikelsen är speciellt stor under sommarhalvåret. För jämförelse har också mätvärden från Borås under 1980 inritats i figur 3. Trots att mätvärdena är från olika orter och tidsrymder (Borås 1979/80 respektive Skövde 1981/82) visar de relativt god överensstämmelse.

Totalt instrålad solenergi under mätåret uppgår till ca 820 kWh/m<sup>2</sup>, vilket kan jämföras med 780 kWh/m<sup>2</sup> i Borås mätåret 1979/80 respektive 1.100 kWh/m<sup>2</sup> som teoretiskt värde för Borås.

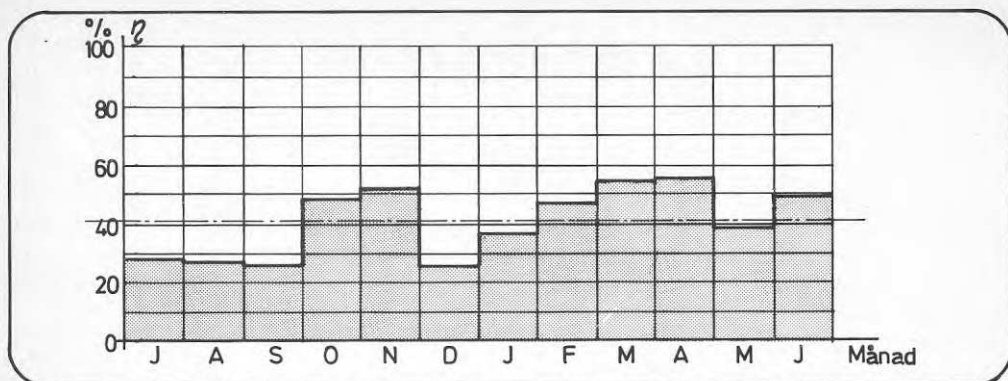


Fig. 12 Solfångaranläggningens verkningsgrad

### 3.2 Solfångaranläggningen

Instrålad solenergi, insamlad energi via solfångare samt solfångaranläggningens systemverkningsgrad för mätåret framgår av fig 11 och 12.

Det kan konstateras att solfångaranläggningen fungerat relativt problemfritt under hela mätperioden. Under intrimnings- och slutbesiktningskedet konstaterades vissa smärre läckage i glykolsystemet, vilket dock snabbt kunde åtgärdas. Vidare kan noteras att problem med kondens förekommit i ett flertal av solfångarna.

Genom ventilationsöppningar i ovan- och nedkant av solfångarna ventileras normalt förekommande kondens bort. I några solfångare har ventilationsöppningarna blivit igensatta av isoleringsmaterialiet i solfångarna varför fuktig luft inte kan komma ut. Dessutom har ett flertal solfångare problem med att regn läcker in i solfångaren genom otäta gummilister.

Insamlad solenergi har uppgått till 173 MWh under mätåret, vilket skall ställas i relation till en instrålad energi av 395 MWh. Detta ger en årlig systemverkningsgrad av ca 44%.

Högsta effektivitet uppnådde solfångarna i mars-april 1982 då 55% av instrålad solenergi insamlades. Se fig 12.

För hela mätperioden har insamlats 267 MWh av instrålad 747 MWh. Systemverkningsgrad för hela perioden är lägre p g a begränsad drift april och maj 1981 resp augusti 1982. Under större delen av april och början av maj 1981 tömdes utebassängerna för rengöring och det fanns då ingen möjlighet att insamla och lagra någon solenergi. I augusti 1982 har anläggningen stoppats till följd av tidigare berörda ändringsarbeten i värmesystemet. Stoppet i april/maj 1981 innebar också att all tidigare under våren inlagrad solenergi pumpades med vatt-net ut i avloppet.

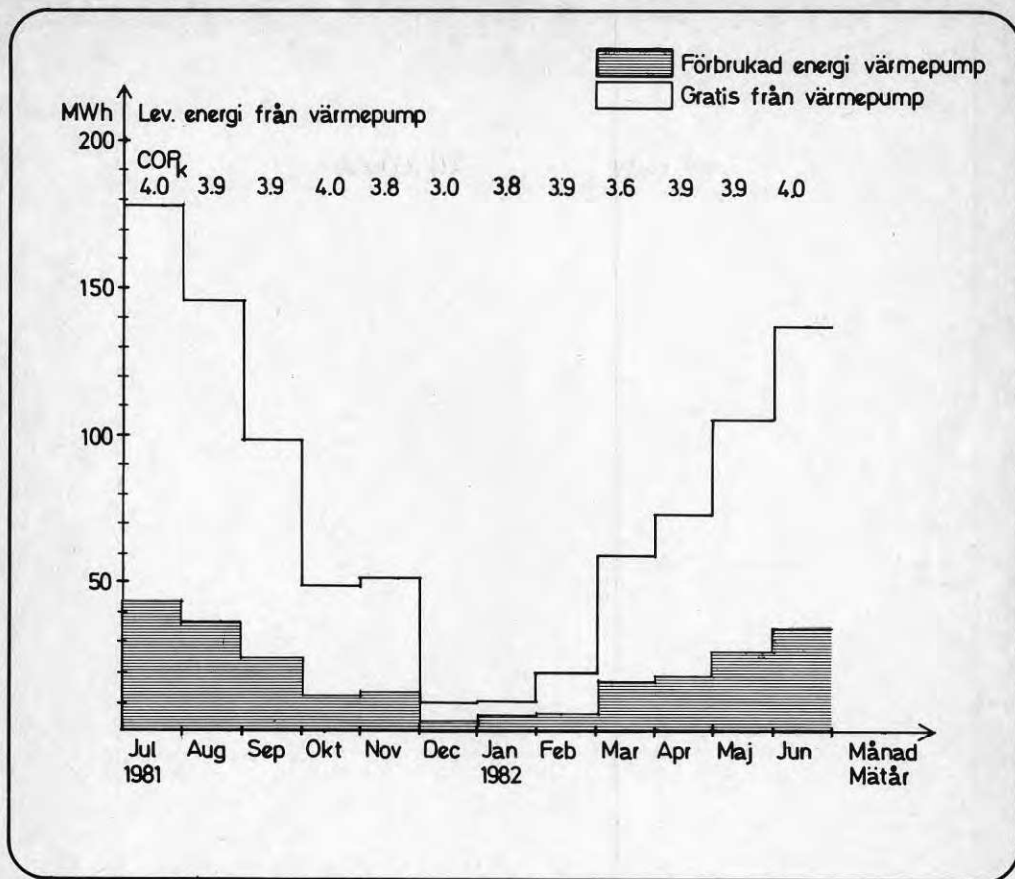


Fig. 13 Värmepumpens driftsresultat under mätåret

En stor del av den insamlade solenergin har nyttjats till att hålla utebassängerna isfria. Tidigare har oljepannanläggningen använts för att smälta bort is i utebassängerna så att de inte skulle frysa sönder.

### 3.3 Värmepumpanläggningen (se fig 13)

I april 1982 stoppades värmepumpanläggningen i ca 14 dagar för byte av uteluftskylare. De underdimensionerade kylarna liksom nämnda driftsstopp har givetvis påverkat driftresultatet i negativ riktning. I övrigt har värmepumpanläggningen varit i drift sedan ibruktageandet utan några funktionella driftstörningar. I juni 1982 brände dock motorn på en av de två kompressorerna, vilket i avvaktan på åtgärd reducerade den totala kapaciteten. Motorn är nu renoverad.

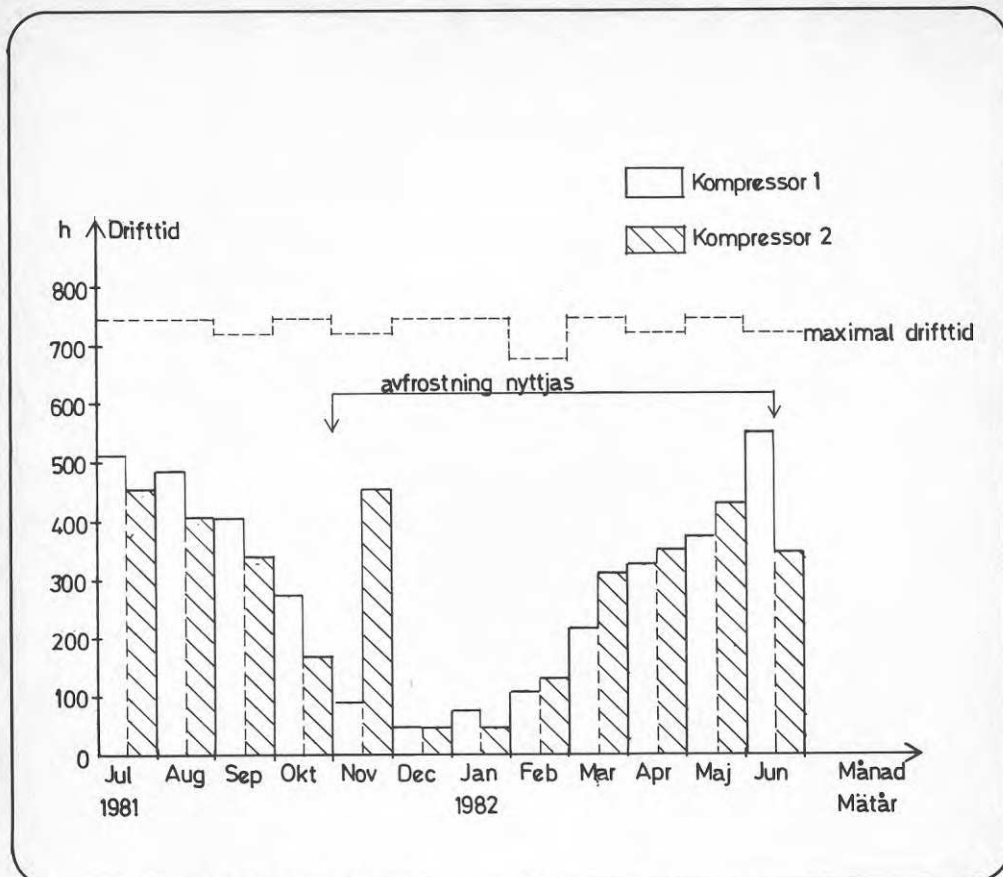


Fig. 14 Drifftider för kompressor 1 och 2

Dessutom har det under hela mätperioden varit problem med avfrostning av luftkylarna. Avfrostningen har styrts av differenstryckspressostater. Detta har inte fungerat tillfredsställande varför avfrostningen numera styrs av tidur. De åtgärder som enligt ovan vidtagits har skett inom ramen för gällande garantiåtaganden.

Levererad värmeenergi från värmepumpen samt motsvarande elektrisk drivenergi och värmefaktor framgår av figur 13. Total energileverans under mätperioden uppgår till 1.394 MWh, medan drivenergin är 362 MWh och värmefaktorn 3,9. För mätåret är motsvarande värde 940 resp 240 MWh och värmefaktor 3,9. I värmepumpens drivenergi och värmefaktor innefattas ej energi för förångarfläktar, avfrostning och energi för värmebärarpumpar. Den totala energibilden för lågenergianläggningen redovisas under avsnitt 3.4 nedan.

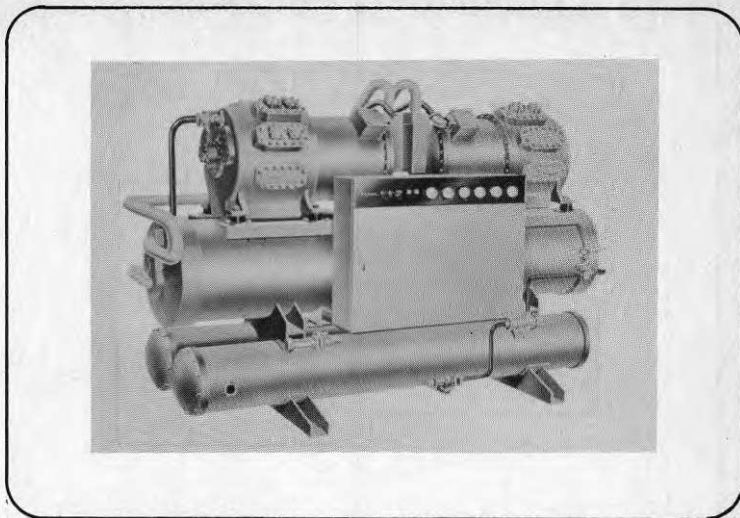


Fig. 15 Foto på kompressoraggregatet

I april 1982 har energileveransen begränsats genom att kompressorerna stoppats i 14 dagar för byte av uteluftskylare enligt det föregående. Driftstider för värmepumpens båda kompressorer 1 och 2 framgår av fig 14.

Det framgår tydligt längre fram i denna rapport att levererad värmeenergi från värmepumpanläggningen i huvudsak nyttjas för ute- och inbassänger samt för beredning av tappvarmvatten.

Genom att befintliga styrventiler för pannvärme till tilluftsaggregaten enligt avsnitt 1.5 har en mycket stor läckfaktor, har leverans av värme till dessa aggregat starkt begränsats. Vad avser tappvarmvatten har värmepumpen tillgodosett en väsentlig del av värmebehovet för direkt tappning, medan den befintliga värmeackumulatorns (volym  $10 \text{ m}^3$  å  $+60^\circ\text{C}$ ) värmeförluster liksom VVC-förlusterna ej kunnat tillgodoses på grund av rådande temperaturnivåer och därav förorsakas principiell inkoppling.

#### 3.4 Total energileverans från solvärmecentralen

Den totala energileveransen från värmepump- och solvärmearnäggningen framgår bl a av fig 16. Totalt har man under mätperioden kunnat gottgöra sig 1.540 MWh, varav 490 MWh utgör elektrisk drivenergi och 1.050 MWh är "gratisenergi". Detta ger en total "systemvärmefaktor" av 3,2 under mätperioden. För mätåret (juli 1981-juni 1982) är energileveransen ca 1.100 MWh, drivenergin 780 MWh vilket ger en "systemvärmefaktor" av 3,4.

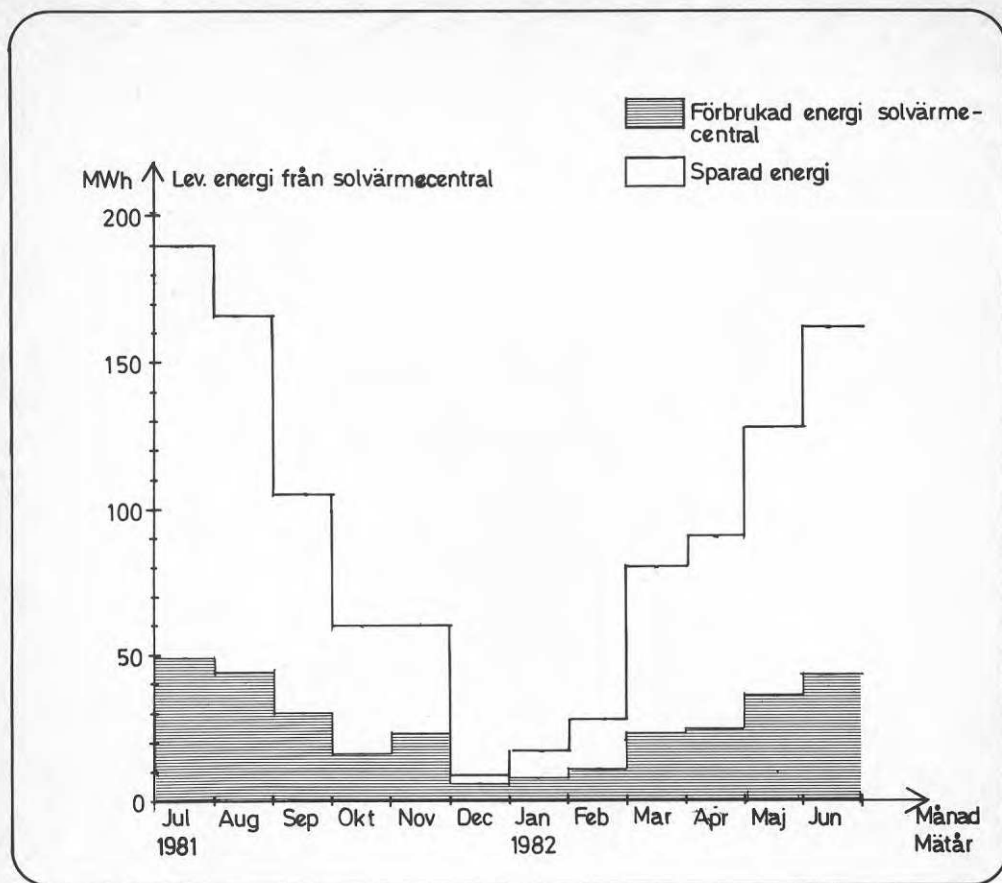


Fig. 16 Lev. energi från solvärmecentralen under mätåret

Energibesparingen till följd av bassängtäckningen har ej kunnat mätas utan skall gottskrivas utöver ovanstående mätdata. Denna besparing beräknas vara av storleksordningen 300 MWh under mätåret.

### 3.5 Total energiförbrukning för badanläggningen

Den totala energiförbrukningen inom den del av anläggningen som studerats redovisas i fig 17. För att få en uppfattning om resultatet för hela anläggningen måste vissa kompletteringar göras, vilka behandlas nedan.

För mätåret redovisas i figuren en energileverans av 3.200 MWh, varav 2.100 MWh utgörs av oljebaserad energi. Det senare värdet motsvarar ca 270 m<sup>3</sup> olja, medan den faktiska förbrukningen angivits av driftspersonalen till 310 m<sup>3</sup>.

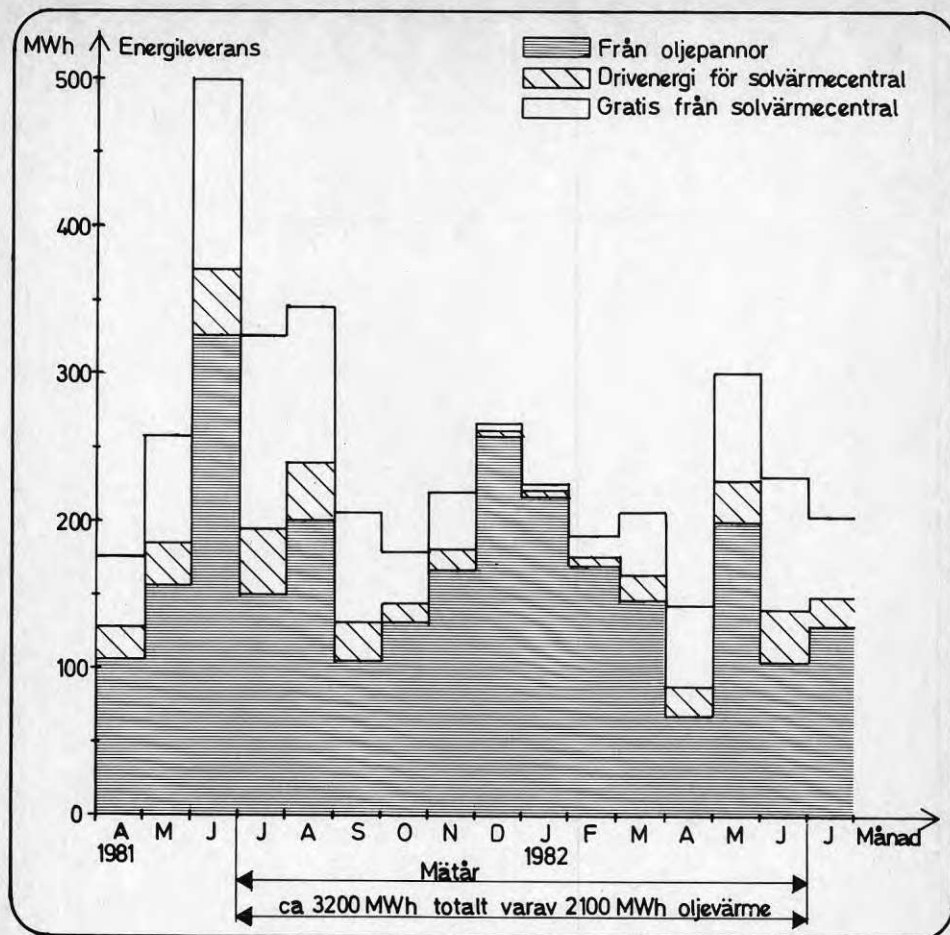


Fig. 17 Total energileverans under mätperioden

Differensen  $40 \text{ m}^3$  ( $300 \text{ MWh}$ ) beräknas motsvara förbrukningen för tre tilluftsaggregat och radiatorerna inom sporthallen, som ej innefattas i mätningarna. Detta skulle innebära att totala energiförbrukningen för hela anläggningen är  $3.500 \text{ MWh/år}$  under aktuellt mätår.

Det skall i sammanhanget noteras, att antalet graddagar för mätåret är ca 15% högre än för ett normalår. Om man något pessimistiskt förutsätter att värmebehovet för bassänger och tappvarmvatten ej påverkas av graddagarna skulle värmeförbrukningen under ett normalår reduceras till ca  $3.200 \text{ MWh}$  brutto. Med oförändrade driftsförutsättningar (läckande styrventiler i ursprunglig anläggning etc) skulle totalt ca  $2.100 \text{ MWh}$  därav utgöras av oljebaserad energi (motsvarande ca  $270 \text{ m}^3$  olja),  $320 \text{ MWh}$  elektrisk drivenergi samt resterande  $780 \text{ MWh}$  "gratisenergi".

Givetvis ställer man sig frågan hur den totala brutto energiförbrukningen under ett normalår kan minska från 4.000 MWh, som gällde för den ursprungliga anläggningen, till 3.200 MWh i dagsläget. Förklaringen är delvis följande.

- Genom installation av värmepumpen med tillhörande tappvarmvattenackumulatorer kunde en av två befintliga varmvattenackumulatorer å 10 m<sup>3</sup> avstängas. Enbart värmeförlusterna från denna ackumulator uppgick enligt mätningarna till 6 å 7 MWh/vecka, vilket genom avstängning resulterat i en årlig besparing av ca 300 MWh.
- Flytande täckning över utebassängerna under hela vinterhalvåret samt delvis under badperioden reducerar värmeförlusterna med uppskattningsvis 300 MWh.
- Om utebassängen till följd av täckningen ej behöver tömmas på våren inbesparas 100 å 150 MWh. (Jämför energitoppen i juni 1981 då bassängen varit tömd med motsvarande tid 1982 då tömning för rengöring ej erfordrades.



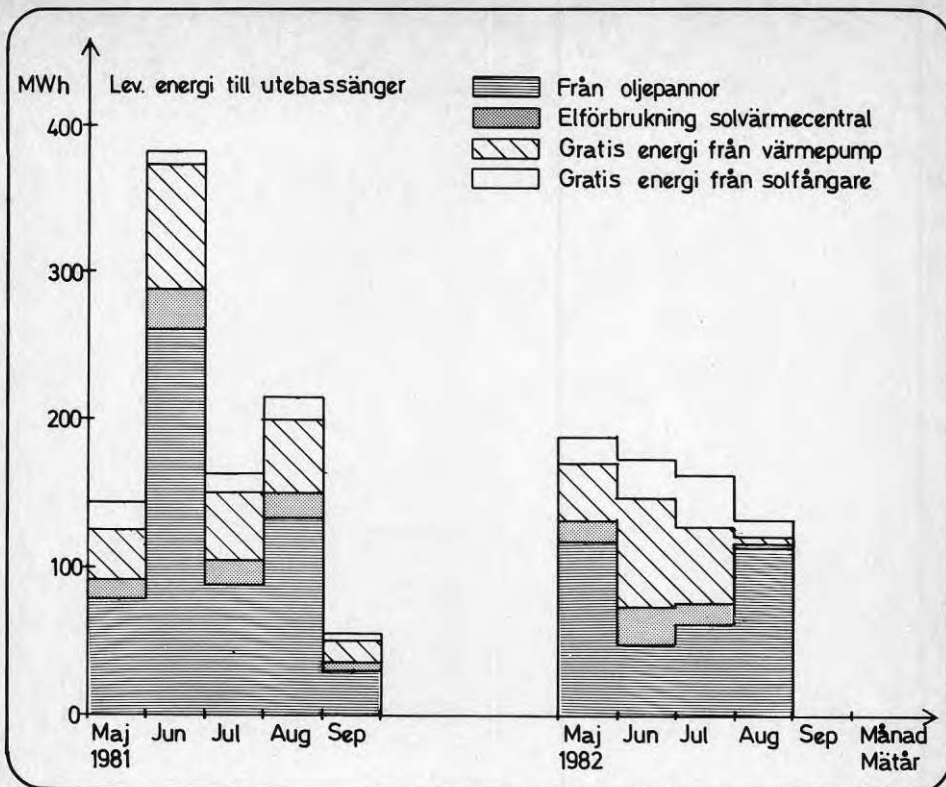


Fig. 18 Levererad energi till utebassänger

### 3.6 Energileverans till utebassänger

Figur 18 visar energileverans till utebassängerna under utebadsäsongen 1981 resp 1982. Energiförbrukningen i juni 1981 avviker markant från övriga månader. Anledningen är att bassängerna varit tömda för rengöring och sedan återfyllts med ca 4.000 m<sup>3</sup> nytt kallt vatten. Dessutom genomfördes EM i simning under denna månad vilket krävde högre bassängtemperatur än normalt.

Noteras bör att utebassängen även tidigare varit fylld med vatten under hela året och därmed under vintersäsongen krävt värme för att ej frysa. Nu kan solvärme i kombination med flytande täckning nyttjas i samma syfte.

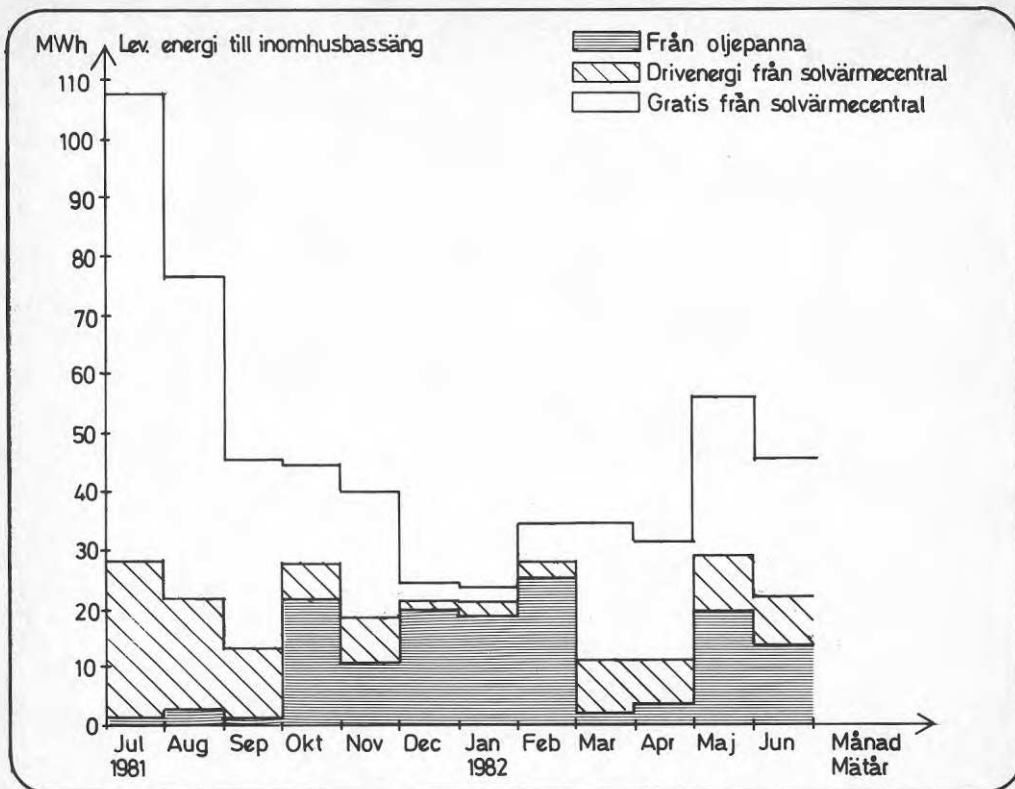


Fig. 19 Levererad energi till innebassäng

### 3.7 Energileverans till innebassäng

Totalt har under mätåret levererats 738 MWh till inomhusbassängerna varav solvärmepumpenläggningen bidragit med 472 MWh. För att uppnå detta har uppförats 167 MWh i drivenergi, vilket motsvarar en värmefaktor på 3,5. Gratisenergin har uppgått till 305 MWh, vilket innebär att energibesparingen varit 41%.

Besparingen är relativt jämnt fördelad under årets olika månader med undantag från december, januari och februari.

Figur 19 visar den uppmätta värmeleveransen till inomhusbassängerna. Definitionen "inombassäng" är ej helt korrekt eftersom utebassängerna sommartid genom manuell inkoppling även kan tillföra värme från innebassängernas värmeväxlare. De markerade energitopparna under sommarmånaderna bör sannolikt i stället hänföras utebassängerna.

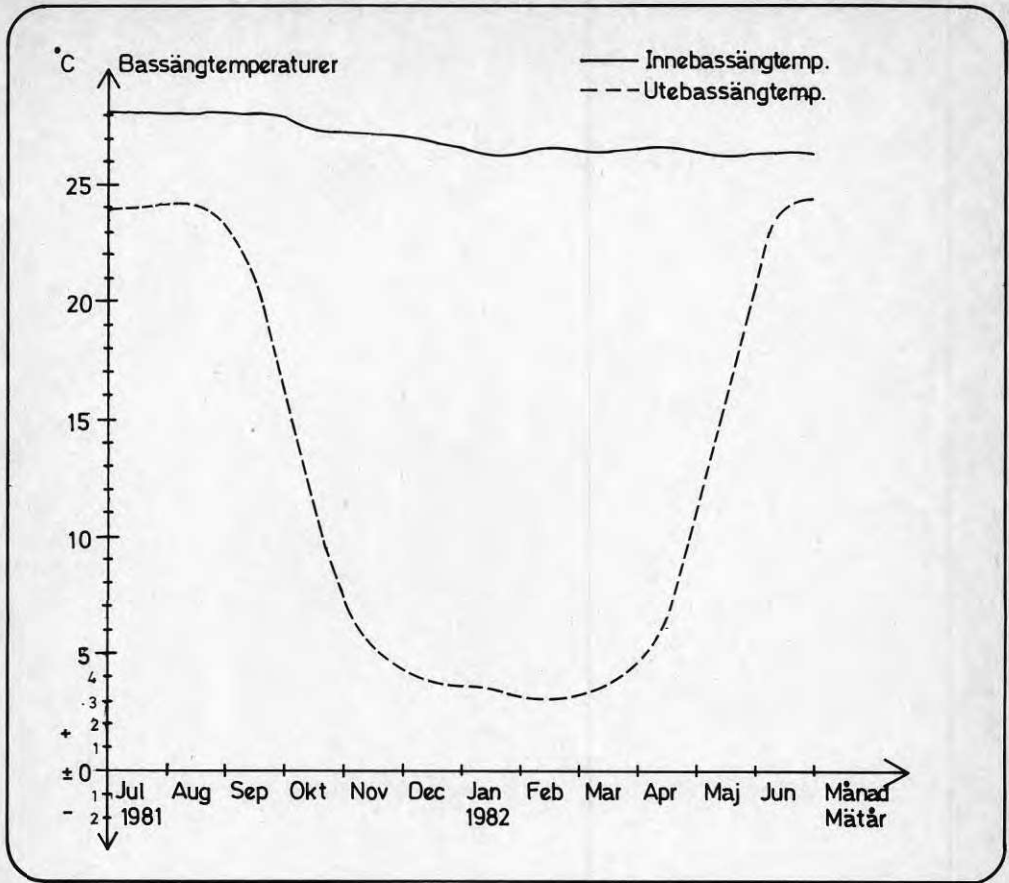


Fig. 20 Temperatur i inne- och utebassänger

Av fig 20 framgår bassängtemperaturen under mätåret i innebassäng och utebassäng. Som figuren visar sjunker temperaturen i utebassängen markant under perioden november-april.

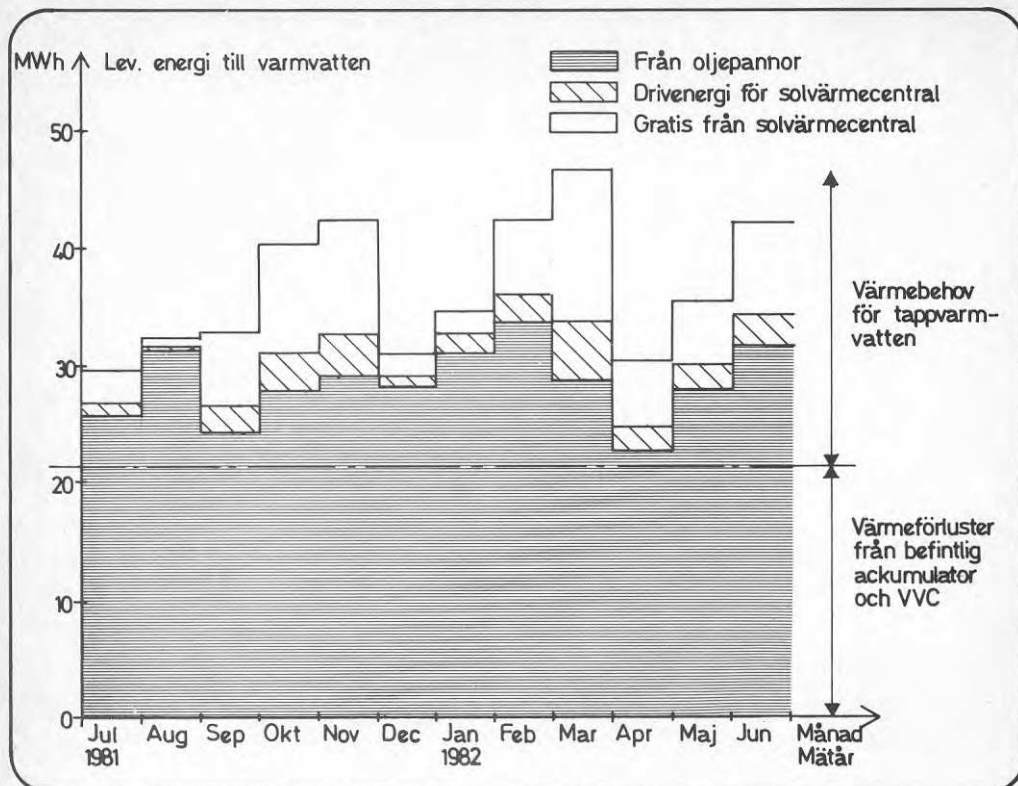


Fig. 21 Levererad energi till varmvatten

### 3.8 Energileverans till varmvatten

Totalt har under mätåret erfordrats 464 MWh till varmvatten varav solvärmepumpanläggningen bidragit med 129 MWh. Energiförbrukningen sjönk från ca 60 MWh/mån till 40 MWh/mån i april 1981 genom att en VVB kopplades bort från systemet. Energibesparingen i denna del av systemet har varit 17%.

Figur 21 visar energileveransen till tappvarmvattenanläggningen. Därav framgår att den dominerande energiförbrukningen utgörs av värmeförluster från ursprunglig varmvattenackumulator å 10 m<sup>3</sup> volym samt VVC-ledningar.

Tilläggsisolering av varmvattenackumulator och ledningar har rekommenderats men rönt svagt intresse. Det kan konstateras att en väsentlig del av värmebehovet för det direkta tappvarmvattnet har tillgodosetts från värmepumpen.

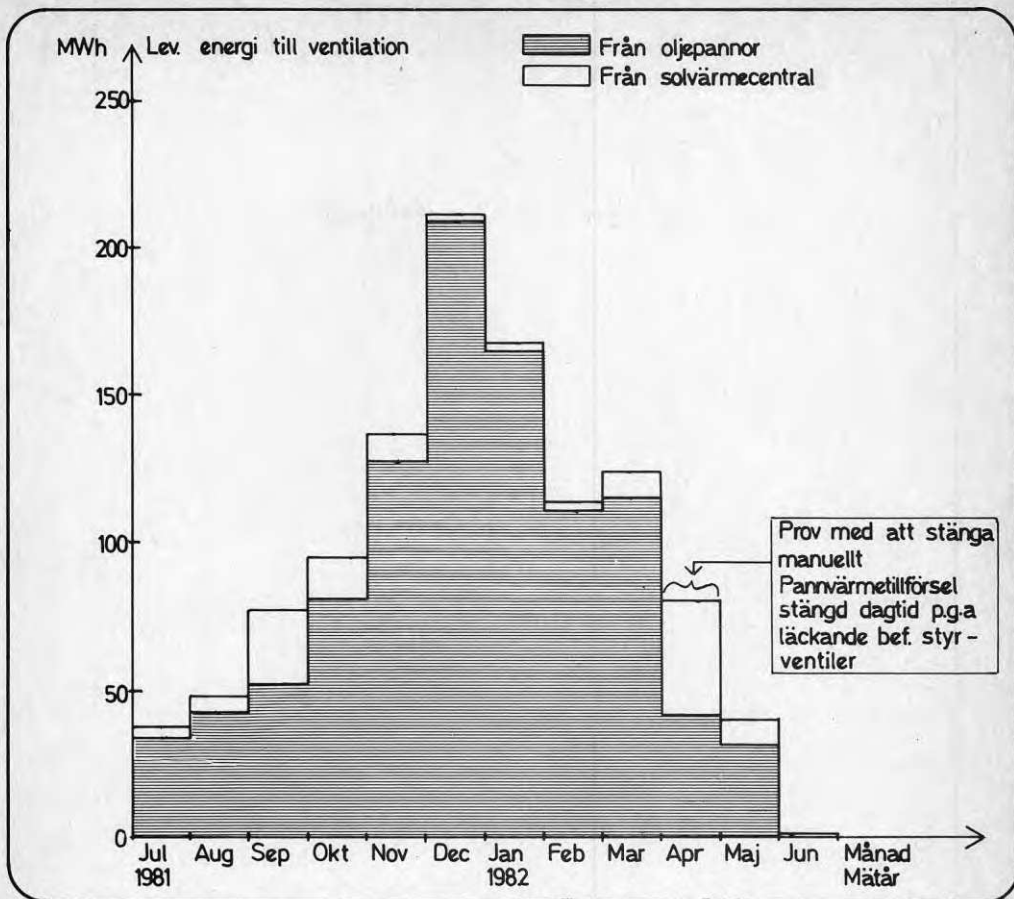


Fig. 22 Levererad energi till ventilation

### 3.9 Ventilation

Fig 22 visar värmebehovet för ventilationen. I huvudsak har all energi till ventilationsaggregaten levererats från oljepannorna. Att solvärmepumpanläggningen inte kommit till användning orsakas av de läckande styrventilerna i den ursprungliga anläggningen.

Under april 1982 gjordes en test, där pannvärmerna till några av tilluftsaggregaten stängdes av manuellt dagtid under ett par veckor. Erforderlig tilluftstemperatur upprätthölls då utan problem av värmepumpen och resultatet framgår tydligt i diagrammet fig 23. Det finns således en stor ytterligare besparingspotential, sedan de funktionsdåliga styrventilerna i den gamla anläggningen blivit utbytta.

År	TA 1 och 3		TA 4 - 10		Anmärkning
	1981	1982	1981	1982	
Vecka 9	20.7	17.2	14.3	10.7	
10	21.3	16.5	18.1	9.6	
11	19.6	16.8	16.5	10.9	
12	14.7	19.3	14.0	11.6	
13	7.8	14.5	4.4	2.2	
14	9.0	4.1	4.1	1.1	
15	10.3	4.5	5.6	0.2	
16	9.5	4.5 <sup>1)</sup>	11.9	2.8 <sup>1)</sup>	1) Medelvärdet
17	9.6	4.8 <sup>1)</sup>	14.9	2.8 <sup>1)</sup>	för en 2-
18	6.6	5.0 <sup>2)</sup>	6.9	2.8 <sup>2)</sup>	veckorsperiod
19	5.3	5.0 <sup>2)</sup>	5.0	2.8 <sup>2)</sup>	2) Medelvärdet
20	3.0	5.0 <sup>2)</sup>	4.7	2.8 <sup>2)</sup>	för en 4-
21	5.0	5.0 <sup>2)</sup>	4.7	2.8 <sup>2)</sup>	veckorsperiod
22	4.1	0.18	4.1	0	
23	5.7	0.17	5.4	0	
24	5.6	0.15	3.7	0	
25	4.5	0.16	4.3	0	
26	4.1	0.19	4.1	0	
27	1.7	0.15	4.1	0	
28	5.0	0.17	4.1	0	

= pannvärme till tilluftsaggregat avstängd dagtid.  
 = pannvärme till tilluftsaggregat avstängd hela dygnet.

Fig. 23 Test av tilluftsaggregat

## 4 DRIFTSVILLKOR OCH ERFARENHETER

### 4.1 KORTFATTADE DRIFTINSTRUKTIONER

#### 4.1.1 Åtgärd efter spänningsbortfall

Vid spänningsbortfall faller skyddskretsarna i värmepumpen.

Detta måste återställas manuellt med tryckknapparna "kompr 1 start" och "kompr 2 start". Tryckknapparna är placerade på el-apparatskåpets front.

Därefter låses nyckelbrytaren på datorn upp och återställningsknappen tryckes in.

Datorn startar sedan upp anläggningen automatiskt.

Går klockan fel, sätt datorns omkopplare i läge 00, vrid om nyckelbrytaren och ställ klockan med tryckknapparna timmar och minuter. Klockan startas därefter genom att mittknappen trycks in.

#### 4.1.2 Avläsning av temperatur m m

Avläsning av temperatur sker med hjälp av omkopplaren i datorskåpets front.

Med omkopplaren i läge:

- 00 Klocka
- 01 Temperatur i solfångare (GT1)
- 02 Utomhustemperatur (GT2)
- 03 Temperatur i utebassäng (GT3)
- 04 Temperatur i inomhusbassäng (GT4)
- 05 Temperatur i varmvattenberedare (GT5)
- 06 Utgående temperatur från värmepumpen (GT6)
- 07 Temperatur efter värmepumpens vätskekylare. Denna temperatur får vintertid ej understiga +1°C och sommartid ej överstiga 25°C (GT7)
- 08 Returtemperatur vatten från tilluftsaggregat TA3 (GT8)
- 09 Returtemperatur vatten från tilluftsaggregat TA1 (GT9)
- 10 Returtemperatur vatten från tilluftsaggregaten TA4, 5, 6, 8, 9 och 10. Värmepumpen är placerad i pannrummet. (GT10)

- 11 Hetgastemperatur för kompressor 1 (GT11)
- 12 Hetgastemperatur för kompressor 2 (GT12)

#### 4.1.3 Inställning av börvärden

Flertalet temperaturer för solfångar- och värmepumpanläggningen kan omställas. Omställning kan ske först efter det att nyckelbrytaren vridits om. Följande börvärden kan ställas om med "öka" och "minska" på datorns front.

Datoromkopplare i läge:

- 23 Differenstemperatur för start av laddning av utebassäng från solfångare. Lämpligt börvärde 5°C.
- 24 Min. temperatur i utebassäng vid utebadbassäng (=önskat värde). Under denna temperatur värms bassängen med hjälp av värmepumpen samt med solvärme om detta är möjligt.  
  
Överstiger bassängtemperaturen inställt börvärde värms bassängen med enbart solvärme.  
  
Detta sker tills max-temperatur (se nedan) erhålls.
- 25 Max-temperatur i utebassäng vid badsäsong utomhus.  
Överskrids max-temperaturen avbryts soluppvärmningen av bassängen. Erfordras värmepumpdrift kyls bassängen via värmepumpen.
- 26 Minsta tillåtna differens mellan solfångare och utebassäng för att värmepumpen skall hämta värme enbart från solfångarna. Lämpligt börvärde 15°C. Detta värde bör ej omställas.
- 27 Lägsta utetemperatur för drift av värmepumpen från uteluftförångare.  
Börvärde -5°C. Detta värde bör ej omställas.
- 28 Högsta tillåtna vattentemperatur efter värmepumpens vattenförångare för att skador ej skall ske. Lämpligt börvärde 25°C.
- 29 Varmvattentemperatur i ackumulatorer för förvarmt varmvatten.  
Lämpligt börvärde 40°C.
- 30 Max. hetgastemperatur för värmepumpen.  
Lämpligt börvärde 120°C.  
Detta värde bör ej omställas.



- 31 Framledningstemperatur, Utgående temperatur från värmepumpen,  
Lämpligt börvärde  $45^{\circ}\text{C}$ ,  
Ställs värdet högre finns risk för att värmepumpen löser ut.
- 32 Temperatur i inomhusbassäng.
- 37 Avfrostningstid för uteluftsförångare.  
Blir uteluftsförångarna kraftigt påfrostade kan avfrostningstiden ökas något.

#### 4.1.4 Larm

Har anläggningen stoppat, ställ omkopplaren i läge 98.

Har något larm inkommit representeras detta med ett nummer på displayen.

Visas 00 finns inget larm.

Återställ larmet genom att vrida om nyckeln samt trycka in larmåterställningsknappen.

Observera att värmepumpen kan stå stilla även om värmebehov föreligger.

Detta kan bero på att utebassängens temperatur är så låg att värme ej kan hämtas därifrån, samt att utetemperaturen understiger  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Om utetemperaturen överstiger  $-5^{\circ}\text{C}$  kan anledningen vara att avfrostning av uteluftsförångaren pågår eller att för täta avfrostningar ägt rum.

Kompressorn återstartas då automatiskt inom 12 timmar.

#### 4.2 Driftsstörningar och vidtagna åtgärder

##### Varmatten

På varmvattensidan omfattar den befintliga anläggningen 2 st varmvattenackumulatorer  $\bar{a}$  10 m vardera. Värmeförlusterna från vardera ackumulator har uppgått till ca 1 MWh/dygn.

Sedan värmepumpanläggningen togs i bruk kunde man efter några månaders drifterfarenhet konstatera att en av de befintliga ackumulatorerna kunde avstängas. Detta ger en direkt energibesparing av storleksordningen 250 MWh/år. Detta ger en extra vinst utöver den som redovisas i lågenergianläggningens försörjningsgrad och skall således tilläggas och tillgodoräknas lågenergianläggningen.

##### Ventilation

Ventilationsanläggningens nyttiggörande av värme från lågenergianläggningen har varit liten eller närmast obefintlig. Det har konstaterats att anledningen härtill är att styrventilerna i den befintliga anläggningen är i mycket dåligt skick och har en stor läckfaktor. Detta resulterar i att returtemperaturen i värmesystemet alltid blir högre än värmepumpanläggningens utgående temperatur.

Under mätperioden har detta förhållande vid ett flertal tillfällen påtalats för driftspersonal och kommunens representanter. Vi har föreslagit, att under alla förhållanden bör styrventilerna bytas ut, eftersom man inte ens sommartid - då värmebehovet är 0 - kunnat få ner returtemperaturen i under ca 45°C.

Under våren 1982 testades anläggningen genom att pannvärmen till tilluftsaggregaten stängdes av manuellt. Resultatet framgår av fig. 22. Det bör i sammanhanget noteras att den mätare (värmemängdsmätare 3) som registrerar värme från värmepump till tilluftsaggregat är ur funktion.

I tabellen fig 23 sid 36 redovisas ej några utetemperaturer och därför kan man ej göra någon exakt utvärdering. Den ger dock en klar indikation på att med fungerande styrventiler på pannvärmesidan kan en väsentlig del av tilluftsaggregatens värmebehov tillgodoses av värmepumpanläggningen. Grovt och försiktigt uppskattat med ledning av mätvärdena skulle ytterligare 6 MWh/vecka eller 300 MWh/år kunna ha överförts från oljebaserad energi till värmepumpenergi med fungerande styrventiler.

Under september i år har anläggningen modifierats så att värmepumpenergin tillföres ett förvärmningsbatteri för tilluftsaggregaten samtidigt som styrventilerna utbytts. Detta skulle beräkningsmässigt innebära att 650 MWh/år kan överföras från oljebaserad energi till värmepumpenergi.

## Utebassängen

Under vintersäsongen 1981/82 ville värmepumpen ej arbeta från utebassängen. Anledningen var att den fick för lite vatten på förångarsidan (vätskekylaren). Vid kontroll på våren konstaterades att en frigolitpropp (sannolikt från en simdyna) tryckts in i utloppsröret från bassängen, vilket bromsade vattenflödet. Då proppen borttagits fungerade anläggningen på avsett sätt, men tiden var kort till dess anläggningen omkopplades till sommarfallet då utebassängen skulle uppvärmas för utomhusbad.

Under innevarande sommar var solvärmeladdningen till utebassängen ej så hög som den rimligen borde vara. Vid kontrollbesök i augusti konstaterades att en manuell ventil ej omkopplats i samband med övergång till sommar driftsfallet.

Den blygsamma energileveransen från lågenergianläggningen under augusti i år föranledes av att anläggningen är avstängd på grund av ombyggnad.

Under sommaren 1981 konstaterades att reglercentralen för pannvärme till utebassäng var ställd på för högt börvärde i förhållande till motsvarande för värmepumpanläggningen. Det innebar att pannvärme överfördes i onödan till utebassängen, vilket reducerade värmepumpens leveransutrymme.

## 5 BRUKARSYNPUNKTER

Badmästare Kjell Reuterholt och vaktmästarna Kent Karlsson och Bo Anderson har gett följande synpunkter på anläggningen.

"Då frågan om en eventuell solenergianläggning vid Skövdebadet kom på tal, tände den genast vårt intresse, och vi försökte att entusiasmera de personer inom berörda förvaltningar som var tveksamma inför projektet.

Vi anade inte då hur mycket merarbete som anläggningen skulle kräva av oss under uppbyggnads- och provperioden, för då hade vi kanske tvekat inför uppgiften. Det har emellertid varit mycket intressant att arbeta med den och med de problem som uppstått.

Vad som gjort det hela extra svårt har varit att vi ej haft den utbildning inom detta område som vi borde haft inför dessa nya uppgifter. Samarbetet med RNK, SP, Elektrokyl och övriga som haft med projektet att göra, har varit det bästa tänkbara, och med deras hjälp, ofta telefonledes, har vi lärt oss sköta anläggningen någorlunda och även söka och åtgärda de fel och störningar som uppstått.

De s k "barnsjukdomarna" har varit många och oförklarliga stopp och blockeringar har förekommit, men genom att ibland använda uteslutningsmetoden, har vi lyckats leta rätt på felande länken och kunnat starta upp anläggningen igen. Orsaken till vissa fel har tydligen varit föreningen av ett nytt och gammalt system.

Nu har emellertid anläggningen varit i bruk i ca 2 år och har under 1982 arbetat särskilt fint. Hade inte ett haveri genom kortslutning i motorn till kompressor II inträffat i mitten av juli månad, hade vi säkert uppnått målet att spara bortemot 200 m<sup>3</sup> olja. Sommaren med sin värme och myckna solinstrålning har gjort att våra oljepannor för det mesta stått stilla.

### Larm

Då något fel uppstår går ju larm via datorn dels till displayen i apparatrum och dels till entréhallen där i första hand kassapersonalen uppmärksammar signalen och via högtalare kan få tag i personal som kan sköta anläggningen. Dessa larm förekom så ofta den första tiden att vi stängde av signalen till entréhallen och istället företog vi besiktningströnder så ofta vi hade tid.

Larmorsakerna var oftast att högtryckspressostaten hade löst ut men också larm från pumpar och ventiler förekom.

Något som vi anser vara fel i larmsystemet är t ex att när vi manuellt bryter strömmen till en pump som ej skall vara i drift, får vi ändå larmsignal. Denna ligger då och blockerar andra larm som borde komma fram på displayen.

#### Blockering

Ett annat problem är att blockering sker någonstans, var vet ingen, så att hela anläggningen stannar utan att larm förekommer. Då får vi bryta matarströmmen (220 v) till datorskåp och där efter sluta den på nytt, och då startar anläggningen upp.

Åskväder, även på flera mils avstånd kan tydligen också framkalla dessa blockeringar.

Någon typ av felsökningsschema skulle vara tack- samt att få, vilket skulle göra arbetet lättare.

#### Undervisningsbassängen

Undervisningsbassängen som ej kom med i första etappen, men som senare anslöts till värmepumpsystemet har blivit ett stort problem för oss. Antingen får vi bra rening av vattnet, men då är flödet så stort att vattnet från värmeväxlaren ej kan tränga in i cirkulationsledningen, och följden blir att temperaturen sjunker. Då måste vi minska flödet genom att strypa ventil efter filter för att få värmen att gå in, men reningseffekten blir då inte vad den borde vara.

#### Plaskbassäng

Likaså fungerar inte returledningen från plaskbassängen av samma orsak. Matningen dit går bra och likaså uppvärmningen men returen har för stort mottryck i anslutningen till den större cirkulationsledningen.

#### Smutsfilterrengöring

Något som vi saknar är ventiler att stänga flödet med när vi skall rengöra smutsfiltren på cirkulationsstammen till värmepumpen. Massor av vatten måste tappas ur systemet innan arbetet kan börja.

#### Täckning av sportbassäng

Då det gäller bassängtäckningen så har vi tydligen fått denna typ för våra synders skull. Det går väl an att hantera den då det är lugnt väder men vid blåst uppemot 10 m/s har vi stora svårigheter med att få den på plats och vid 10 m/s och högre är det ingen idé att försöka lägga på den. Har det varit möjligt att lägga ut den och det därefter blåser upp, får vi gång på gång hämta den som ett stort virrvarr på landbacken. Det är inte lätt att få isär 5 längder om ca 200 m<sup>2</sup> segelyta vardera som snott sig om varandra. Det är ju vid blåst som täckningen bäst behövs.

Pahléns fabriker bestod oss ju med blysnören som vi klippte i 10 cm längder och bytte ut mot de lättare kabelbitar som monterats i från fabriken. Detta gjorde att kanterna blev något tyngre, men inte tillräckligt för att ligga stadigt på vatt-net.  
Här finns önskemål om att få fram något bättre.

Täckning av  
hoppbassäng

Täckningen av hoppbassängen är väl OK, fast vi kommer att efterhand som befintliga frigolitski-vor går sönder, skaffa mindre skivor och om möj-ligt, tätare sådana. Svårigheten har varit att på våren lyfta upp dem utan att de bryts sönder, eftersom de tagit upp så mycket vatten att de blivit blytungta.  
Frigoliten är ju bra som isolering men kräver ju nästan en lada för att bli förvarad över somma-ren.

Förändring av  
lagren

Undertecknad har funderat över om man i stället för nuvarande system med lagring av solvärmen i både hopp- och sportbassäng, skulle anlägga en returledning direkt från hoppbassängen och där-med avstå från sportbassängen som värmelager.

Vad jag kan finna i nuvarande system är att en sänkning av temperaturen måste ske under tiden som vattnet vandrar de 50 metrarna från hopp-bassängen och blandas med sportbassängens vatten som inte har samma isolering som "hoppen" och därför har kallare vatten.

Vid en kontroll idag den 22 oktober, var tempe-raturen +16°C i hoppbassängen medan den var en-dast 7,5 vid intaget till returledning från sportbassängen.

Man kan väl också tänka sig att ytterligare öka isoleringsskiktet på hoppbassängen och därmed kunna höja temperaturen något.

En stor fördel av en sådan ändring skulle bli att vi, när det blir aktuellt på våren, kan töm-ma sportbassängen, göra ren densamma, måla den och därefter pumpa över hoppbassängens vatten för att rengöra och måla denna.

Detta borde innebära en energibesparing, dels 1300 m<sup>3</sup> vatten och dels den lagrade energi som finns däri.

Provmålning

På tal om målning av bassängerna har aldrig den provmålning med Korroflex, varom beslut fatta-des den 22 april 1980, enl. protokoll, blivit utförd.

Här ovan har vi flera gånger nämnt målning av bassängerna men bäst skulle vara kakel, åtmin-stone på botten i samtliga utebassänger.

Enl. SP:s beräkningar av den 22/3 1982 angående kostnader per år för målning av bassängerna under normala väderleksförhållanden contra omkostnader om bassängerna vore kakelklädda, är kostnaden 11.222:- resp 1.944:- exkl byte av vatten, som utgör 3000 m<sup>3</sup> för båda bassängerna till en kostnad av över kr 6:-/m<sup>3</sup> = 18.000:-.

Detta under förutsättning att inte vädret fördröjer torktid av betongen före målning och att allt klaffar som det ska.

Den osäkra faktor som vädret utgör, kommer man ju ifrån om botten vore kakelklädd."

Slutord

I hopp om att vi inte glömt något vare sig av beröm över anläggningen eller kritik över detaljer i den hoppas vi att denna inlaga kan bli till någon nytta."

## 6 SLUTSATSER

Den installerade lågenergianläggningen omfattar två huvuddelar, nämligen solfångaranläggning och värmepump-anläggning. Därutöver tillkommer den flytande täckningen över utebassängerna. Med hänsyn till framtida strategi kan det vara motiverat att inledningsvis studera det energimässiga och ekonomiska utbytet för de olika delarna i anläggningen.

### 6.1 Solfångaranläggningen

Solfångaranläggningen har under det studerade mätåret insamlat 173 MWh. Förbrukad energi för cirkulationspumpar uppgår till ca 8 MW under motsvarande tid. Netto energivinst för solfångaranläggningen blir således 165 MWh.

Initialkostnaden för motsvarande anläggning bedöms med ledning av erhållna entreprenadkostnader vara ungefär följande:

500 m <sup>2</sup> solfångaryta	381.000:-
Fästanordningar för dito	173.000:-
Byggarbeten	50.000:-
Rörinstallation inkl glykol	900.000:-
Projektering m m	100.000:-
<u>Summa kronor</u>	<u>1.604.000:-</u>

Om man räknar i fast penningvärde och utgår från en kalkylränta av 15% med i genomsnitt 20 års avskrivningstid för anläggningen blir annuiteten 16%. Med hänsyn till underhåll kan värdet öka till 16%, vilket ger en årlig kapitalkostnad av 257.000:- kronor. Med en netto energivinst enligt ovan av 165 MWh/år blir därvid energipriset 1,55 kr/kWh, vilket är klart olönsamt.

Om man alternativt beaktar inflationen och sätter kalkylräntan till 5%, blir annuiteten inkl underhåll ca 9% och kapitalkostnaden ca 144.000:- kr/år. Detta ger ett energipris av 0:87 kr/kWh, vilket fortfarande är olönsamt i jämförelse med priset på köpt energi.

Det kan således konstateras att installerad solfångaranläggning som enskild enhet ej är ekonomiskt försvarbar. För att uppnå försvarbar nivå för en motsvarande anläggning bör initialkostnaden kunna reduceras med ca 70% till totalt ca 1.000:- kr/m<sup>2</sup> solfångaryta.



## 6.2 Värmepumpanläggningen

Värmepumpanläggningen har under mätåret levererat en energimängd av 940 MWh på bekostnad av en elektrisk drivenergi inkl kringutrustning av 240 + 75 = 315 MWh, Netto energivinst är således 625 MWh. Härtill kommer den besparing som erhållits genom att en av de befintliga värmeackumulatorerna kunnat stängas av, vilket enligt gjorda mätningar reducerar värmeförlusterna med ca 250 MWh. Trots att läckande befintliga styrventiler för bl a tilluftsaggregaten begränsat värmepumpnyttjandet blir den faktiska energivinsten av storleksordningen 900 MWh/år.

Initialkostnaden för värmepump med tillhörande kringutrustning uppgår till ca 1,7 milj kronor. Räknat i fast penningvärde med 15% annuitet och 2% i underhåll ger detta en årlig kapital- och underhållskostnad av 289.000:- kronor. Med angiven besparing blir därvid energipriset 0,32 kr/MWh. Om man beaktar inflationen och utgår från 5% kalkylränta, 11% annuitet inkl underhåll blir kapital- och underhållskostnaden 187.000:- kr/år och energipriset ca 0,21 kr/kWh. Värmepumpanläggningen kan därvid betraktas som ekonomiskt försvarbar.

Noteras bör att det finns klara indikationer på att värmepumpanläggningen kan nyttjas i väsentligt större grad efter det att de bristfälliga styrventilerna i den ursprungliga värmeförsörjningsanläggningen utbytts. Beräkningar tyder på att ytterligare ca 500 MWh/år då skall kunna levereras från värmepumpen. Med en genomsnittlig årsvärmefaktor av ca 3,9 blir ökningen av netto energibesparing ca 370 MWh/år. Räknat i fast penningvärde skulle då energipriset för gratisenergin bli 0,23 kr/kWh, medan motsvarande värde vid beaktande av inflationen blir 0,15 kr/kWh.

Värmepumpanläggningen visar då en klar lönsamhet.

## 6.3 Bassängtäckning

Den rörliga bassängtäckningen har krävt en investering av 150.000:- kronor om man bortser från kostnaderna för inledande prov. Den direkta energivinsten med täckningen har ej kunnat registreras med mätinstrument, men med ledning av tidigare redovisad energistatistik bedöms besparingspotentialen vara av storleksordningen 300 MWh/år, vilket också överensstämmer med de teoretiska beräkningarna i förstudien.

Med 15% kalkylränta och 10 års avskrivningstid blir annuiteten 19,9%. Med hänsyn till underhåll bör man sannolikt räkna med 25%, vilket ger en kapital- och underhållskostnad av ca 38.000:- kr/år. Detta ger ett energipris av ca 0:15 kr/kWh, vilket tyder på god lönsamhet. Erforderlig arbetsinsats för på- och avtagning av täckningen, vilket utföres av befintlig personal, innefattas dock ej i värderingen.

#### 6.4 Anläggningen totalt

Enligt redovisad driftstatistik har den installerade lågenergianläggningen under mätåret bidragit med en energileverans av ca 1.100 MWh, varav 320 MWh utgörs av elektrisk drivenergi. "Gratisenergin" uppgår således till 780 MWh.

Utöver värmeleverans från lågenergianläggningen har ca 2.400 MWh tillgodosetts från pannanläggningen. Oljeförbrukningen under mätåret har varit 310 m<sup>3</sup>.

Under mätåret har antalet graddagar varit ca 15% högre än för ett normalår. Korregerar man för denna avvikelse blir den jämförbara energiförbrukningen för den nya anläggningen totalt 3.200 MWh. Därav beräknas 2.100 MWh utgöras av oljebaserad energi, motsvarande 270 m<sup>3</sup> olja, 320 MWh vara elektrisk drivenergi och 780 MWh gratisenergi.

Ovanstående skall ställas i relation till en total förbrukning av 4.000 MWh resp 470 m<sup>3</sup> olja under ett normalår för den ursprungliga anläggningen.

Lågenergianläggningen beräknas således ha inneburit en reduktion av oljebaserad energi med 1.900 MWh/år, motsvarande 200 m<sup>3</sup> olja, på bekostnad av en ökad elenergiförbrukning av 320 MWh/år. Sedan tidigare nämnda bristfälliga styrventiler utbytts beräknas oljeberoendet kunna reduceras med ytterligare ca 500 MWh/år (60 m<sup>3</sup> olja), medan elförbrukningen ökar med 130 MWh/år.

Nettovinsten under mätåret omräknat till normalår uppgår enligt ovan till 1.580 MWh. Om man räknar med ett energipris av 0:25 kr/kWh, betingar detta ett värde av 395.000:- kr/år. Räknat i fast penningvärde och 15% kalkylränta skulle detta försvara en investering av ca 2.200.000 kronor och i löpande penningvärde med 5% kalkylränta ca 3.600.000 kronor.

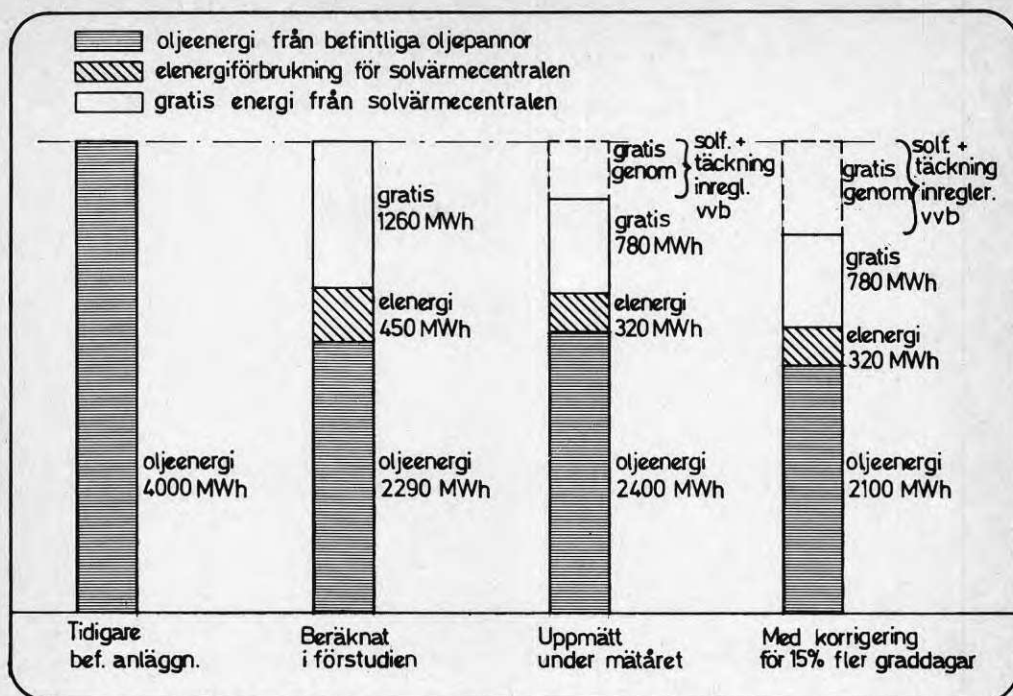


Fig. 24 Besparingseffekt för installerad solvärmepumpinstallation i förhållande till befintlig pannanläggning.

Efter utbyte av de funktionsodugliga styrventilerna beräknas nettovinsten bli 1.850 MWh/år, vilket med samma beräkning som tidigare betingar ett värde av 487.000:- kr/år. Därvid skulle en investering av 2.6 resp 4.2 milj kronor vara försvarbart.

Sammanfattningsvis kan konstateras, att den installerade anläggningen givit ett energimässigt driftsresultat som i huvudsak överensstämmer med beräkningarna i förstudien. Till följd av energiprisutvecklingen synes dock det ekonomiska resultatet bli gynnsammare.

Värmepumpinstallationen och bassängtäckningen ger en så god lönsamhet att de tillsammans i stort sett kompenserar det dåliga ekonomiska utbytet som erhålles för solfångaranläggningen.



## BILAGA 1

Utvärdering av:

1. Solfångare
2. Rörlig täckning
3. Ytskikt på utebassänger

## 1. UTVÄRDERING AV SOLFÅNGARE

Efter en översiktlig analys av erhållet material från ca 50 företag valdes sex företag som intressanta för fortsatt utvärdering, omfattande prestanda, hållbarhet och kostnad samt garantier, leveranstider och speciella villkor.

Till den slutliga utvärderingen valdes följande sex företag:

Tekno Term System AB  
Sol och Jordvärmeteknik AB  
SEF Solar Energie Technik GmbH

AR-CON Solvärme  
Alustar Ver. Metallw. Ranshofen  
Electra

Vissa uppgifter från dessa företag har sammanställts i tabell 1 (Data om solfångare).

Kostnaderna för 500m<sup>2</sup> solfångaryta exkl. montering och moms varierade från 312.000:- till 537.000:-. Det lägsta priset gällde solfångare som var okända ur hållbarhetssynpunkt. Det högsta priset innebar att solfångarna hade en överkvalité i förhållande till önskad funktion.

Av den anledningen skedde en särskild utvärdering. Därvid kunde inte konstateras att lägsta pris innebar avsevärt sämre kvalitet. Material från Konsumentverkets stora solfångartest kunde nyttjas i utvärderingsarbetet.

	TEKNO- TERM	JOCO	SEG	AR-CON	ALUSTAR	ELEKTRA
Kollektortyp	Sunuit	Typ 19000	Thermo	AR-CON	4.3.1	EC-2
Byggmått (m/enhet)	2,1x0,5 x 0,056	2x1,3 x 0,08	2,2x0,9 x 0,105	1,65x0,6 x 0,058	3x1,53 x 0,085	2x1,07 x 0,08
Vikt kg/enhet	33	40	52	17	63	43
Absorbator- ytans area (m <sup>2</sup> )	1,0	2,4	1,8	0,95	4,0	1,93
Isolering (mm)			70	20	35	40
Drifttryck KPo		700	200	400		
Provtryck KPa		5000	600	1500		
Max Temp vid tom- körning °C		200	192	-30- +150		
Pris/m <sup>2</sup> kollektor- yta kr		1100	854	635	887	550

Tabell 1. Data om solfångare.

## 2. UTVÄRDERING AV RÖRLIG TÄCKNING

Följande fabrikanter tillfrågades om möjlighet att leverera rörlig täckning:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| Företag i Sverige      | 1. Firma Gert Falk                      |
|                        | 2. Kariba Plastprodukter                |
|                        | 3. Lagun Pool AB                        |
|                        | 4. Magnussons Kapell- & Presenningar AB |
|                        | 5. Polynova Nordic AB                   |
|                        | 6. Pahléns Fabriker AB                  |
|                        | 7. Pool-Master AB                       |
|                        | 8. Pool-Guard                           |
|                        | 9. Welltec AB                           |
|                        | 10. Värmetrans AB                       |
|                        | 11. Poolteknik VÅV AB                   |
| Företag i USA          | 12. L.M Dearing Associates Inc.         |
| Företag i Västtyskland | 13. Solarteknik-Reutlinjen              |
|                        | 14. Glatz Termo-Roll                    |

Flera fabrikanter som tillfrågats har tackat nej eftersom de ej ansett sig ha tillräklig kapacitet att klara så stora bassänger som exempelvis 50-metersbassänger.

Tillverkare markerade med en cirkel, lämnade offerter på leverans av rörlig täckning.

Efter en översiktlig analys visade sig följande fabrikat intressanta.

- . L.M Dearing Associates Inc.
- . Poolteknik VÅV AB

Tekniska data av fabrikanternas material framgår nedan:

L.M dearing Associates Inc.

Täckduk typ:	Solarcap <sup>TM</sup>
Tjocklek:	0.0046 m
Vikt/m <sup>2</sup> :	0.28 kg/m <sup>2</sup>
Färg:	Ljusblå/genomsiktig
Garantitid:	3 år
Kostnad:	75.000:-
Övrigt:	Manuell

Poolteknik VÅV AB

Täckduk typ:	Glatz Termo-Roll
Tjocklek:	0.005-0.006 m
Vikt/m <sup>2</sup> :	0.8 kg/m <sup>2</sup>
Färg:	Ljusblå/tät
Garantitid:	
Kostnad:	475.000:-
Övrigt:	Motoriserad

Det visade sig att det amerikanska företaget Dearing hade mycket låga priser tack vare ett enkelt utförande anpassat till klimatförhållanden i Californien.

Dearings rörliga täckning testades vid Skövdebadet under en kortare period. Den var dock för lätt och blåste iväg även vid måttliga vindstyrkor.

Täckningen från Poolteknik VAV AB ansågs vara för dyr, varför man valde att anskaffa en något billigare täckning.

Därför inköptes en rörlig täckning från Pahlens Fabriker AB. Även denna täckning hade vissa problem vid måttliga vindstyrkor, speciellt om täckningen ej låg helt tätt mot vattenytan.

Se även kapitel 5 med - Brukarsynpunkter.

Om kostnadsaspekten reducerats i betydelse, torde en dyrare lösning varit att föredraga.



## 3. UTVÄRDERING AV YTSKIKT PÅ UTEBASSÄNGER

Befintliga bassänger och ledningar nyttjas i installerad system som värmelager. Bassängerna har som ytskikt målad betong i ljus färg. Om bassängerna skall fungera som solfångare bör ytskiktet utföras i någon mörkare reflexfri kulör.

Följande alternativ har undersökts genom offertbegäran:

- |              |  |              |
|--------------|--|--------------|
| Alternativ 1 | Enkel målning utförd av badets personal, samt blästring.   |              |
| Alternativ 2 | Målning av alla invändiga ytor i bassängerna med lämplig betongfärg <sup>2</sup><br>Hoppbassängen 520m <sup>2</sup><br>Sportbassänger 1430m <sup>2</sup><br>Undervisningsbassänger 280m <sup>2</sup><br>Kostnad ca | Kr 400.000:- |
| Alternativ 3 | Målning och blästring enl. alternativ 2 för hopp- och undervisningsbassäng. Sportbassängen kläds med klinker på kortsidor och två skikt under skvalpräna på långsidor. I övrigt målning.<br>Kostnad ca             | Kr 440.000:- |
| Alternativ 4 | Klinker i hela sportbassängen. Klinker i två skikt på sidorna i hopp- och undervisningsbassäng. I övrigt målning.<br>Kostnad ca  | Kr 470.000:- |
| Alternativ 5 | Klinker i samtliga bassänger.<br>Kostnad ca  | Kr 680.000:- |

OBS! Kostnadsuppgifter i detta kapitel avser relativ prisnivå hösten 1978.

Kommunen valde att påbörja klinkersättning av bassängerna genom att sätta klinker på sportbassängens gavlar.

Laboratoriet för ytskydd och korrision vid Statens Provvningsanstalt utförde genom K. Jutengren en mer fördjupad utvärdering som sammanfattats i tabell 2 och 3 nedan.

Trots att klinker har högst initialkostnader visar det sig, om man beaktar driftskostnaderna och livslängd, att det är det mest ekonomiska alternativet.

Behandling av bassängtor	Målning med icke filmbildande skikt	Målning med filmbildande skikt	Glasfiberarmerad polyesterbeläggning	PVC-folie	Klinker
Avlägsnande av betongslamskikt (nytt arb.)	+	+	+	- Ytan skall vara slät och jämn	+
Avlägsnande av gammal målning	+	+	+	-	+
Utjämnning av hål och ojämnheter	+	+	+	-	(+) End ojämnheter
Ytbehandling	Cementpulverfärg (end vit)	Klorkautschukfärg	Glasfiberarmerad polyester. begr. kulörval	Armerad plastfolie 1,2-1,5 mm tjock	Klinker (och fogar)
Applicering	25-40 kr/m <sup>2</sup>	50-80 kr/m <sup>2</sup>	180 - 200 kr/m <sup>2</sup>	130 - 150 kr/m <sup>2</sup>	200 - 250 kr/m <sup>2</sup>
Relativ prisnivå 1978 i danska kr/m <sup>2</sup>		spackling: 40-70 kr/m <sup>2</sup>	spackling: 40 - 90 kr/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> plus ev spackling av ytan	
Förväntad livstid innan bättring	2-3 år enkelt att bättra	3-8 år enkelt att bättra	5-15 år (?) Små erfarenheter Kan bättras med topp-coat	5 år (?) Små erfarenheter Målning ej möjlig. Kan utbytas.	Över 20 år Fogar kan vara orsak till otäthet
Underhåll	Sedvanlig rengöring. Fläckreparation möjlig	Sedvanlig rengöring. Fläckreparation möjlig	Sedvanlig rengöring. Gulnar.	Sedvanlig rengöring. Missfärgning och repning vanligt	Sedvanlig rengöring.
Bruksegenskaper - drift - utseende - robusthet	Nedsmutsas lätt. Svår att rengöra	Repas. Kan rit-sas igenom. Små avflagningar kan förekomma. Lätt att hålla ren.	Repas. Lätt att hålla ren	Blir lätt repat och är svårt att hålla ren	Utmärkta om fogar accepteras. Mycket robust
Förväntad tid innan ny behandling erfordras	>10 år vid god underhållsbehandling	>5 - 10 år vid god underhållsbehandling	>10 år Litet erfarenhetsmaterial	ca 5 år. Litet erfarenhetsmaterial	Mycket över 20 år

De angivna upplysningarna är baserade på allmänna erfarenheter i Danmark och kan endast tillmätas vägledande betydelse.

Tabell 2. Utvärdering om olika ytskikt.

Karaktäristiska egenskaper hos olika målningsfärger för simbassänger.										
Färgtyp	Ysam-grupp	Kulör-utval	Gulning	Smutsav-visande förmåga	Rengör-barhet	Bättrings-barhet <sup>x</sup>	Slitstyrka	Slagfasthet	Relativ prisnivå	Relativ bättrings-frekvens
Cementpulverfärg		End. vit	A	E	E	C	C	B	Låg	Kort
Klorkautschuk-emalj-lack		Stort urval	B	B	B	A	B	C	Medel	Medel
2-komp epoxi lösn. med bas		Stort urval	C	B	B	D	B	C	Medel hög	Medel
2-komp epoxi lösn. m. fri		Stort urval	C	B	B	E	A	B	Hög	Lång
PVC-färg		Stort urval	A	B	B	A	B	C	Hög	Medel
Polyuretan-lack		Stort urval	A	A	A	D	B	C	Hög	Medel

x) Allt bättringsarbete förutsätter rengöring plus avlägsnande av all kalkavsättning och algpåväxt.

Skala: A = mycket tillfredsställande  
B = tillfredsställande  
C = god  
D = acceptabel  
E = dålig  
F = oacceptabel

Tabell 3. Utvärdering om målningsfärger som ytskikt.

**BILAGA 2**

Tabeller över mätvärden för:

1. Total energileverans
2. Energileverans till utebassäng
3. Energileverans till innebassäng
4. Energileverans till varmvatten

## 1. Total energileverans (kWh)

Mån	Levererad olja- energi	Elförbrukn. solvärme- central	Total energilev. solvärme- central	Total energi- förbrukn.	Gratis
Feb-81	216450	11960	24230	240680	12270
Mar	232450	12000	24570	257020	12580
Apr	110320	26740	63220	173540	36480
Maj	171610	37770	129290	300906	91520
Jun	303830	50340	171940	475770	121600
Jul	129850	48880	177680	307530	128800
Aug	199710	44090	160310	360020	116220
Sep	91260	30180	98810	190070	68630
Okt	102470	16590	48100	150570	31510
Nov	210700	23240	53880	264660	30540
Dec	275500	6110	8870	284370	2760
Jan-82	283280	8210	11960	295240	3750
Feb	191840	11150	20730	212570	9580
Mar	154980	23870	58230	213210	34360
Apr	79460	24740	68730	148190	44000
Maj	191880	36360	122980	314860	86620
Jun	89300	42930	154880	244180	111950
Jul	178880	27150	118690	297570	91540
Aug	183220	5720	25850	209070	20130
Summa MWh	3397	488	1543	4940	1055

## 2. Energileverans till utebassäng

Sommaren 1981 (kWh)

Mån	Från Sol-fångare	Från Värme-pump	Drivenergi värmepump+ solfångare	Från olje-panna	Totalt levererad energi	Gratis energi
Maj	19660	50780	17490	80900	151340	52950
Jun	8520	110920	34170	243770	363210	85270
Jul	12700	72790	21560	75400	160890	63930
Aug	14820	68830	20860	123490	207140	62790
Sep	4790	21360	6860	18750	44900	19290
Summa						
MWh	61	325	101	542	928	285

Sommaren 1982 (kWh)

Maj	17420	52930	18230	118010	188360	52120
Jun	25290	92550	30660	35640	153480	87180
Jul	35490	73680	24040	99210	208380	85130
Aug	10300	6220	2290	115770	132290	14230
Summa						
MWh	89	225	75	369	683	239

## 3. Energileverans till inomhusbassäng (kWh)

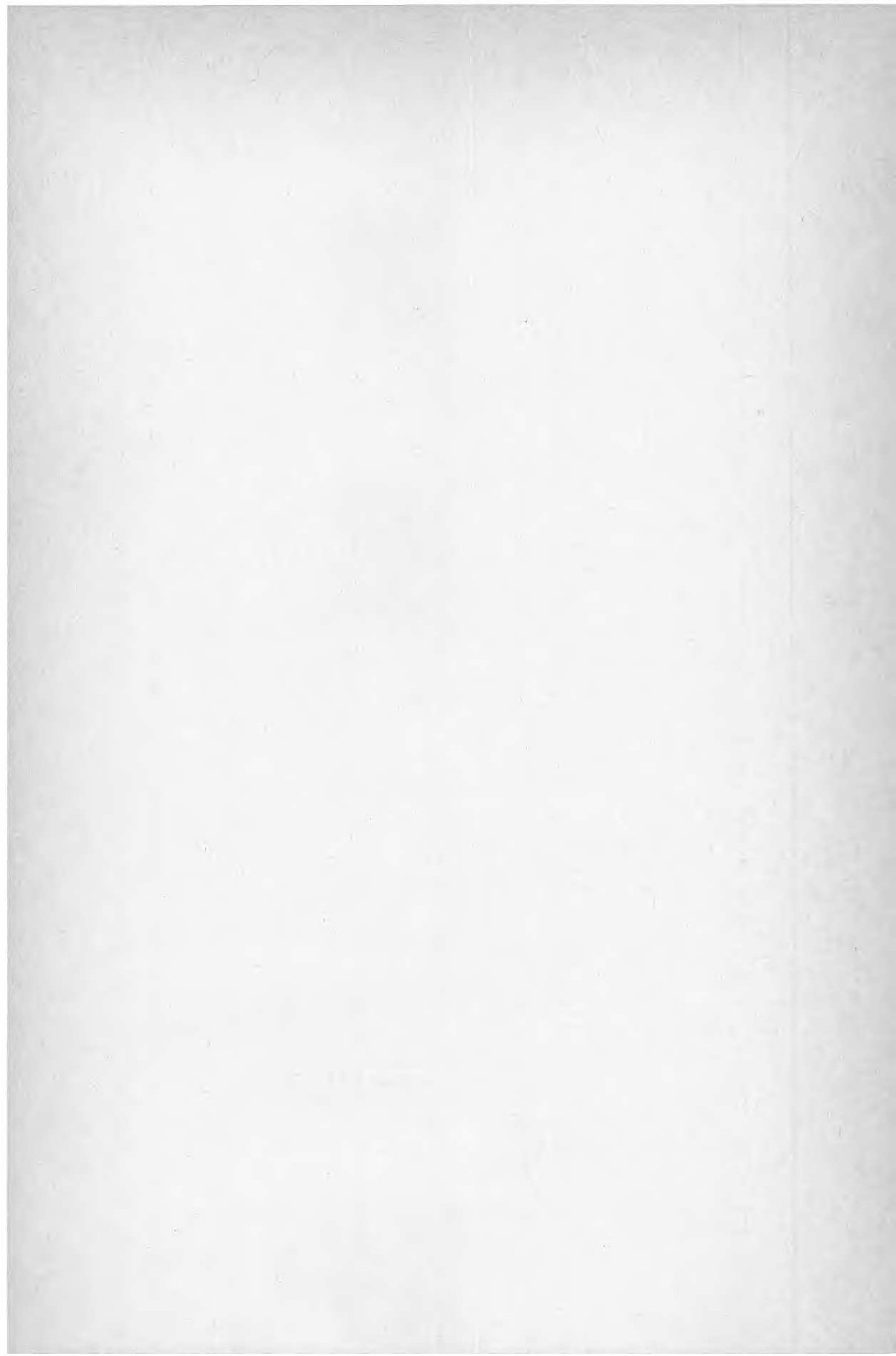
Mån	Värmepump	Drivenergi värmepump	Oljeenergi	Total energilev.	Gratis
Feb-81	19390	9570	21810	41200	9820
Mar	20160	9840	15540	35700	10320
Apr	43520	18410	17270	60790	25110
Maj	50990	17570	790	51780	33420
Jun	46030	14180	890	46920	31850
Jul	88360	26180	1210	89570	62180
Aug	75240	22800	2790	78030	52440
Sep	63470	20370	1270	64740	43100
Okt	36160	12470	15600	51760	23690
Nov	36590	15780	28510	65100	20810
Dec	6420	4420	62150	68570	2000
Jan-82	7390	5070	41230	48620	2320
Feb	11830	6360	40500	52330	5470
Mar	37270	15280	19730	57000	21990
Apr	40890	14720	15170	56060	26170
Maj	40410	13920	14910	55320	26490
Jun	27820	9220	23520	51340	18600
Jul	2440	800	44240	46680	1640
Aug	6690	2460	39240	45930	4230
Summa MWh	661	239	406	1067	422

## 4. Energileverans till varmvatten (kWh)

Mån	Värmepump	Drivenergi värmepump	Olje- energi	Totalt levererat	Gratis
Feb-81	4520	2260	56830	61350	2260
Mar	3770	1885	61730	65500	1885
Apr	18575	7740	30550	49125	10835
Maj	6150	2120	25490	31640	4030
Jun	5600	1750	22450	28050	3850
Jul	3430	1010	22800	26230	2420
Aug	1090	330	31170	32260	760
Sep	9160	2950	22450	31610	6210
Okt	11940	4120	24750	36690	7820
Nov	17290	7520	33500	50790	9770
Dec	2450	1630	23140	25590	820
Jan-82	4570	3050	37040	41610	1520
Feb	8900	4680	33640	42540	4220
Mar	20960	8730	27360	48320	12230
Apr	27840	7560	22520	50360	20280
Maj	12220	4220	27670	39890	8000
Jun	9220	3050	29450	38670	6170
Jul	7080	2310	34610	41690	4770
Aug	2640	970	27390	30030	1670
Summa MWh	178	68	594	772	110









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
810046-0 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Skövde kommun.**

**R86: 1983**

**ISBN 91-540-3986-X**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700786**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirkapris: 25 kr exkl moms**