



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

R84:1983

Solfjärrvärme — testanläggning i Södertörn

**Anläggningsbeskrivning och erfarenheter
från idrifttagning**

**Nils-Göran Karlsson
Rune Håkansson
Heimo Zinko**

*K
Anl*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

ser

Bygghörskningsrådet

R84:1983

SOLFJÄRRVÄRME - TESTANLÄGGNING I SÖDERTÖRN

Anläggningsbeskrivning och erfarenheter
från idrifttagning

Nils-Göran Karlsson
Rune Håkansson
Heimo Zinko

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810939-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag, Norsborg.

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

R84:1983

ISBN 91-540-3982-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5	
1	INLEDNING	7
1.1	Projekt Solfjärrvärme- VVF/SISOL/VATTENFALL	7
1.2	Projektets organisation och upp- läggning	9
2	PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR ...	12
2.1	Testanläggningens syfte	12
2.2	Avgränsningar i produkt och sys- temval	12
2.3	Dimensionerande data och drift- strategier	18
3	ALLMÄN BESKRIVNING AV ANLÄGG- NINGEN	22
3.1	Läge, klimat och yttre anlägg- ningsförhållanden	22
3.2	Installerade solfångarfabrikat .	24
3.3	Principiell systemutformning och funktion	25
3.3.1	Fjärrvärmekrets	25
3.3.2	Solfångarkrets utan dränering ..	25
3.3.3	Solfångarkrets med dränering ..	29
3.4	Områdesdisposition	29
4	ANLÄGGNINGSDDELARNAS TEKNISKA UT- FORMNING	32
4.1	Solfångare	32
4.1.1	Tekniska data	32
4.1.2	Konstruktiv uppbyggnad	34
4.2	Solfångarstativ	46
4.3	Rörsystem	47
4.4	Styr- och övervakningsanläggning	50
4.5	Elanläggning	50
4.6	VA-anläggning	51
5	PRAKTISKA ERFARENHETER	52
5.1	Upphandling	52
5.1.1	Leveransomfattning	52
5.1.2	Leveransbestämmelser, garantier, m.m.	52
5.2	Anläggningsuppförande	53
5.2.1	Tider	53
5.2.2	Solfångarmontage	54
5.2.3	Installationer och övriga an- läggningsarbeten	56
5.3	Drift och underhåll	57
5.3.1	Tillsyn och övervakning	57
5.3.2	Planerat underhåll	57
5.3.3	Driftstörningar och akutunder- håll	57
5.4	Materialangrepp, m.m.	60
5.5	Övriga synpunkter och kommentarer	60

6	DRIFTSIMULERING	62
6.1	Simuleringsprogrammet	62
6.2	Simuleringsmodellen	62
6.3	Indata till beräkning	64
6.4	Resultat	64
7	MÄTNING OCH UTVÄRDERING	66
7.1	Mätssystemet	66
7.2	Mätprincip	68
7.3	Mätprogrammet - STUDS-85	70
7.3.1	Beskrivning av operatörsfunktioner	71
7.4	Utvärderingssystem	72
7.5	Resultatredovisning	72
7.6	Resultat från driftperioden maj - augusti 1982	79
8	KOSTNADER	87
8.1	Kostnader för testanläggningen .	87
8.2	Kostnadsreduceringar vid kommersiellt anläggningsuppförande, 1000 m ²	90
8.3	Möjligheter till framtida kostnadsreduceringar	91
	REFERENSER	94
	BILAGOR	95
4:1-6	Flödesscheman för installerade värmesystem	95
6:1-2	Energiproduktionens variation under året enligt TRNSYS-simulering	101
7:1	Månadsrapport för augusti 1982 .	103
7:2	Parameterdefinitioner enligt IEA-modellen	125
8:1-10	Kostnadsfördelningar	128

SAMMANFATTNING

I syfte att bana väg för en kommersiell tillgänglighet av solvärmetekniken i landets befintliga fjärrvärmenät utföres ett gemensamt projekt i samarbete mellan Svenska Värmeverksföreningen (VVF), Swedish Industries Solar Energy Association (SISOL) och Statens Vattenfallsverk.

Inom ramen för projektet har en testanläggning uppförts i vilken ett större antal solfångare och system samtidigt kan provas i praktisk fjärrvärmedrift. Anläggningen, som förlagts inom Södertörns Fjärrvärmeaktiebolags distributionsområde i Botkyrka, är idag utrustad med sex olika fabrikat av solfångare med en sammanlagd yta av ca 1000 m². Utrymme finns för ytterligare installationer i framtiden.

Beräkningar, som föregått själva anläggningsuppförandet indikerar att ca 10 % av det årliga energibehovet i ett fjärrvärmenät teoretiskt kan tillgodoses med solenergi utan investering i dyrbara årstidslager. För landet som helhet motsvarar detta en teoretisk potential av ca 3 TWh per år eller ungefär hälften av vad som produceras i ett normalstort kärnkraftverk.

Uppförandet av testanläggningen har skett utan större komplikationer. Montagearbetet avseende solfångarna har dock varit betydligt mer tidsödande än vad som kunde förutses. Antalet montageenheter samt mängden av skruvförband, rörförbindningar, m.m. är för flera fabrikat alltför omfattande för att vara acceptabelt vid ett storskaligt montage. Erfarenheterna från uppförandefasen visar att en fortsatt utveckling av solfångarkonstruktionerna är nödvändig. Vidare bedöms det som nödvändigt att solfångarleverantörerna i framtiden inte enbart uppträder som komponentleverantörer utan tar på sig ett större ansvar för montage och systemfunktion.

I stort har anläggningen sedan idrifttagningen fungerat tillfredsställande, men driften har inte varit helt störningsfri. Upprepade vätskeläckage härrörande från lödförband inuti solfångarna har för två av fabrikaten varit det största problemet. Vidare har den valda typen av expansionskärl med trycksatt luftkudde medfört problem genom att kärlden läcker luft. Ett av systemen har i inledningsskedet tvingats vara avställt under ca 1 månad på grund av vissa reglertekniska problem. För övriga system har värmeleverans till fjärrvärmenätet dock kunnat ske utan nämnvärda avbrott.

Mätresultaten från anläggningen visar ett varierande utfall för de olika fabrikaten. Jämfört med beräknade värden på basis av leverantörsdata har för ett av fabrikaten erhållits en större produktion än förväntat. För ett av fabrikaten ligger produktionen nära förväntade värden. Övriga fabrikat har producerat mindre än beräknat. Värdena som uppmätts är bland de högsta

som uppmätts i Sverige under högtemperaturdrift och inger förhoppningar om att en årsproduktion av 400 kWh/m^2 för vakuumrörssolfångare och 300 kWh/m^2 för plana, selektiva kan komma att överskridas.

Investeringskostnaden för testanläggningen uppgår till 5.825 kkr vilket är ca 16 % högre än vad som kalkylerats. En stor del av kostnadsökningen ligger i en ursprunglig underskattning av arbetsomfattningen för solfångarmontaget. Tillkommande räntor under byggnadstiden samt vissa förinvesteringar för en eventuell framtida utökning av anläggningen ligger också med som en extra kostnad.

Vid kostnadsjämförelser är det viktigt att poängtera anläggningens karaktär av testanläggning och att många kostnadsposter icke är relevanta vid ett kommersiellt utförande. Den specifika investeringskostnaden för en identiskt lika stor kommersiell anläggning d.v.s. 1000 m^2 med ett enda fabrikat av solfångare har med utgångspunkt från kostnadsutfallet för testanläggningen kalkylerats till 2.340 kr/m^2 vid plana, selektiva solfångare och till 3.660 kr/m^2 vid vakuumrörssolfångare. Beroende på livslängden blir den motsvarande energikostnaden i stort sett lika för de båda solfångartyperna och hamnar någonstans mellan $0,90 \text{ kr/kWh}$ och $1,20 \text{ kr/kWh}$. Förutsättningen för denna kalkyl har varit att den kommersiella anläggningen uppföres med samma geografiska förutsättningar, med samma produktstandard och med samma konventionella teknik som gällt för testanläggningen.

Möjlighet finns att på en rad punkter förbättra tekniken och få ned kostnaderna för framtida kommersiella anläggningar. Någon värdering eller spekulation av storleken på möjliga kostnadsreduceringar har inte gjorts, men för att komma ner på en energikostnad av exempelvis $0,30 \text{ kr/kWh}$ kan man konstatera att den totala anläggningens kostnaden maximalt får uppgå till ca 700 kr/m^2 för plana selektiva solfångare respektive ca 1.000 kr/m^2 för vakuumrörssolfångare.

För de nu installerade fabrikaten av solfångare är avsikten att insamling och utvärdering av mätdata skall pågå t.o.m. driftsäsongen 1984. Olika driftstrategiers inverkan på energiutbytet liksom kostnader för drift och underhåll kommer härvid närmare att studeras och analyseras.

1 INLEDNING

1.1 Projekt Solfjärrvärme - VVF/SISOL/VATTENFALL

Utnyttjande av solenergi för värmeförsörjning av bostäder och lokaler har en stor framtida potential i Sverige. Introduktionen av solvärme har dock bromsats upp, främst beroende på bristande lönsamhet men även på grund av dåliga erfarenheter av en del solfångares konstruktion och utförande. Ett tekniskt-ekonomiskt genombrott har av olika bedömare beräknats kunna ske först någon gång under 1990-talet.

För att få fram solfångarkonstruktioner som bättre tillfredsställer brukarnas krav avseende prisnivå, materialkvalitet, driftsäkerhet, underhåll, m.m. krävs ett fortsatt produktutvecklingsarbete. Vidare krävs en inriktning mot systemlösningar där kringkostnader för ackumulering, reglering och distribution väsentligt kan nedbringas.

Mycket talar för att de gynnsammaste förutsättningarna för att få solvärme lönsam ligger i att introducera tekniken i kombination med befintliga fjärrvärmesystem. Solvärmens kan härvid utnyttjas i storskaliga applikationer som ren tillsatsenergi utan att ekonomiskt belastas med extra investeringar för distributionsnät och tillsatsenheter för reserv- och spetslastproduktion. Vidare föreligger potentiella möjligheter att under ett första utbyggnadsskede kunna tillvarata en icke oväsentlig del solenergi utan investeringar i kostsamma säsongslager. En enkel lösning är att värma returvattnet i fjärrvärmesystemet, som framgår av figur 1.1. Utan investering i lager kan teoretiskt ca 10 % av det årliga energibehovet tillgodoses med solenergi, vilket åskådliggörs av figur 1.2. För landets samtliga värmeverk motsvarar detta ca 3 TWh per år, vilket är ungefär hälften av vad som årligen produceras i ett av våra kärnkraftverk.

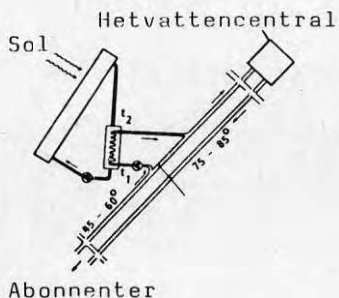


Fig. 1.1 Inkoppling av solfångare till fjärrvärmesystem

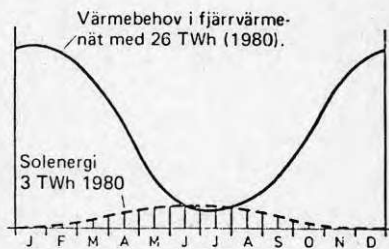


Fig. 1.2 Årsvariation av energibehov och möjlig solenergitillförsel utan årstidslagring i svenska fjärrvärmenät

Under 1980 utförde Svenska Värmeverksföreningen (VVF) och SISOL (Swedish Industries Solar Energy Association) med ekonomiskt stöd av Nämnden för energiproduktionsforskning en förstudie inom området solfjärrvärme. Studien omfattade i huvudsak en inventering av pågående och planerade projekt avseende solfångarsystem i kombination med befintliga fjärrvärmenät samt en undersökning av behov och möjligheter till projektsamordning inom området. Denna studie resulterade i ett förslag till ett samordnat huvudprojekt med inriktning på att bana väg för en kommersiell tillgänglighet av solvärmetekniken i våra fjärrvärmenät.

Beslut fattades i december 1980 om att genomföra det föreslagna huvudprojektet. Ett samarbete hade härvid inletts med Statens Vattenfallsverk som tillsammans med Bygghörsningsrådet bidrar med finansieringen.

Projektets arbetsprogram kan sammanfattas i följande moment

1. Projektering, upphandling och uppförande av en testanläggning, där ett större antal solfångare och system samtidigt kan provas i praktisk fjärrvärmedrift.
2. Drift och underhåll av testanläggning.
3. Mätningar och utvärdering av testanläggning.
4. Utveckling och komplettering av datorprogram samt beräkningar för driftsimulering och systemoptimering.
5. Marknadsundersökning med hinderanalys och värdering av verkliga förutsättningar för solfjärrvärme i landet.

Testanläggningen som förlagts inom Södertörns Fjärrvärmeaktiebolags distributionsområde i Botkyrka ca 20 km SV om Stockholm färdigställdes för idrifttagning under februari 1982. Insamling av mätdata kunde påbörjas den 14 april och beräknas pågå under en period av minst två år.

Förutom uppförandet av testanläggningen har inom ramen för projektet hittills utförts datorberäkningar dels för en grov prioritering av solfångare och system dels för driftsimulering av testanläggningen. Återstående beräkningsarbete för systemoptimering avses att baseras på praktiska mätresultat från testanläggningen och kommer att kunna påbörjas tidigast när resultat från en hel driftsäsong föreligger.

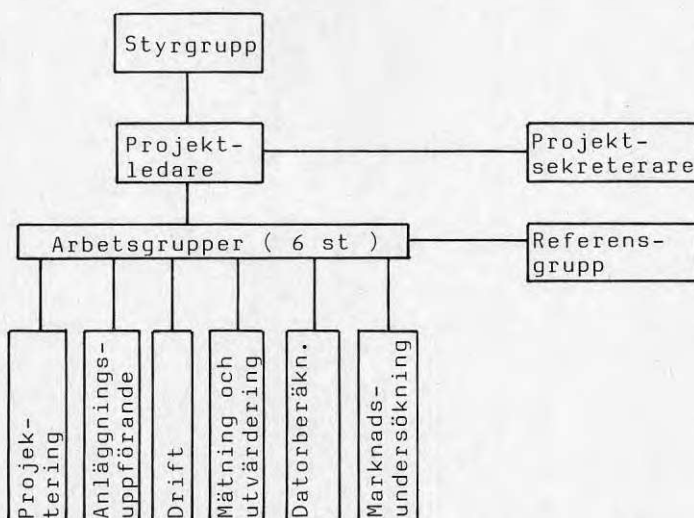
Arbetet vad avser marknadsundersökning har hittills bedrivits som ett mer fristående projektavsnitt. Resultat från en markinventering som genomförts i fem olika kommuner finns redovisat i en redan publicerad delrapport (1). Avsikten är att som grund för den mer slutliga värderingen av

marknadspotentialen utnyttja resultat från testanläggning och optimeringsberäkningar.

Den nu föreliggande rapporten avser främst att presentera utförandet av testanläggningen i Södertörn men innehåller även en del praktiska erfarenheter och preliminära mätresultat från den korta tid som anläggningen varit i drift.

1.2 Projektarbetets organisation och uppläggning

Huvudprojektets organisation kan åskådliggöras enligt följande



I styrgruppen ingår följande personer:

Halvard Gedung	Svenska Värmeverksföreningen/ Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag
Torbjörn Waldenby	Svenska Värmeverksföreningen
Rolf Mårtensson	SISOL
Hans Sjöberg	SISOL
Bengt Nordström	Statens Vattenfallsverk
Nils-Göran Karlsson	Energiprojekt AB

Ansvarig projektledare är Halvard Gedung, Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag.

Som projektsekreterare och biträdande projektledare fungerar Nils-Göran Karlsson, Energiprojekt AB.

Projektering av testanläggningen har handlagts av en arbetsgrupp bestående av personal från Statens Vattenfallsverk och Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag (SFAB). Vattenfall har ansvarat för projekteringen av mark- och byggnadsarbeten, VVS-installationer samt styr- och övervakningsanläggning. SFAB har ansvarat för projekteringen av fjärrvärme- och elinstallationer. Till hjälp för projekteringen på VVS-sidan har Vattenfall anlitat Rörtekniska Byrån AB. I övrigt har projekteringsarbetet utförts med egen personal hos såväl Vattenfall som SFAB.

Anläggningsuppförandet med SFAB som beställare har skett genom kommersiell upphandling av

- Solfångarutrustning
- Mark- och byggentreprenad
- VVS-entreprenad inkl. styr- och övervakningsanläggning
- Elentreprenad
- Fjärrvärmeentreprenad

Samordning, byggkontroll och leveransuppföljning har utförts av SFAB:s egen personal i samarbete med personal från Vattenfall.

För drift och underhåll av anläggningen svarar SFAB:s ordinarie driftpersonal.

För mätning och utvärdering av testanläggningen har anlitats Studsvik Energiteknik AB, där arbetet utföres under ledning av Heimo Zinko.

Datorberäkningar och programutveckling utföres av Studsvik Energiteknik AB, med Rune Håkansson som ansvarig handläggare.

Marknadsundersökningsarbetet utföres delvis som ett fristående projektavsnitt under ledning av Hans Gransell, Studsvik Energiteknik AB (tidigare Rejlers Ingenjörbyrå AB) tillsammans med Jerzy Grynblatt, Rejlers Ingenjörbyrå AB. Arbetet bedrivs i nära samarbete med ett antal representativt utvalda fjärrvärmekommuner i landet.

I projektets referensgrupp, som hittills i huvudsak hanterat frågor rörande systemval och datorberäkningar ingår följande personer:

Per Almqvist	Stockholms Energiverk
Hans Gransell	Studsvik Energiteknik AB
Rune Håkansson	- " -
Nils-Göran Karlsson	Energiprojekt AB
Björn Karlsson	Vattenfall
Mats Larsson	- " -
Rolf Mårtensson	SISOL
Hans Sjöberg	- " -

I gruppen har under testanläggningens projekteringsfas även ingått

Per-Olov Karlsson

Vattenfall

Finansieringen av testanläggningen har skett med s.k. experimentbyggnadslån, som beviljats av Statens råd för byggnadsforskning (BFR). Kostnader för större delen av projekteringsarbetet har dock finansierats av Statens Vattenfallsverk.

För mätning och utvärdering, datorberäkningar samt marknadsundersökningar sker finansieringen med forskningsanslag från BFR.

2 PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Testanläggningens syfte

Utgångspunkten för uppförande av testanläggningen har varit att hittills genomförda försöksprojekt och provningar icke bedömts ge tillfredsställande underlag för komponent- och systemval vad avser solfjärrvärme. Småskalighet och skillnader i lokala förutsättningar (solinstrålning, temperaturförhållanden, vald driftstrategi, driftpersonal, m.m.) har gjort att provresultaten inte är jämförbara med den tillförlitlighet som är nödvändig.

Syftet med den aktuella anläggningen är att genom fältmässiga försök få fram underlag för vidareutveckling av produkter och systemlösningar, underlag för beräkningsmässiga systemoptimeringar samt underlag för bättre bedömning av kostnader och förutsättningar avseende solvärmeanvändning i befintliga fjärrvärmesystem.

Huvudpremisserna för anläggningsutformningen har varit

att olika system, olika fabrikat och olika produktgenerationer, under en längre tid och på samma plats, skall kunna jämföras under så långt möjligt likartade förhållanden.

att systemfunktion, totalverkningsgrad, materialproblem, driftsäkerhet och behov av underhåll, m.m. skall studeras under praktiska driftförhållanden.

att anläggningen skall ges sådan storlek att resultatet därifrån med tillfredsställande säkerhet direkt kan tillämpas för fullskaleanläggningar.

Den ursprungliga målsättningen var att uppföra en anläggning omfattande 8 à 10 olika solfångarfabrikat respektive system, eventuellt i kombination med värmepump. Efter samråd med BFR reducerades av kostnadsskäl omfattningen till 6 fabrikat och system. Möjlighet till en framtida utökning till 10 fabrikat/system skulle dock beaktas.

Dokumentation av drift och underhåll samt insamling och utvärdering av mätdata avses i första hand ske under en period av 2 år.

2.2 Avgränsningar i produkt- och systemval

Av naturliga skäl är det inte möjligt att i praktisk drift kunna testa alla typer av solfångare och systemvarianter som kan tänkas komma till användning. Viktigt är emellertid att valet av komponenter och system för en testanläggning av detta slag görs med viss prioritet och på ett sätt så att provningsresultaten kan utnyttjas för att verifiera de datorprogram som

utvecklas. Möjligheter finns sedan till mer omfattande och systematiska studier för att optimera utformningen av framtida kommersiella anläggningar.

Som underlag för produkt- och systemval har Studsvik Energiteknik AB utfört datorberäkningar med inriktning på att ekonomiskt gradera olika systemlösningar. Beräkningarna har utförts med Studsviks tidigare utvecklade program Solopt och omfattat en anläggningsstorlek på 2,5 MW med följande systemlösningar (jfr figur 2.1):

- a. Referensalternativ. Renodlat värmepumpssystem med värmepump (luft/vatten), kopplad direkt till fjärrvärmenätet.
- b. Renodlat solfångarsystem med solfångare kopplade via värmeväxlare till fjärrvärmenätet.
- c. Hybridsystem med solfångare kopplade via värmepump (vatten/vatten) till fjärrvärmenätet.

I samtliga systemfall har förutsatts inmatning av värme till fjärrvärmenätets returledning utan mellanliggande lager.

Beräkningarna har genomförts för ett uppskattat kostnadsläge år 1980 och med följande förutsättningar

- Real kalkylränta, 4 %
- Avskrivningstid, 15 år
- Real prisreduktion för solfångare, 3 resp 5 % per år
- Real prisökning för el, 2 % resp 4 % per år
- Fjärrvärmtemperaturer, lågtemperatursystem 40-60°C resp. normaltemperatursystem 50-80°C.

I alternativet med enbart solfångare har beräkningar utförts för fyra olika solfångartyper. Den beräknade relativa värmekostnaden, som funktion av absorbatorns medeltemperatur framgår av figur 2.2. Inom det aktuella temperaturområdet för solfjärrvärme (absorbatortemperatur $\geq 45^{\circ}\text{C}$) erhöles följande prioriteringsordning

1. Vakuurrör
2. Plan, selektiv
3. Plan, svart, l-glas
4. Plan, svart, oglasad

Resultatet av de systemjämförande beräkningarna framgår av nedanstående tabeller. Resultatet visas även grafiskt i figurerna 2.3 och 2.4.

Tabell 2.1 Relativ värmekostnad som funktion av investeringsår vid 3 % årlig real prisreduktion på solfångare och 2 % årlig real prisökning för el

System	Renodlat värmepumpsystem		Renodlat solfångarsystem		Hybrid-system	
	40/60°C	50/80°C	40/60°C	50/80°C	40/60°C	50/80°C
Investerings- år						
1981	1,00	1,37	2,54	2,98	2,22	2,53
1985	1,09	1,50	2,19	2,56	2,14	2,37
1990	1,18	1,63	1,88	2,21	2,07	2,20
1995	1,28	1,80	1,61	1,88	2,03	2,07
2000	1,40	1,94	1,38	1,61	2,01	1,97

Tabell 2.2 Relativ värmekostnad som funktion av investeringsår vid 5 % årlig real prisreduktion på solfångare och 4 % årlig real prisökning för el

System	Renodlat värmepumpsystem		Renodlat solfångarsystem		Hybrid-system	
	40/60°C	50/80°C	40/60°C	50/80°C	40/60°C	50/80°C
Investerings- år						
1981	1,17	1,62	2,54	2,98	2,27	2,60
1985	1,38	1,93	1,96	2,30	2,20	2,41
1990	1,64	2,30	1,53	1,79	2,30	2,36
1995	1,97	2,76	1,17	1,38	2,50	2,40
2000	2,35	3,32	0,91	1,08	-	-

Beräkningsresultaten har analyserats och diskuterats inom såväl referensgrupp som styrgrupp varvid följande slutsatser har dragits:

- System med enbart värmepump, luft/vatten, är ett klart intressant alternativ inom de närmaste 15-20 åren. Behov synes dock ej finnas att testa systemet inom ramen för detta projekt. För jämförelse kan resultat från andra projekt utnyttjas.

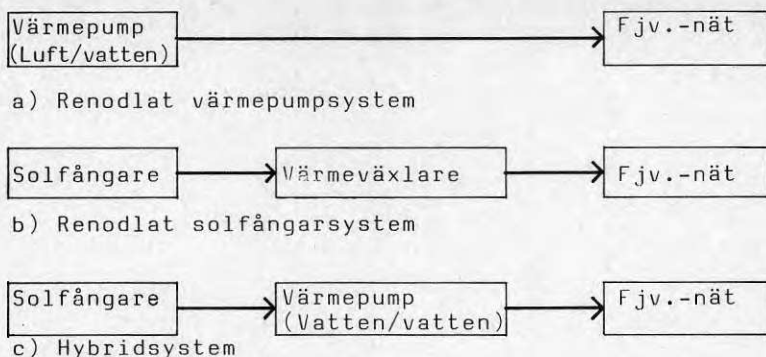


Fig. 2.1 Ekonomiskt studerade systemlösningar

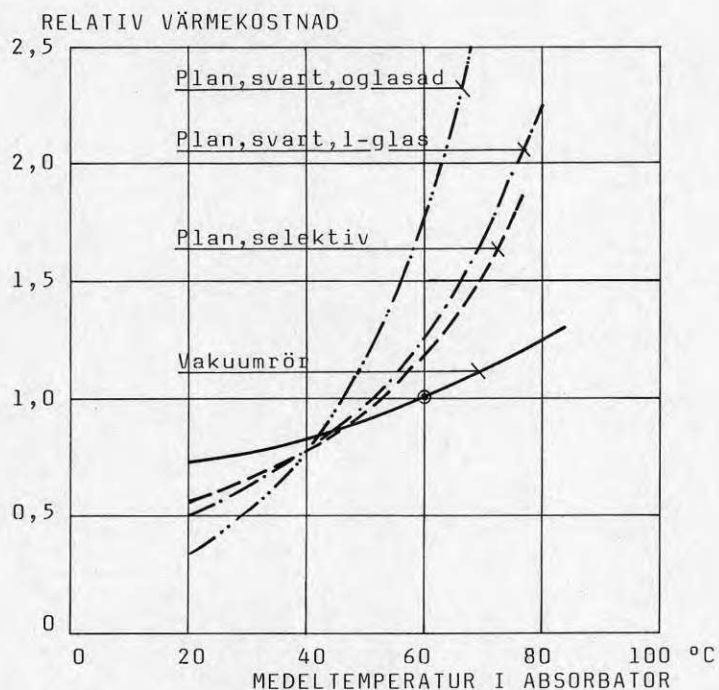


Fig. 2.2 Ekonomisk prioritetsordning för solfångare vid olika temperatur-användning (Baserat på uppskattat kostnadsläge år 1980).

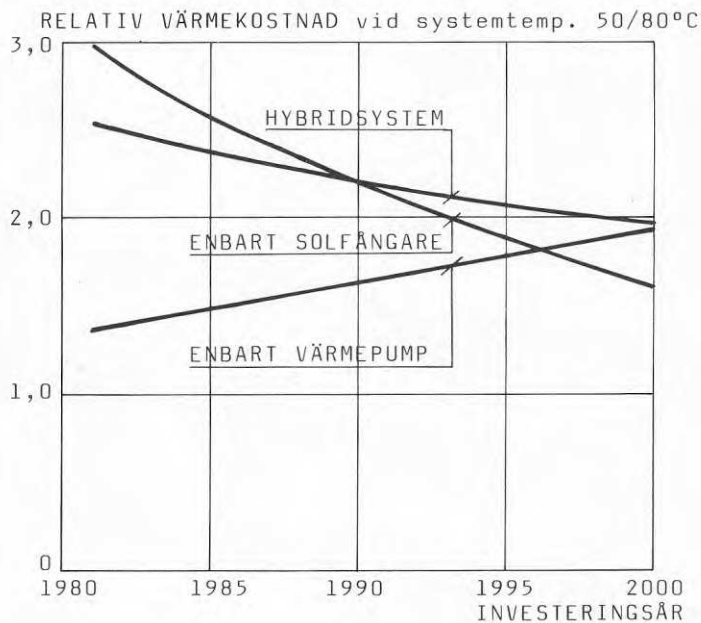
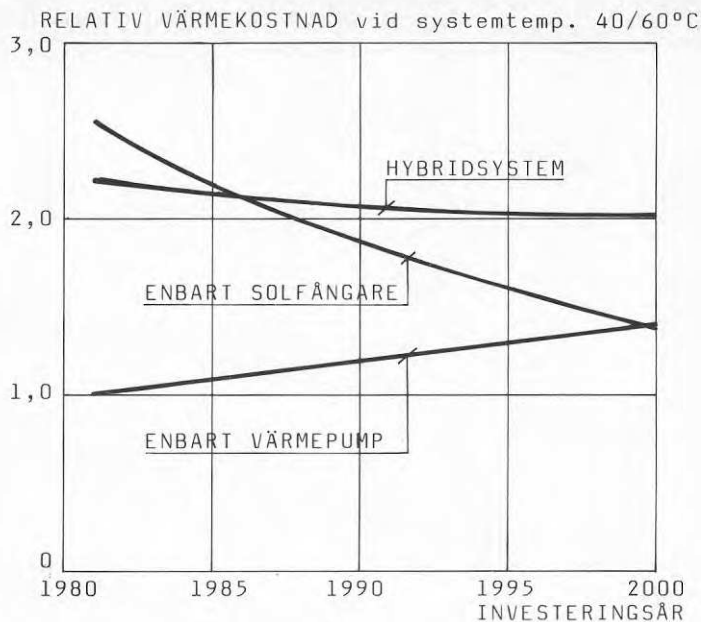


Fig. 2.3 Beräknad kostnadsutveckling vid 3 % årlig real prisreduktion på solfångare och 2 % årlig real prisökning för el (Baserat på antaget kostnadsläge år 1980).

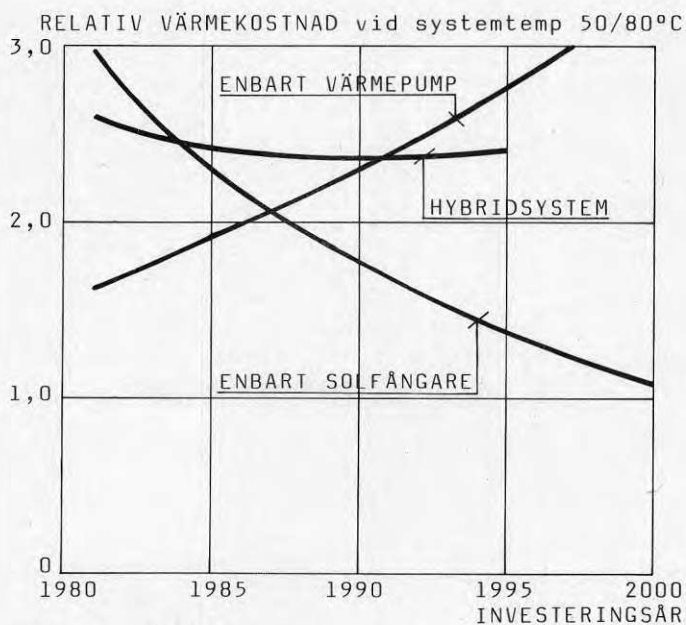
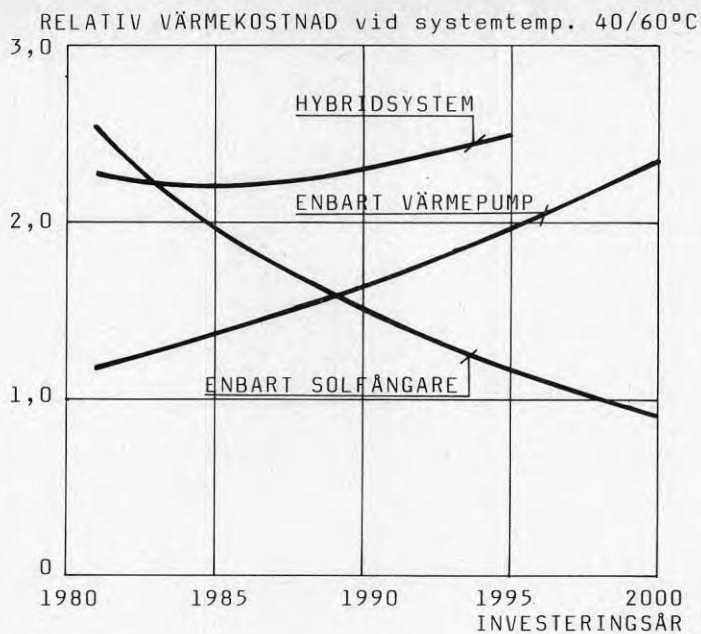


Fig. 2.4 Beräknad kostnadsutveckling vid 5 % årlig real prisreduktion på solfångare och 4 % årlig real prisökning på el (Baserat på antaget kostnadsläge år 1980).

- Hybridsystem förefaller ej meningsfullt att testa p g a dålig konkurrenskraft på lång sikt. Systemlösningen är sannolikt mer lämpad för solvärme-centraler med långtidslager.
- Vid val av solfångartyper till testanläggningen bör man med säkerhet kunna utesluta oglasade konstruktioner.

Som direktiv för projektering av testanläggningen fastslogs följande:

- I första hand skall anläggningen planeras för test av renodlade solfångarsystem utan värmepump. Utrymme bör dock reserveras för åtminstone ett hybridsystem.
- Av solfångartyper bör såväl plana, selektiva som vakuumrörssolfångare vara representerade.

2.3 Dimensionerande data och driftstrategier

Exempel på normala temperaturer och flödesförhållanden i befintliga fjärrvärmenät finns redovisade i figurerna 2.5 och 2.6.

Hittillsvarande praxis har varit att dimensionera fjärrvärmesystemen för en framledningstemperatur av 120°C och en returtemperatur på 70°C vid maximalt beräknat effektuttag. Vid minskat effektuttag regleras vanligtvis framledningstemperaturen successivt ner till en lägsta nivå på $75-80^{\circ}\text{C}$, som måste upprätthållas för att möjliggöra tappvarmvattenberedning i abonnentcentralerna. Returtemperaturen och vattenflödet i fjärrvärmenätet är dels beroende av vilken typ av abonnenter (bostäder, industrier, e.t.c) som dominerar i nätet och dels beroende av abonnentcentralernas utformning och typ av reglerutrustning. Returtemperaturens profil kan således variera från fjärrvärmenät till fjärrvärmenät och även inom ett och samma fjärrvärmenät beroende på var i nätet mätningen göres. Som exempel kan nämnas att returtemperaturen vid Fittjaverket i Södertörns Fjärrvärmeaktiebolags fjärrvärmenät ligger på $42-47^{\circ}\text{C}$ vid utomhustemperaturer i området $+10\dots+20^{\circ}\text{C}$. Detta är $5-10^{\circ}\text{C}$ lägre än vad exemplet i figur 2.5 visar.

Vid solvärmeanvändning utan säsongslagring kan man räkna med att inmatning till befintliga fjärrvärmesystem kommer att ske då kravet på framledningstemperaturer ligger vid $75-85^{\circ}\text{C}$ och då returtemperaturen varierar mellan $45-60^{\circ}\text{C}$. I planerade fjärrvärmesystem göres försök att mer och mer introducera lågtempererade system men även i befintliga system är det en allmän strävan att sänka såväl retur- som framledningstemperatur. För framtida installationer bör man därför kunna räkna med något lägre temperaturnivåer än de här angivna.

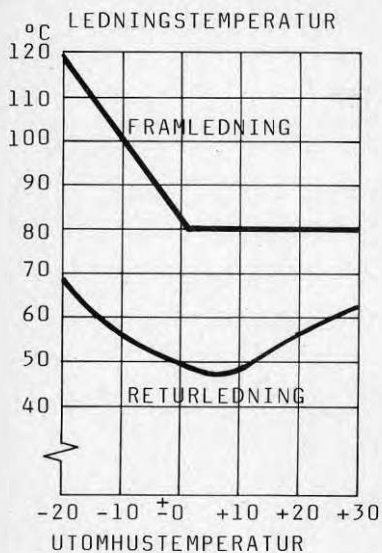


Fig. 2.5

Exempel på ledningstemperaturer i befintliga fjärrvärmenät som funktion av utomhustemperaturen.

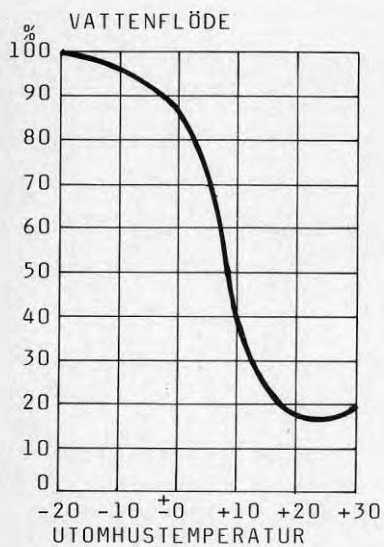


Fig. 2.6

Exempel på relativt vattenflöde i befintliga fjärrvärmenät som funktion av utomhustemperaturen.

För att på bästa sätt utnyttja solfångarnas prestanda är det angeläget att medeltemperaturen på in- och utgående medium hålles så låg som möjligt. Plana, selektiva solfångare är i detta avseende känsligare än vakuümörssolfångare (jfr. figur 4.1).

Det naturligaste sättet att hålla nere medeltemperaturen i solfångarna är att ansluta solvärmeanläggningen till fjärrvärmenätets returledning, som framgår av fig. 2.7. Inkopplingsprincipen förutsätter dock att fjärrvärmeflödet i inkopplingspunkten är tillräckligt stort för att kyla bort värmen från solfångaranläggningen. Vid små solfångaranläggningar i förhållande till fjärrvärmenätets storlek eller då solfångaranläggningen är placerad nära den ordinarie produktionsanläggningen där flödet är som störst, kan man med denna inkopplingsprincip i många fall kanske klara sig med en temperaturhöjning på 10°C eller mindre. Om målsättningen är att få så stort bidrag som möjligt från solvärmen utan årstidslagring blir det dock nödvändigt att höja temperaturen upp till fjärrvärmenätets normala framledningstemperatur.

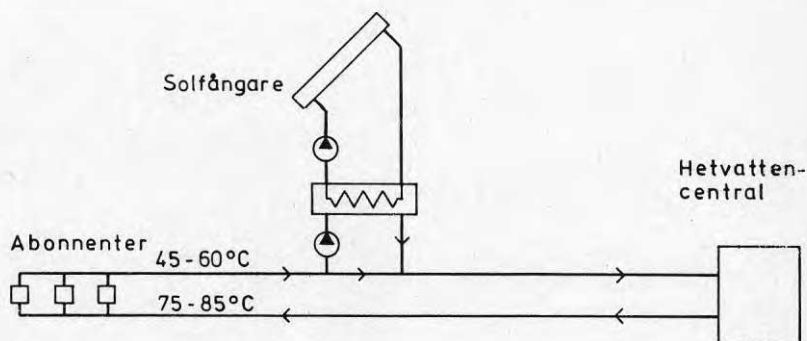
Svårigheter att finna tillräckligt stora markområden för en solvärmeanläggning i direkt anslutning till den ordinarie produktionsanläggningen gör att inkoppling till fjärrvärmesystemet kanske måste göras långt ut i nätet. Det normala fjärrvärmeflödet i inkopplingspunkten kan härvid bli otillräckligt och inkopplingen måste då ske som för en normal produktionsenhet, d.v.s mellan retur- och framledning (se figur 2.8). Utloppstemperaturen från anläggningen måste i detta fall alltid konstanthållas på en nivå, som överensstämmer med fjärrvärmenätets normala framledningstemperatur. Vidare måste anläggningen vara utrustad med en pump, som kan upprätthålla en för distributionen erforderlig tryckdifferens mellan fram- och returledning.

Mot bakgrunden av att både inkopplingsprinciperna enligt figur 2.7 och 2.8 kan bli aktuella för en framtida kommersiell användning fastslags att testanläggningen skulle byggas upp med sådan flexibilitet att följande driftfall blir möjliga att provas:

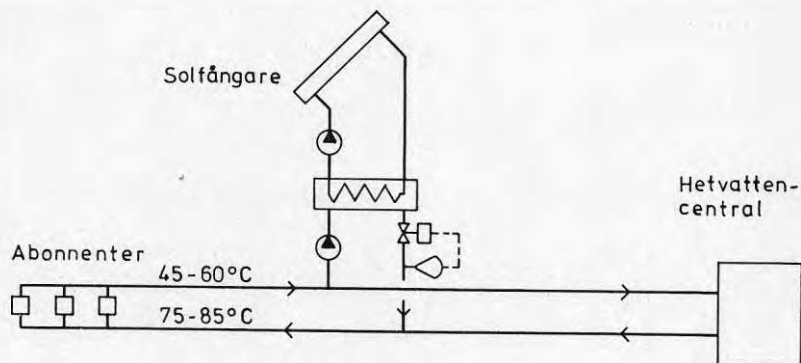
1. Reglerat fjärrvärmeflöde enligt fig. 2.8 med 80°C konstant utgående fjärrvärmetemperatur.
2. Reglerat fjärrvärmeflöde enligt fig. 2.8 med 60°C konstant utgående fjärrvärmetemperatur.
3. Konstant litet fjärrvärmeflöde enligt fig. 2.7 med temperaturhöjning på fjärrvärmesidan varierande mellan 0 och 30°C beroende av solinstrålningen.
4. Konstant stort fjärrvärmeflöde enligt fig. 2.7 med temperaturhöjning på fjärrvärmesidan varierande mellan 0 och 10°C beroende av solinstrålningen.

För den effektmässiga dimensioneringen av anläggningen fastslogs följande data:

- Ing. fjärrvärmtemp. 50°C
- Utg. fjärrvärmtemp. 60°C resp. 80°C
- Max. total solinstrålning mot solfångarens plan 1000 W/m^2
- Omgivningstemp. $+ 20^{\circ}\text{C}$
- Vindstyrka 3 m/s



Figur 2.7 Anslutning till returledning



Figur 2.8 Anslutning mellan retur- och framledning

3 ALLMÄN BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN

3.1 Läge, klimat och yttre anläggningsförhållanden
 Anläggningen är uppförd på ett fält knappt 2 km norr om Tumba (ca 20 km SV om Stockholm) och är ansluten till befintlig fjärrvärmeledning i Södertörns Fjärrvärmeaktiebolags distributionssystem. Se orienteringskarta, figur 3.1.

Läget kännetecknas av följande klimatförhållanden:

Latitud	59 ⁰ 21' N
Longitud	18 ⁰ 4' E
Årsmedeltemperatur	+ 6,6 ⁰ C
Minimitemperatur	-28,2 ⁰ C
Maximitemperatur	+35,4 ⁰ C
Genomsnittlig solinstrålning mot horisontell yta	1000 kWh/m ² , år

Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag (SFAB) ägs av Botkyrka och Huddinge kommuner. Verksamheten startade 1970 och den anslutna belastningen är idag uppe i drygt 500 MW, vilket placerar bolaget bland de 10 största värmeverken i landet. Inom distributionsområdet bor ca 145.000 människor. Den huvudsakliga värmeproduktionen sker i tre oljeeldade hetvattencentraler placerade i Fittja, Huddinge och Skogås. Från sommaren 1983 sker ihopkoppling ledningsmässigt med Södertälje och den koleldade produktionsanläggningen om 360 MW i Igelsta. 85 % av energin blir då kolbaserad. Hetvattnet distribueras i ledningar om totalt 140 km längd och med största diameter 1000 mm. Vattenvolymen i ledningssystemet är ca 14000 m³.

Vid planeringen av anläggningen har fem olika lägen detaljstuderats. Avgörande faktorer för det slutliga lägesvalet har varit:

- a. Avståndet till befintligt fjärrvärmesystem.

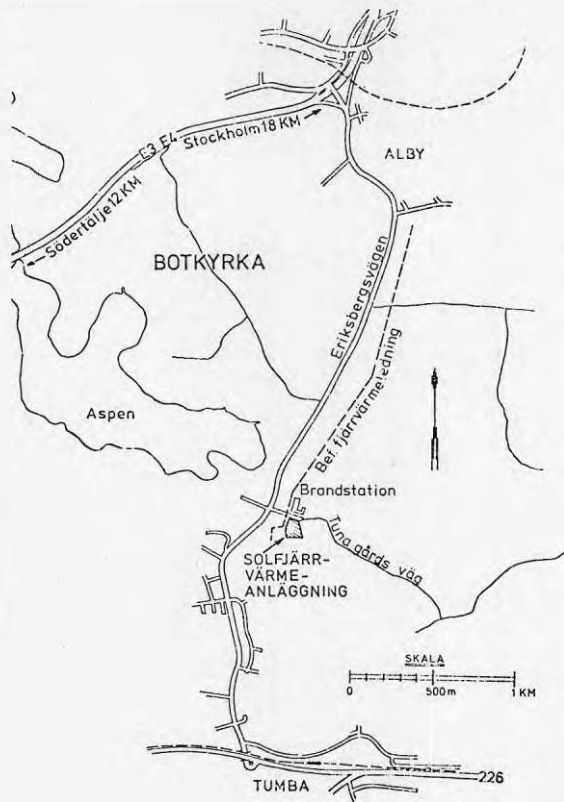
Befintlig fjärrvärmeledning med diameter 700 mm passerar endast 20-30 m utanför anläggningens områdesgräns.

- b. Fjärrvärmeflöde i inkopplingspunkten.

Tillgängligt returvattenflöde sommartid är mer än tillräckligt för att omhänderta producerad värme utan lagring eller dumpning.

- c. Ägarförhållanden.

Marken ägs av Botkyrka kommun och utarrenderas för ändamålet under en tid av 10 år. Inköp av mark har således inte varit nödvändig.



Figur 3.1 Orienteringskarta

- d. Markområdets art och beskaffning samt skuggningsförhållanden.

I gällande plan ligger den arrenderade marken inom gatuområde för en planerad omläggning av Eriksbergsvägen. Tidigare har marken i huvudsak utnyttjats som betesmark. Området är förhållandevis plant med svag lutning mot söder. Skuggningseffekter från omgivande terräng och vegetation är förhållandevis lika över hela anläggningsområdet. En trädbevuxen höjdrygg söder om området medför att solfångarfältet kommer att vara helt skuggat under november, december och januari. Under oktober och februari är fältet skuggat på morgonen fram till ungefär kl. 9 och på kvällen från ungefär kl. 15. I övrigt förekommer ingen skuggning från omgivningen.

- e. Anslutningsmöjligheter för VA och el.

Kommunalt vatten och avlopp samt el finns framdraget för anslutning strax utanför områdesgränsen.

- f. Tillfartsmöjlighet.

Anläggningsområdet gränsar till befintlig väg.

- g. Kringliggande bebyggelse.

Norr om och med utsikt över anläggningsområdet ligger Tumba brandstation. Stationen som är bemannad dygnet runt har bedömts som en värdefull tillgång med hänsyn till de risker för sabotage och skadegörelse som föreligger vid en obemannad anläggning av denna typ.

3.2 Installerade solfångarfabrikat

För de nu pågående försöken har totalt installerats ca 1000 m² solfångare fördelat på följande sex fabrikat

- TeknoTerm Systems AB	144 m ²
- Philips	127 m ²
- Gränges Aluminium	191 m ²
- Nyby Solfångarsystem AB	192 m ²
- AB Svenska Fläktfabriken	192 m ²
- General Electric / Bahco	150 m ²

Tre av fabrikaten (Gränges, Nyby och Sv. Fläkt) är av typen plana, selektiva. Ett av fabrikaten (TeknoTerm) är av typen plan, selektiv med täckskikt av evacuerade glasrör. Två av fabrikaten (Philips och General Electric) är av typen vakuumsrör.

En utförligare beskrivning av solfångarna finns redovisad under punkt 4.1.

Urvalet av solfångarfabrikat har skett i samråd med BFR efter anbudsinfordran från totalt sjutton svenska och utländska företag.

3.3 Principiell systemutformning, och funktion

3.3.1 Fjärrvärmekrets

För varje fabrikat av solfångare har uppförts separata solfångarkretsar med värmeväxlare anslutna mot en gemensam fjärrvärmekrets, se figur 3.2.

Fjärrvärmekretsen arbetar i normalfallet med ett delflöde av distributionsnätets returflöde, d.v.s med ventilen A öppen och ventilen B stängd. Pumpen P2 går kontinuerligt med ett konstant flöde motsvarande 10°C temperaturhöjning vid maximal effektproduktion, ca 580 kW. Fjärrvärmeflödet genom värmeväxlarna inkopplas och styrs individuellt beroende av producerad värme i respektive solfångarkrets. För ändamålet utnyttjas två styrventiler, SV1 och SV2, och två avstängningsbara instrykningsventiler, en för stort flöde (temp.-höjning max 10°C) och en för litet flöde (temp.-höjning max 30°C). När förutsättningar för värmeleverans från en enskild solfångarkrets ej föreligger är fjärrvärmeflödet genom den tillhörande värmeväxlaren automatiskt avställt (se även pkt. 3.2).

För att undvika oönskade flödesvariationer genom värmeväxlarna konstanthålles differenstrycket mellan kretsens fram- och returledning med hjälp av en överströmningssventil i kretsens slutända.

Vattencirkulationen i kretsen övervakas med en flödesvakt, som avger larm vid flödesbortfall. Larm erhålles även vid utlöst överströmsskydd för pumpen P2.

Om pumpen P2 har havererat finns möjlighet att åstadkomma ett nödkylningsflöde genom att utnyttja differenstrycket i distributionsnätet. Härvid hålles ventilen A stängd och ventilen B öppen så att flöde erhålles från distributionsnätets framledning. På samma sätt kan ett mindre varmhållningsflöde åstadkommas för att undvika frysning under vinterns avställningsperiod.

3.3.2 Solfångarkrets utan dränering

För samtliga fabrikat utom Philips är solfångarkretsarna uppbyggda som slutna system utan dränering under stilleståndsp perioder. Figur 3.3 visar i förenklad form denna typ av systemuppbyggnad. Tekniska data och ett mer detaljerat flödesschema för respektive system återfinnes under pkt. 4.3.

Tryckhållning och expansionsupptagning i systemet ombesörjes av ett slutet expansionskärl och tryckmässigt är systemet avsäkrat med säkerhetsventil.

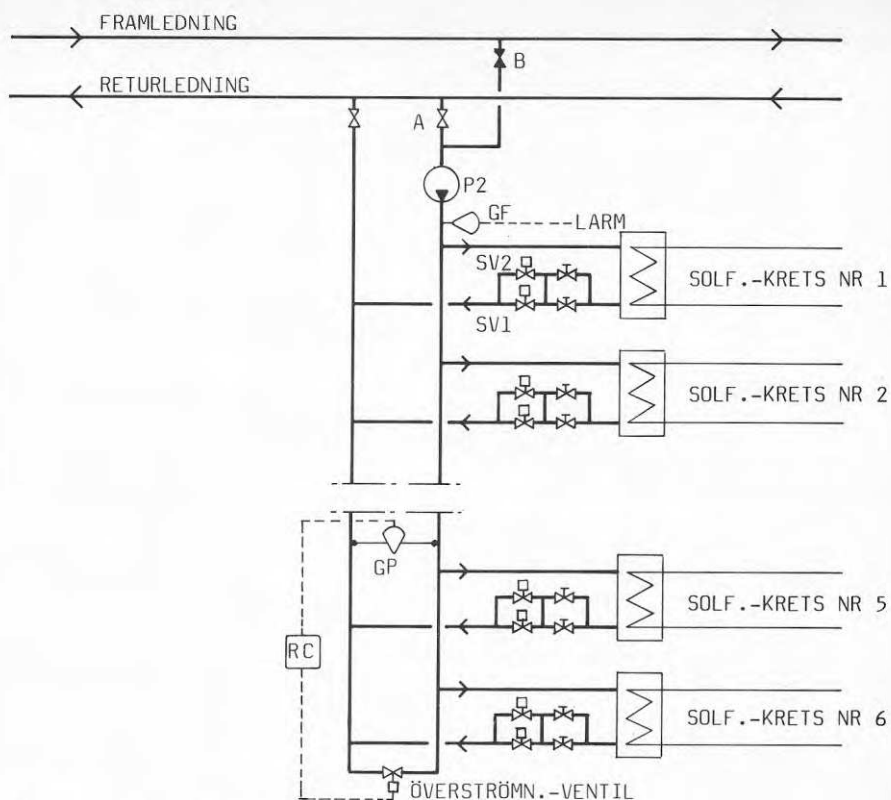


Fig. 3.2 Fjärrvärmekrets

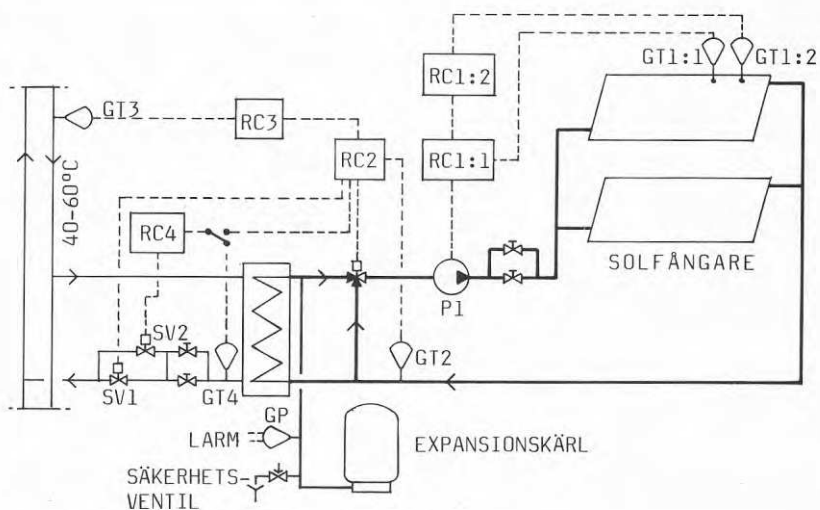


Fig. 3.3 Solfångarkrets utan dränering

Kretsen är ej avsedd att tömmas under vintertid och som värmebärarmedium användes därför glykolblandat vatten med fryspunkt omkring -20°C . Termisk själv-cirkulation genom värmeväxlaren och därmed sammanhängande frysrisk på fjärrvärmesidan förhindras genom att trevägsventilen automatiskt hålles stängd mot värmeväxlaren under avställningsperioder.

Funktionsmässigt är kretsen dimensionerad och uppbyggd för att klara fyra olika driftfall (jfr pkt. 2.3).

Med vissa förenklingar kan funktionen beskrivas enligt följande:

Temperaturgivare GT1:1 startar pump P1 via reglercentral RC1:1 när temperaturen i solfångarrampen uppgår till $+45^{\circ}\text{C}$. Pumpen stoppar med viss fördröjning när temperaturen sjunkit till $+20^{\circ}\text{C}$. Önskat stort eller litet pumpflöde (max. temp.-höjning 10°C resp. 30°C) erhålles genom manuell omställning av strypventilerna på pumpens trycksida.

Temperaturgivarna GT2 och GT3 styr via reglercentralerna RC2 och RC3 trevägsventilen så att framledningstemperaturen från solfångarrampen upprätthålles på en mininivå av ca 5°C över fjärrvärmesidans returledningstemperatur.

Samtidigt som trevägsventilen börjar öppnas mot värmeväxlaren, öppnas en magnetventil SV1 så att ett mindre "startflöde" erhålles på fjärrvärmesidan. Detta sker när framledningstemperaturen från solfångarrampen överstiger fjärrvärmesidans inloppstemperatur med 1 à 2°C .

Styrventilen SV2 träder i funktion när magnetventilen SV1 har öppnat och kan via en omkopplare för reglercentralen RC4 utnyttjas på två olika sätt. I det ena fallet styrs ventilen från GT4 så att värmeväxlarens utloppstemperatur konstanthålles på önskat värde, 60°C alt. 80°C . I det andra fallet öppnas ventilen helt, varvid ett konstant fullflöde erhålles genom värmeväxlaren. Önskat stort eller litet fullflöde (max. temp.-höjning 10°C resp. 30°C) erhålles genom manuell omställning av strypventilerna i kopplingsledningen.

Temperaturgivaren GT1:2 blockerar vid spänningsbortfall pump P1 via reglercentral RC1:2 när temperaturen i solfångarrampen blir otillåtet hög. Pumpen hålles blockerad tills temperaturen sjunkit till $+45^{\circ}\text{C}$. Denna funktion är till för att förhindra skador som kan uppstå på grund av termisk chockverkan vid tillförsel av nedkyllt värmebärarmedium till överhettade solfångare. Torrkokning och överhettning till den s.k. stagnationstemperaturen skall normalt inte skada solfångarna.

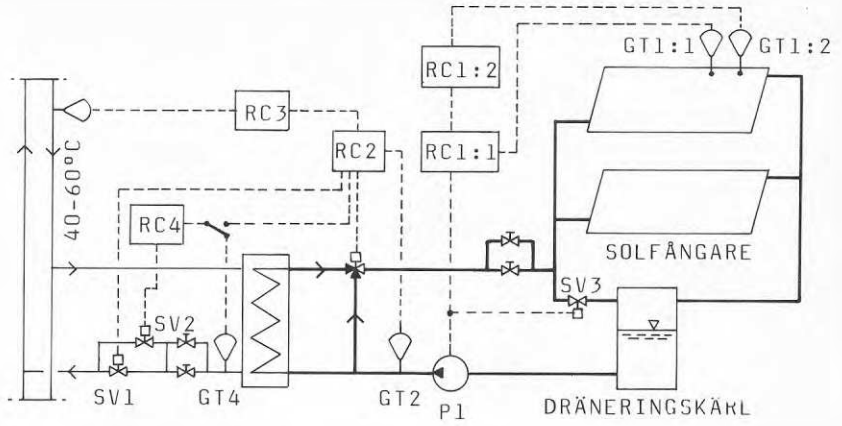


Fig. 3.4 Solfångarkrets med dränering

Det statistiska trycket i systemet övervakas med en tryckvakt, som avger larm vid för högt respektive för lågt tryck. Larm erhålles även vid utlöst överströmskydd för pumpen P1.

För två av systemen (TeknoTerm och Sv. Fläkt) har på önskemål av tillverkarna införts en variant med varvtalsreglering av pumpen P1. Varvtalsregleringen arbetar härvid i sekvens med regleringen av trevägsventilen. Start av pumpen P1 sker på lägsta varvtal och en ökning av varvtalet sker först sedan trevägsventilen öppnat helt mot värmeväxlaren. Fördelen, som kan förväntas med denna lösning är att medeltemperaturen i solfångarna hålls nere och att verkningsgraden därigenom skulle bli bättre. Nackdelar i form av försämrade flödesfördelning och tidsfördröjningar i systemet kan dock få en motsatt effekt.

3.3.3 Solfångarkrets med dränering

För fabrikat Philips är solfångarkretsen uppbyggd som ett öppet system med ett lågt liggande dräneringskärl. Figur 3.4 visar i förenklad form denna typ av systemuppbyggnad. Tekniska data och ett mer detaljerat flödesschema återfinnes under pkt. 4.3.

Under stilleståndsp perioder är solfångarmodulerna helt tömda på vätska och uppfyllning sker först när pumpen P1 startar. Uppfyllning och dränering möjliggörs av ventilen SV3, som automatiskt stänger och öppnar ledningsförbindelsen till dräneringskärl, samtidigt som pumpen P1 startar respektive stoppar.

För funktionen i övrigt gäller vad som beskrivits för de icke dränerade systemen under pkt. 3.3.2.

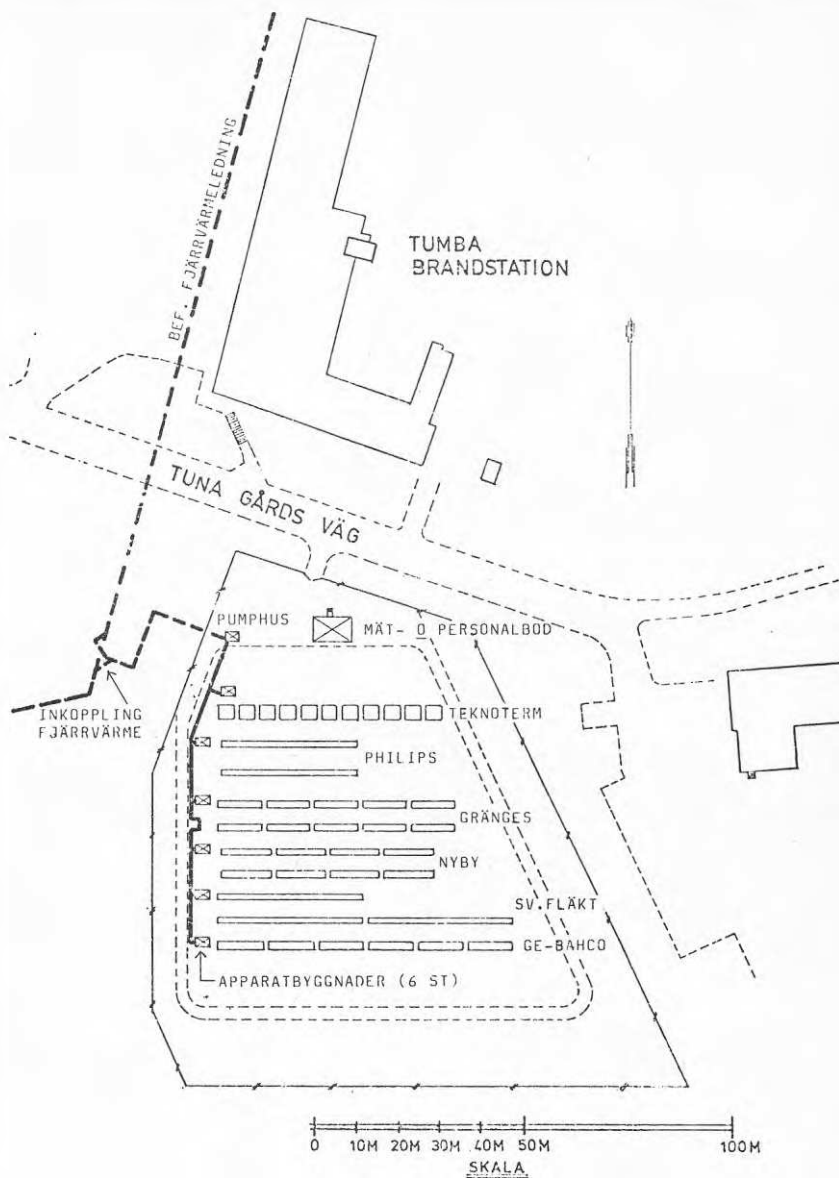
En av fördelarna med systemet är att dränering kan ske till ett uppvärmt utrymme, vilket medför att frysrisk kan elimineras utan tillsats av glykol. I testanläggningen har emellertid tillsatts en mindre mängd glykol, främst av försiktighetsskäl med hänsyn till att varmhållning av apparatutrymmen sker med el, som kortvarigt kan falla ur.

En minskad eller eliminerad glykoltillsats innebär att systemets värmeöverföringsegenskaper förbättras. Värmeväxlarytor kan göras mindre och solfångarnas absorberortemperatur kan hållas lägre med påföljande förbättring av verkningsgraden.

3.4 Områdesdisposition

Figur 3.5 visar en situationsplan över anläggningsområdet.

Solfångarna har monterats i parallella rader med radavstånd och montagehöjder anpassade så att solfångarytorna blir helt solbelysta vid en solhöjd större än 20°.



Figur 3.5 Situationsplan

Av praktiska skäl, främst med hänsyn till rördragning o dyl har raderna indelats fabrikatvis. Radlängderna är därför något olika och följderna blir att skuggningen från framförvarande rader blir något varierande för de olika fabrikaten. Raden längst fram i fältet blir dessutom inte alls skuggad av någon framförliggande solfångare.

Installation av skuggskärmar för att få helt likartade förhållanden har diskuterats, men har tillsvidare skjutits på framtiden. Risk finns att en installation av skärmar kan orsaka turbulenta vindförhållanden, som negativt kan påverka mätresultaten. Det har därför bedömts vara bättre att beräkningsmässigt göra en viss korrektion för olikheterna.

För varje fabrikat har i direkt anslutning till solfångaruppställningen uppförts en mindre apparatbyggnad (ca 2 x 3 m) i vilken pumpar, värmväxlare, m.m. har placerats. En motsvarande byggnad har uppförts för placering av fjärrvärmekretsens cirkulationspump och elcentral för området.

I ett första skede av projekteringen avsågs att bygga en gemensam apparatbyggnad för samtliga fabriker. Tanken på detta släpptes emellertid med hänsyn till att överföringsledningarna i vissa solfångarkretsar skulle bli alltför långa för att få tillfredsställande jämförelse av systemens dynamiska egenskaper. Mycket talar för att det även vid större kommersiella anläggningar kan vara fördelaktigt att dela upp anläggningen i mindre delsystem med apparatrumsfunktionen uppdelad på flera enheter.

I områdets norra del finns en enkel mät- och personalbod uppställd. Boden är av normal byggarbetsplatsstandard och innehåller utrustning för mätvärdesinsamling, personalutrymmen i form av pentry, omklädningsrum med dusch- och tvättmöjligheter, 2 st WC samt ett mindre förrådsutrymme.

För att möjliggöra lättare transporter under montage-tiden har hela ytan kring solfångarramperna fyllts upp med ett 25 cm tjockt förstärkningslager av grus. Runt området samt vid infarten kring mät- och personalboden har anlagts en transportväg för något tyngre transporter.

Kring det direkta anläggningsområdet har uppförts ett 2 m högt industristängsel. Inom det inhängnade området har utrymme reserverats för ytterligare 2 à 3 fabriker av solfångare. Möjlighet finns dock att vid eventuella framtida behov utnyttja ytterligare mark söder om det inhängnade området.

4 ANLÄGGNINGSDELARNAS TEKNISKA UTFORMNING

4.1 Solfångare

4.1.1 Tekniska data

Baserat på uppgifter från tillverkarna kan huvuddata för de installerade solfångarna anges enligt följande

	Tekno- Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco
Bruttoarea (m ²)	165	158	200	225	200	175
Aperturarea (m ²)	144	127	191	192	192	150
Vatteninnehåll (l/m ²)	0.23	0.30	0.68	1.2	1.25	0.6
Totalvikt (kg/m ²)	34	17	26	25	13	22
Förlustfri verkningsgrad	0.62	0.65	0.81	0.72	0.80	0.60
Värmeförlust- koefficient (W/m ² K)	4.22	1.68	5.10	5.04	5.26	1.41
Teor. förväntad årsenergi (MJ/m ²)	570	1 280	830	720	900	1 150
(kWh/m ²)	158	356	230	200	250	319
Teor. förväntad års- verkningsgrad (T _m 60°C)	0.14	0.31	0.20	0.18	0.22	0.28

Solfångarnas momentana verkningsgrad kan med viss approximation skrivas på följande sätt

$$\eta = \eta_0 - \frac{k}{I} (T_m - T_0)$$

där η = Momentan verkningsgrad

η_0 = Förlustfri verkningsgrad

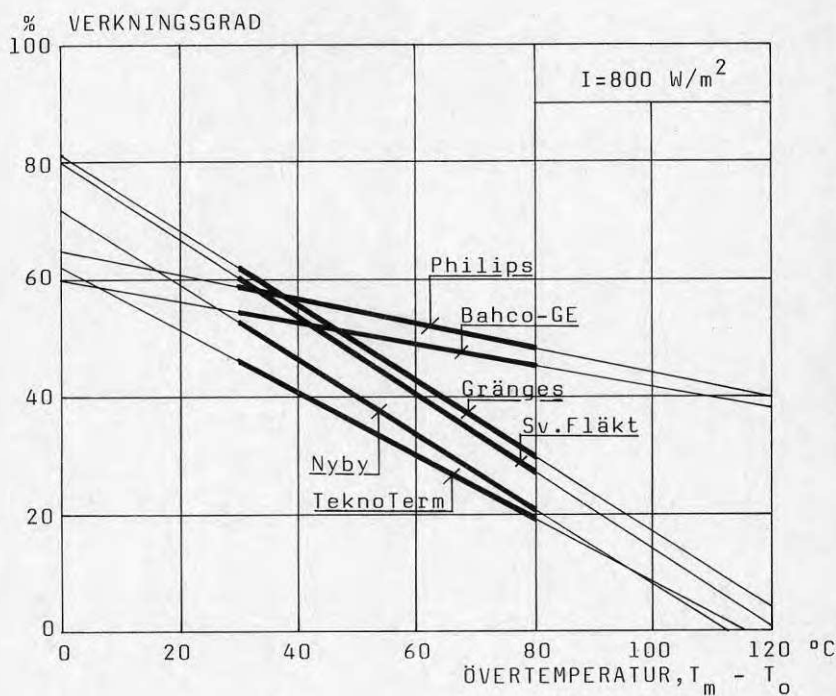
k = Värmeförlustkoefficient, W/m²K

I = Total solinstrålning mot solfångarens plan, W/m²

T_m = Medeltemperatur hos det värmebärande mediet, °C

T_0 = Omgivningens temperatur, °C

Figur 4.1 nedan visar för de olika fabrikaten den momentana verkningsgraden som funktion av värmebärarmediets övertemperatur ($T_m - T_o$) vid en total solinstrålning av 800 W/m^2 . I praktiken är verkningsgradskurvan inte helt linjär. För övertemperaturen mellan 30°C och 80°C är överensstämmelsen med de räta linjerna tämligen representativ, men utanför detta intervall blir det praktiska utfallet något sämre än vad figuren visar.



Figur 4.1 Momentan verkningsgrad för installerade solfångare enligt fabrikanternas uppgifter.

4.1.2 Konstruktiv uppbyggnad

TeknoTerm

TeknoTerms solfångare typ HT (se figur 4.2) tillverkas i moduler med dimensionerna $B \times H = 500 \times 2000$ mm.

Varje modul består av

- lådformad stomme av förzinkad stålplåt
- absorbatorstrips (3 st) av aluminium med selektiv yta
- isolering av mineralull och polyuretanskum med diffusionsfolie på absorbatorns undersida
- evakuerade glaströr samt ett U-format yttre skyddsglas på absorbatorns ovansida
- inre fördelnings- och samlingsrör av koppar

De evakuerade glaströerna har den egenskapen att de släpper igenom den kortvågiga solinstrålningen men hindrar värmen från absorbatorplattan att gå förlorad.

Absorbatorstripsen är av Gränges Aluminiums typ och utgörs i princip av aluminiumplåtar med metallurgiskt inbakade kopparrör.

Värmebärarmediet leds parallellt genom kopparrören i absorbatorstripsen från det undre fördelningsröret till det övre samlingsröret. Fördelnings- och samlingsrören kan i ändarna sammankopplas med ytterligare moduler. På detta sätt kan grupper om max ca 8 moduler (parallell- eller seriekopplade) byggas upp utan yttre förbindelserör. Grupperna kan sedan med yttre förbindelserör parallell- eller seriekopplas, allt efter behov av temperaturhöjning.

Solfångarna har levererats i färdiga moduler med montagebehör i form av klämringskopplingar resp. lösa ändproppar för fördelnings- och samlingsrör samt täckplåtar för gaveländar. Modulerna är gjorda för att skruvas fast direkt mot solfångarstativet. Efter avslutat montage skall skarvar mellan modulerna tätas med siliconmassa.

Kompletterande data:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| - Aperturarea per modul | 0,75 m ² |
| - Vikt per modul | 34 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 0,6 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per modul | 1 lit/min |
| - Anslutningsdimension | Cu-rör \varnothing 22 mm |
| - Provtryck | 8 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 200°C |

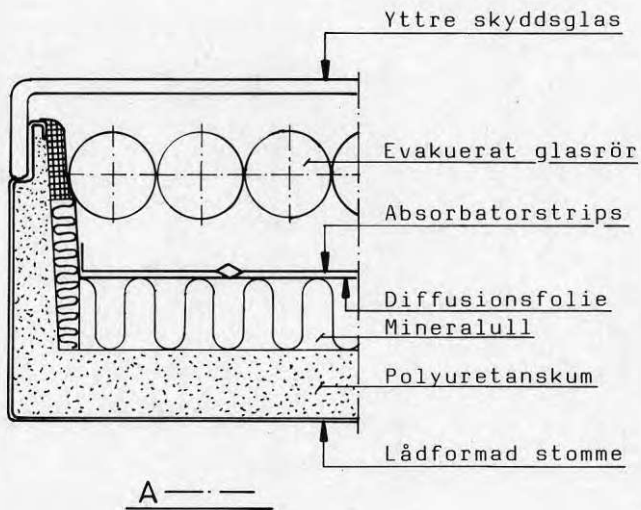
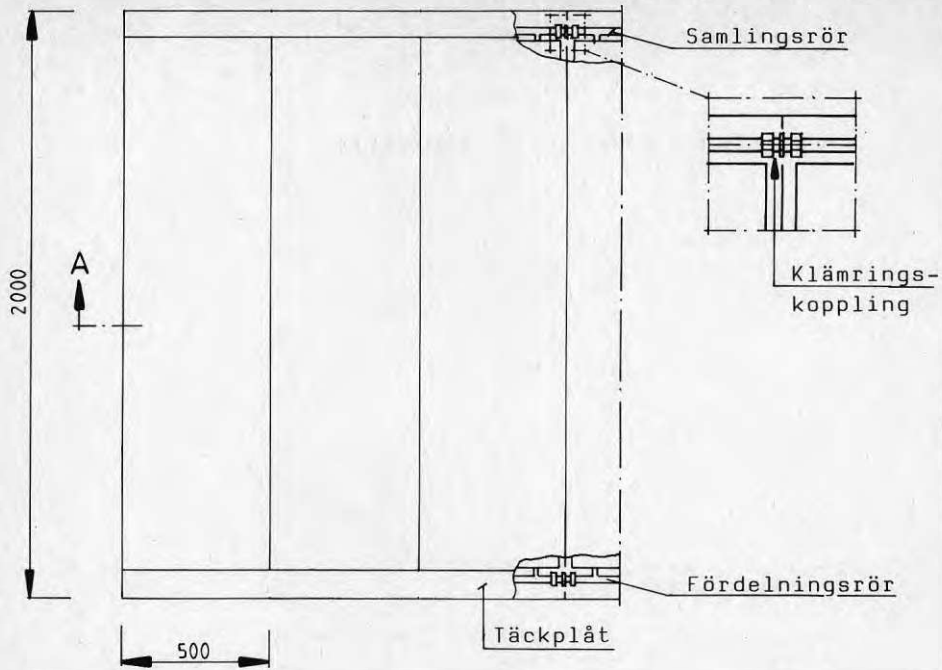


Fig. 4.2 Solfångare fabrikat TeknoTerm

Philips

Philips solfångare typ Mark I (se figur 4.3) tillverkas i moduler med dimensionerna B x H = 1200x1500 mm.

Varje modul består av:

- Samlingslåda av plast och aluminiumplåt med inbyggt, isolerat rör av koppar för cirkulerande vatten
- 19 st evakuerade glasrör innehållande värmerör (heat-pipe) av koppar samt absorbtionsplåt med selektiv yta
- 19 st värmeväxlarblock av aluminium

Värmerören i de evakuerade glasrören är helt slutna och innehåller en vätska, isobutan, som vid uppvärmning förångas. Den förångade vätskan stiger uppåt till den översta delen av röret, där den av värmeväxlarblocket kondenseras och avger värmets till cirkulationsledningen i samlingslådan. Kondensatet rinner tillbaka till värmerörets nedre del där det på nytt förångas o.s.v.

Dimension på den i samlingslådan inbyggda cirkulationsledningen kan inom vissa gränser anpassas till solfångaranläggningens storlek, vilket gör det möjligt att koppla ihop ett större antal solfångare i serie utan yttre förbindelserör.

Solfångarmodulerna har levererats i delar med kollektorrören separat förpackade. Som montagetillbehör levereras elastiska vickaupkopplingar för cirkulationsrören samt fästdetaljer för kollektorrören. Samlingslådorna är gjorda för att skruvas fast direkt mot solfångarstativet. Kollektorrörens kondensordel kläms med skruvar fast i värmeväxlarblocken som i sin tur är upphängda och fastklämda kring cirkulationsröret i samlingslådan. Kollektorrörens nedre del fixeras mot solfångarstativet med en fjädrande bygel.

Kompletterande data:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| - Aperturarea per modul | 1,44 m ² |
| - Vikt per modul | 25 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 0,86 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per grupp | 18-54 lit/min |
| - Anslutningsdimension | Cu-rör Ø 30/27 mm |
| - Provtryck | 20 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 160°C |

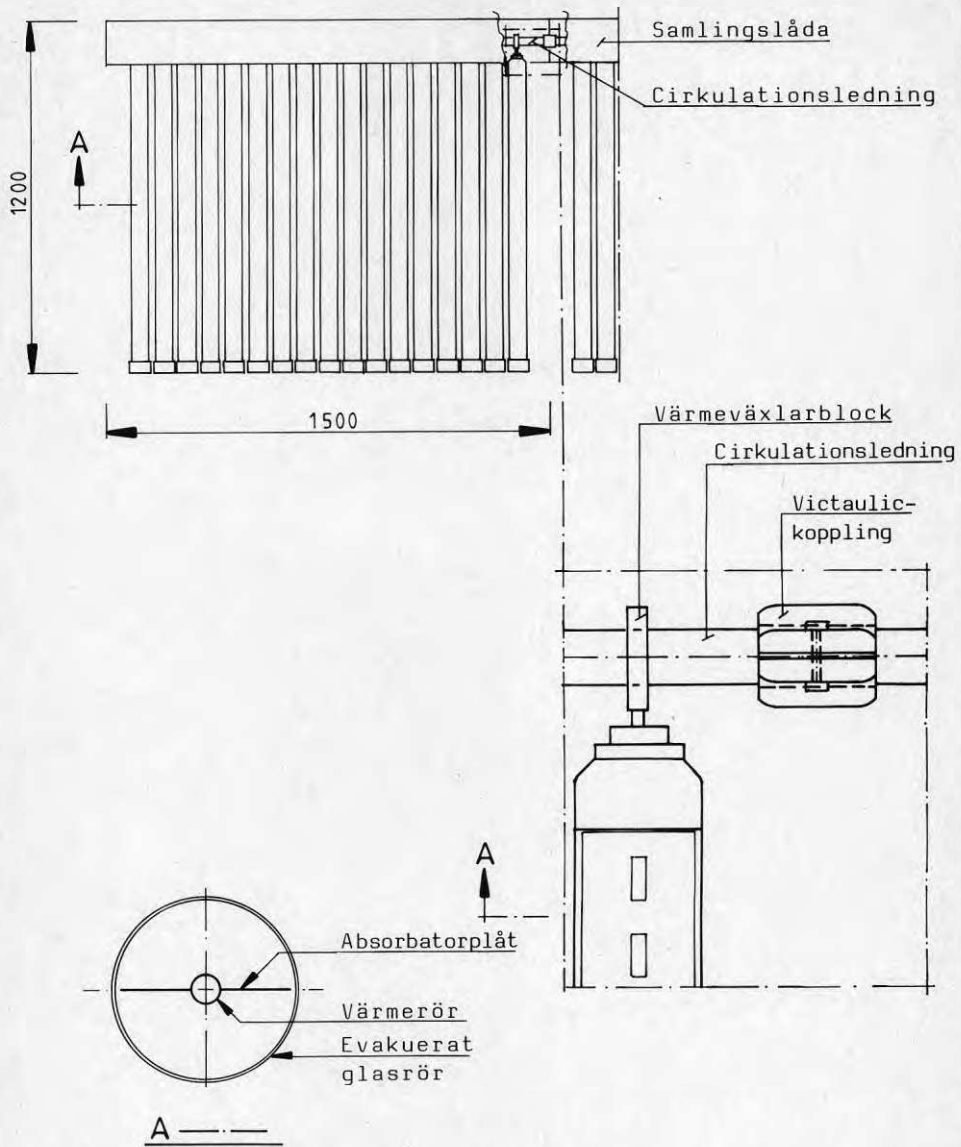


Fig. 4.3 Solfångare fabrikat Philips

Gränges Aluminium

Gränges Aluminiums solfångare typ Sunstrip 80 (se figur 4.4) tillverkas i moduler med dimensionerna
B x H = 1040 x 2040 mm.

Varje modul består av:

- lådformad stomme av aluminiumplåt och aluminiumprofiler
- absorbatorstrips (7 st) av aluminium med selektiv yta
- isolering av mineralull med avskiljarplåt av aluminium på absorbatorns undersida
- skyddsglas på absorbatorns ovansida
- inre fördelnings- och samlingsrör av koppar

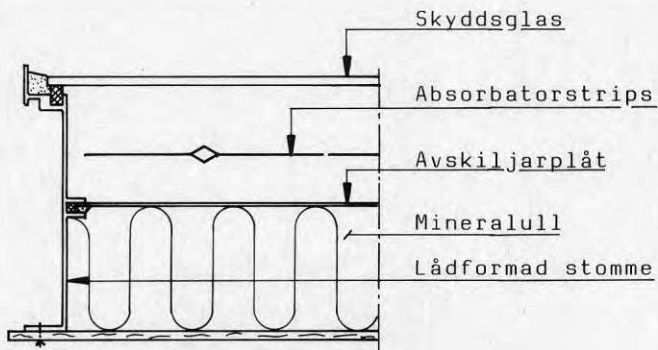
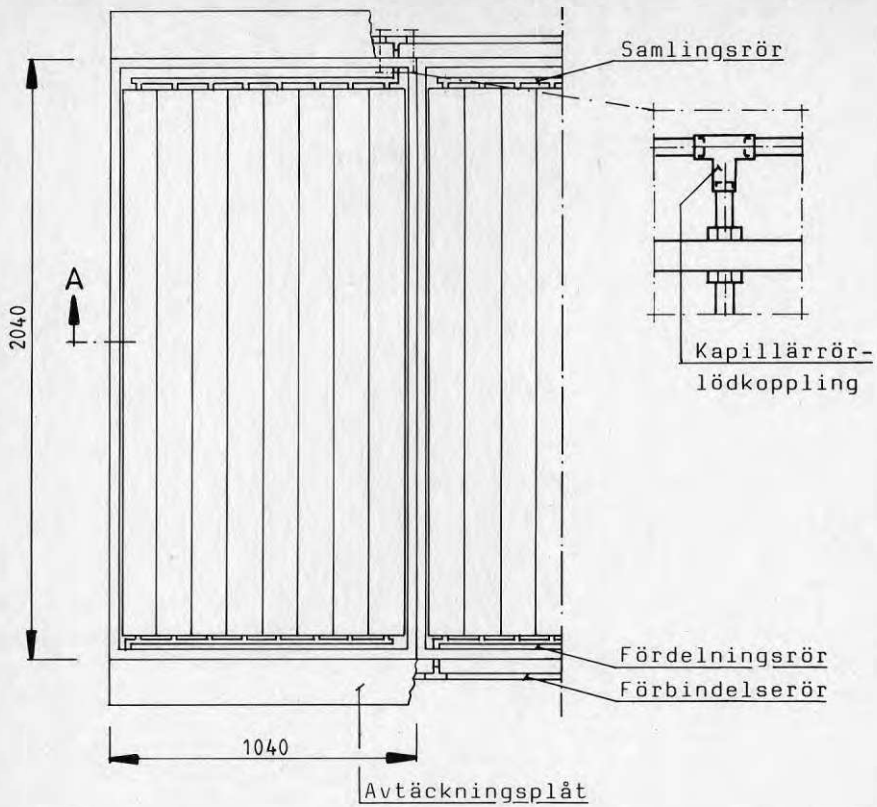
Absorbatorstripsen utgörs i princip av aluminiumplåtar med metallurgiskt inbakade kopparrör.

Värmebärarmediet leds parallellt genom kopparrören i absorbatorstripsen från det undre fördelningsröret till det övre samlingsröret. Anslutningsändarna på fördelnings- och samlingsrören är förlagda till modulens båda kortsidor varför sammankoppling av flera moduler måste ske med yttre förbindelserör.

Solfångarna har levererats i färdiga moduler med lösa montage tillbehör i form av kapillärrörlödkopplingar och yttre förbindelserör för grupper om 10 st moduler. Modulerna är gjorda för att skruvas fast direkt mot solfångarstativet.

Kompletterande data:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| - Aperturarea per modul | 1,91 m ² |
| - Vikt per modul | 51 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 1,3 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per modul | 2 lit/min |
| - Anslutningsdimension | Cu-rör Ø 35 mm |
| - Provtryck | 25 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 180°C |



A ———

Fig. 4.4 Solfångare fabrikerat Gränges Aluminium

Nyby_

Nybys solfångare (se figur 4.5) tillverkas i moduler med dimensionerna B x H = 600 x 2350 mm.

Varje modul består av

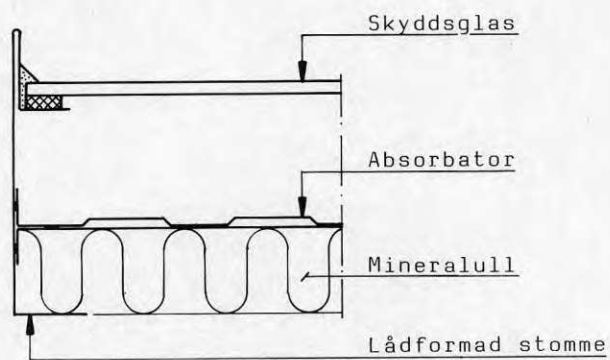
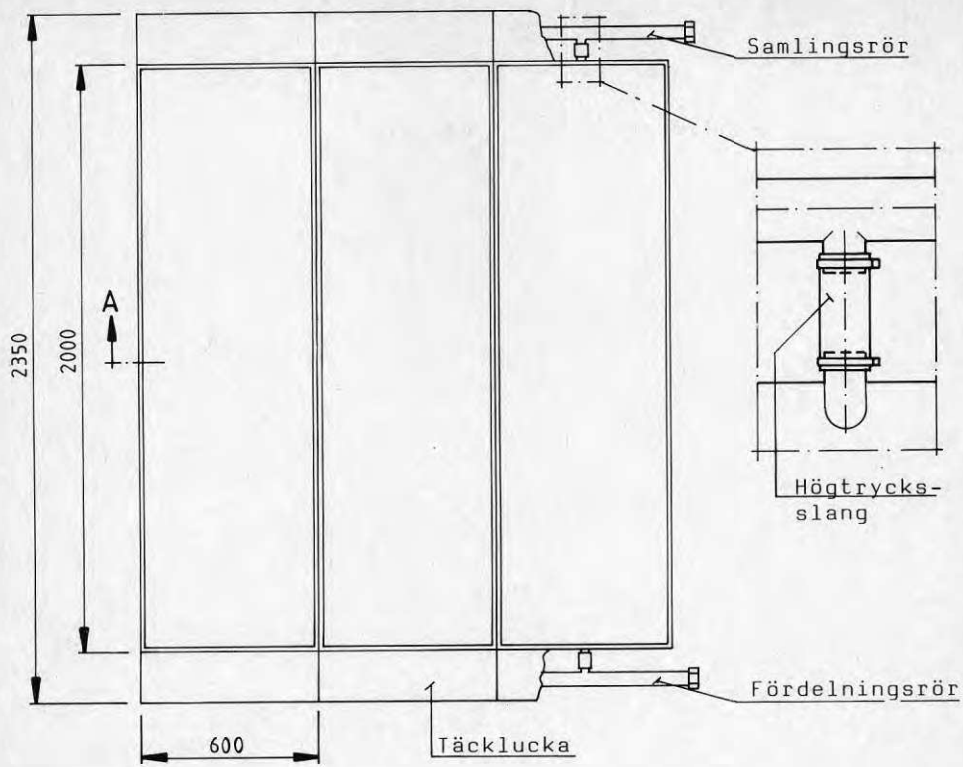
- lådformad stomme av rostfri plåt
- absorbator av rostfri plåt med selektiv yta
- isolering av mineralull på absorbatorns undersida
- skyddsglas på absorbatorns ovsida
- utrymmen för fördelnings- och samlingsrör med täckluckor av rostfri plåt.

Absorbatorn utgörs av dubbla plåtar som är svetsade till varandra på ett sådant sätt att parallella kanaler för värmebärarmediet bildas mellan plåtarna. Vid absorbatorns båda kortsidor finns rörrnipplar för anslutning med högtrycksslang till fördelnings- och samlingsrör. Fördelnings- och samlingsrör utföres gemensamt för en hel grupp av solfångare i rostfritt material (max ca 20 st moduler). De fungerar även som fästelement och stativ för solfångarmodulerna.

Solfångarna har levererats som färdiga moduler med lösa montagebehör i form av anslutningsslangar, fördelnings- och samlingsrör samt isoleringsmaterial för d:o. Modulerna är gjorda för att enkelt hängas på fördelnings- och samlingsrören utan ytterligare fixering.

Kompletterande data:

- | | |
|---|--------------------|
| - Aperturarea per modul | 1,2 m ² |
| - Vikt per modul | 30 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 1,2 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per modul | 1,2 lit/min |
| - Anslutningsdimension, samlingsledning | Rostfri Ø 44,5 |
| - Provtryck | 5 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 160°C |



A — — —

Fig. 4.5 Solfångare fabrikat Nyby

Svenska Fläkt

Svenska Fläkts solfångare SUNTERM RSAB 2-40-10 (se figur 4.6) tillverkas i moduler med dimensionerna B x H = 4040 x 1040 mm.

Varje modul består av

- lådformad stomme av
- absorbator av kopparplåt med selektiv yta samt kopparrörsslinga för värmebärarmediet fästad på plåtens undersida.
- isolering av mineralull på absorbatorns undersida
- skyddsytta av glasfiberförstärkt polyester med UV-skydd på absorbatorns ovansida.

Anslutningarna för den inbyggda kopparrörsslingan är förlagda till modulens ena kortsida och sammankoppling av flera moduler måste i sin helhet ske med yttre förbindelserör.

Solfångarna har levererats i färdiga moduler med lösa montagetillbehör i form av fästeanordningar för stativmontaget. Anslutningskopplingar eller någon form av yttre förbindelserör ingår ej i leveransen. Modulerna är gjorda för att med de speciella fästeanordningarna fixeras mot solfångarstativet.

Kompletterande data:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| - Aperturarea per modul | 4,0 m ² |
| - Vikt per modul | 53 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 5 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per modul | 1,2-3,3 lit/min |
| - Anslutningsdimension | Cu-rör Ø 12 mm |
| - Provtryck | 6 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 140°C |

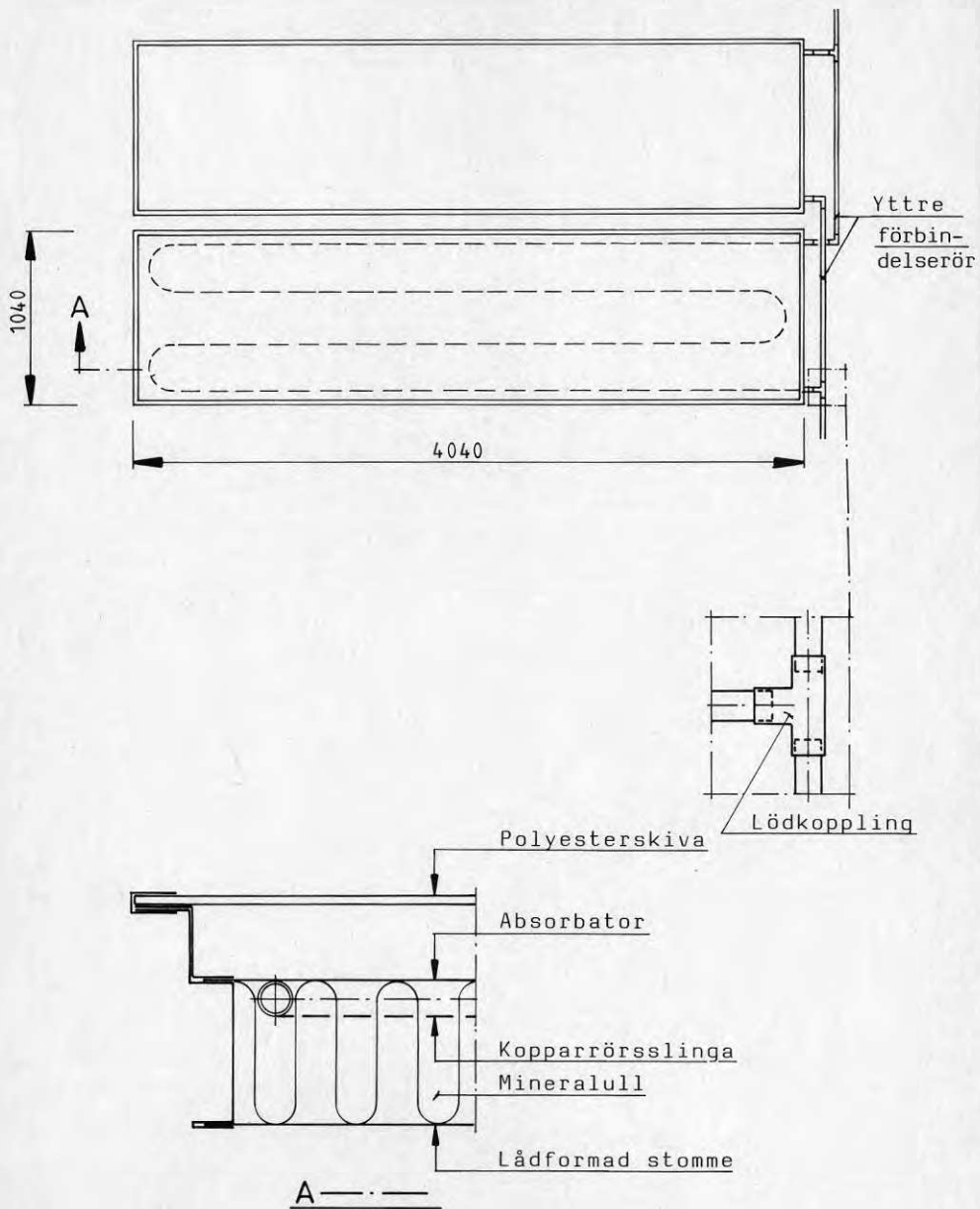


Fig. 4.6 Solfångare fabrikt Svenska Fläkt

General Electric - Bahço

General Electrics solfångare TC-120 (se figur 4.7) tillverkas i dubbelmoduler med dimensionen B x H = 1210 x 2690 mm.

Varje dubbelmodul består av

- ramverk av aluminiumbelagt stål
- 16 st dubbelskiktade glaströr innehållande ett U-format kopparrör fäst vid en värmeupptagande kopparplåt
- reflektor av glasbelagd aluminiumplåt
- samlingslåda av aluminiumplåt med inre fördelnings- och samlingsrör av koppar.

De dubbelskiktade glaströren kan närmast liknas vid en termosflaska med ett evakuerat utrymme mellan glasskikten. Det inre glasskiktet är vidare försett med en selektiv ytbeläggning. Den värmeupptagande plåten och värmebärarröret befinner sig i luftmiljö.

Värmebärarmediet leds genom dubbelmodulen i två parallella kretsar, där varje krets utgörs av 8 st seriekopplade kollektorrör. Fördelnings- och samlingsrören kan i ändarna sammankopplas med ytterligare moduler. På detta sätt kan grupper om 10 à 20 st moduler byggas upp utan yttre förbindelserör. Grupperna kan sedan med yttre förbindelserör parallell- eller seriekopplas, allt efter behov av temperaturhöjning.

Solfångarna har levererats i färdiga dubbelmoduler med lösa montagetillbehör i form av lödkopplingar för fördelnings- och samlingsrör samt fästelement för stativmontaget. Modulerna är gjorda för att med de speciella fästelementen bultas fast mot solfångarstativet.

Kompletterande data:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| - Aperturarea per modul | 2,75 m ² |
| - Vikt per modul | 54 kg |
| - Vatteninnehåll per modul | 1,65 lit |
| - Rekommenderat vätskeflöde per modul | 1,89 lit/min |
| - Anslutningsdimension | Cu-rör Ø 22 mm |
| - Provtryck | 9 bar |
| - Stagnationstemperatur | ca 320 °C |

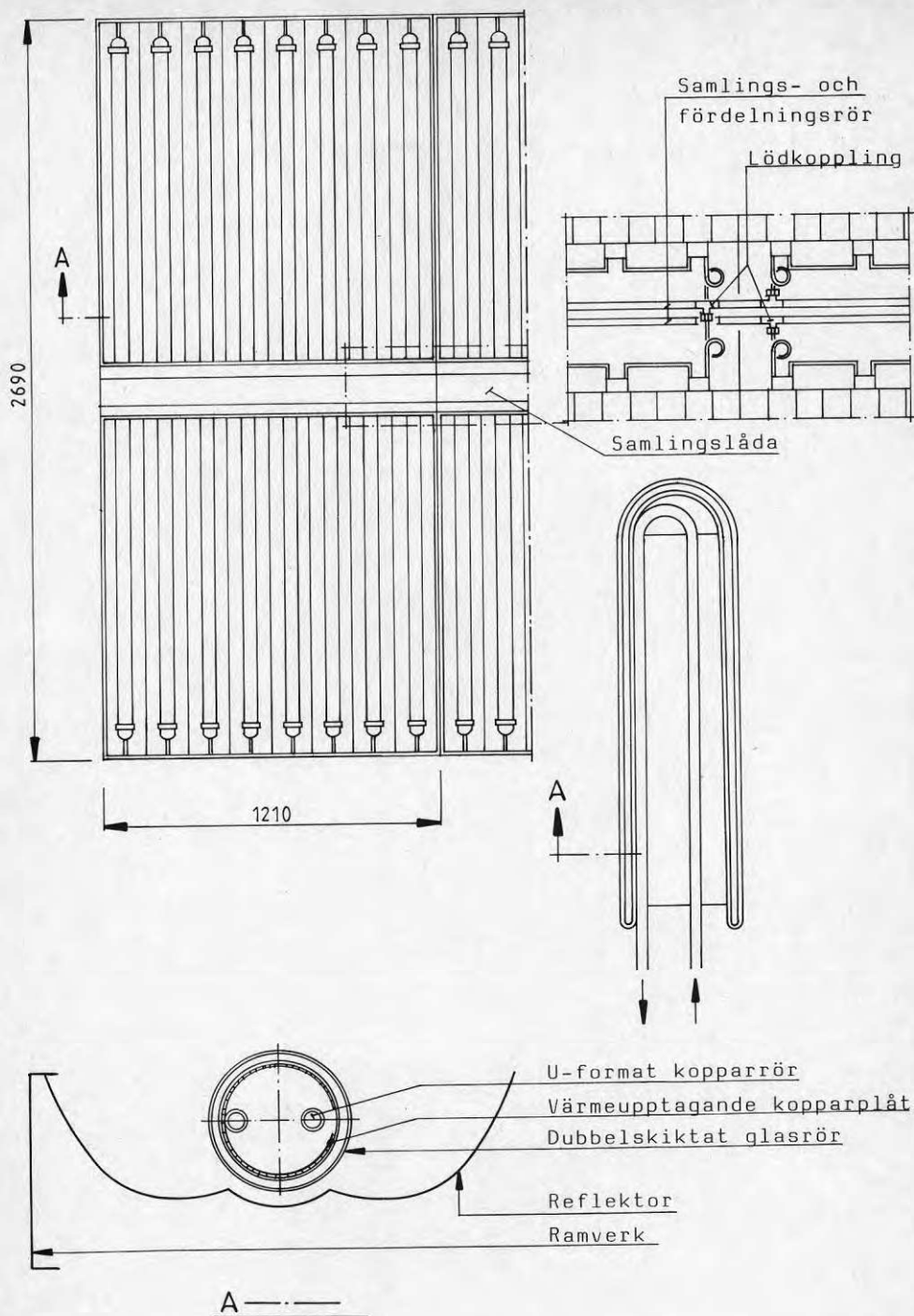


Fig. 4.7 Solfångare fabrikat Bahco - General Electric

4.2 Solfångarstativ

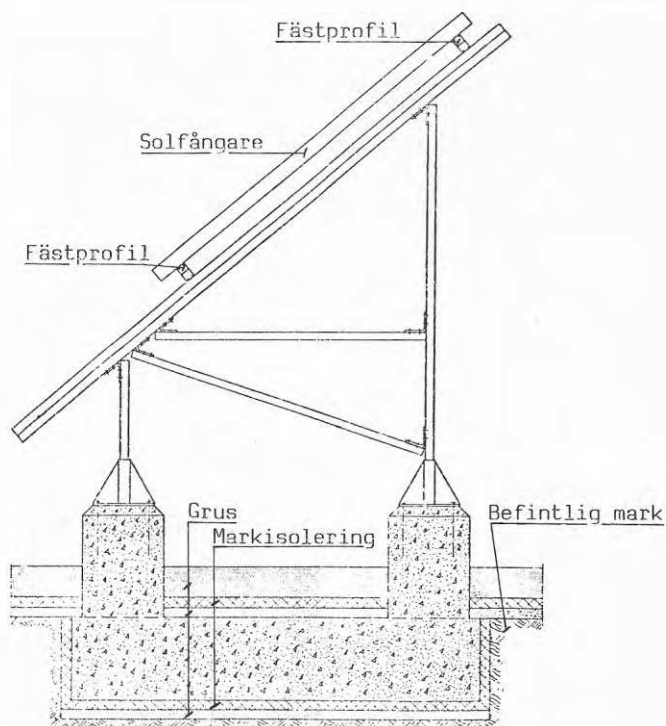
Stativen är med små undantag utförda identiskt lika för samtliga fabrikat. Någon optimering för det enskilda fabrikatet har således inte genomförts, vilket i vissa fall medfört en kraftig överdimensionering och onödigt hög kostnad.

Stativutformningen framgår av figur 4.2.

Fundamenten är utförda av platsgjutna betongplintar som parvis förankrats i tvärgående betonglinjaler under mark.

En inledande grundundersökning visade att risk för tjällyftning föreligger inom området. För att minska denna risk har frostisolerade skivor utlagts runt fundamenten.

Själva stativen utgörs av varmförzinkade stålprofiler av typen ankarskenor. Profilerna är sammanfogade med standardiserade fästelement och bultförband.



Figur 4.8 Markstativ för solfångare

4.3 Rörssystem

Solfångarmodulerna är för varje fabrikat anordnade i grupper som sinsemellan är parallell- eller seriekopplade. Kopplingsprincipen och antalet moduler i varje grupp bestäms av de individuella förutsättningarna för respektive solfångartyp och blir därför olika för varje system.

Solfångarkretsens rörledningar mellan solfångare och apparatbyggnad är förlagda ovan mark. Som isolering har använts rörskål av mineralull med aluminiumplåt som ytbeklädnad. I huvudsak har solfångarstativen utnyttjats för rörupphängningen.

Fjärrvärmekretsens rörledningar är utförda i normal fjärrvärmestandard och till större delen förlagda på rörstöd ovan mark. Som isolering har använts rörskål av mineralull med asfaltpapp som ytbeklädnad.

Värmeväxlarna är i samtliga system av typen plattvärmeväxlare.

Väsentliga data för respektive solfångarsystem framgår av nedanstående sammanställning.

TeknoTerm

Flödesschema	Se bilaga 4:1	
Total solfångaryta (aperturarea)	144 m ²	
Antal moduler	192 st	
Gruppindelning	24 st grupper med 8 st moduler per grupp. Parvis seriekopplade grupper i 12 st parallellkopplade strängar.	
Solfångarnas lutning mot horisontalplanet	40°	
Rörmaterial	Kolstål (Handelstuber)	
Systemvolym	400 lit	
Glykolinnehåll	35 %	
Drifttryck	2 - 5 bar	
Dimensionerande värmeväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	73 kW	80 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

Philips

Flödesschema	Se bilaga 4:2	
Total solfångaryta (aperturarea)	127 m ²	
Antal moduler	88 st	
Gruppindelning	2 st parallellkopplade grupper med 44 st seriekopplade moduler per grupp	
Solfångarens lutning mot horisontalplanet	60°	
Rörmaterial	Koppar	
Systemvolym	200 lit	
Glykolinnehåll	10 %	
Drifttryck	0 - 1,7 bar	
Dimensionerande värmeväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	72 kW	75 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

Gränges Aluminium

Flödesschema	Se bilaga 4:3	
Total solfångaryta (aperturarea)	191 m ²	
Antal moduler	100 st	
Gruppindelning	10 st parallellkopplade grupper med 10 st parallellkopplade moduler per grupp	
Solfångarens lutning mot horisontalplanet	40°	
Rörmaterial	Kolstål (Handelstuber)	
Systemvolym	700 lit	
Glykolinnehåll	35 %	
Drifttryck		
Dimensionerande värmeväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	100 kW	115 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

Nyby_

Flödesschema	Se bilaga 4:4	
Total solfångaryta (aperturarea)	192 m ²	
Antal moduler	160 st	
Gruppindelning	8 st grupper med 20 st parallellkopplade moduler per grupp. Omställbar parallellkoppling med 2 alt. 4 grupper i serie.	
Solfångarnas lutning mot horisontalplanet	40°	
Rörmaterial	Kolstål (Handelstuber)	
Systemvolym	600 lit	
Glykolinnehåll	35 %	
Drifttryck	1,0 - 2,5 bar	
Dimensionerande värmeväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	96 kW	105 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

Svenska Fläkt

Flödesschema	Se bilaga 4:5	
Total solfångaryta (aperturarea)	192 m ²	
Antal moduler	48 st	
Gruppindelning	6 st grupper med 8 st parallellkopplade moduler per grupp. Omställbar koppling med samtliga grupper parallellkopplade alt. parvis seriekoppling av grupper.	
Solfångarnas lutning mot horisontalplanet	40°	
Rörmaterial	Kolstål (Handelstuber)	
Systemvolym	940 lit	
Glykolinnehåll	35 %	
Drifttryck	1,0 - 2,5 bar	
Dimensionerande värmeväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	105 kW	115 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

General Electric - Bahco

Flödesschema	Se bilaga 4:6	
Total solfångaryta (aperturarea)	150 m ²	
Antal moduler	48 st	
Gruppindelning	6 st grupper med 8 parallellkopplade moduler per grupp. Omställbar koppling med samtliga grupper parallellkopplade alt. parvis seriekoppling av grupper.	
Solfångarnas lutning mot horisontalplanet	40°	
Rörmaterial	Kolstål (Handelstuber)	
Systemvolym	500 lit	
Glykolinnehåll	35 %	
Drifttryck	2,0 - 5,0 bar	
Dimensionerande värmväxlardata	Alt. A	Alt. B
- Effekt	81 kW	85 kW
- Ing. temp. solf.-sida	85°C	65°C
- Utg. temp. solf.-sida	55°C	55°C
- Ing. temp. fjärrv.-sida	50°C	50°C
- Utg. temp. fjärrv.-sida	80°C	60°C

4.4 Styr- och övervakningsanläggning

Reglerutrustningar i anläggningen är av normal s.k. VVS-standard i elektroniskt utförande.

Reglercentraler och övriga styrfunktionsenheter är inbyggda tillsammans med start- och manöverapparater i 7 st lokala apparatskåp placerade i respektive apparatbyggnad.

Larmsignaler från apparatskåpen överförs till en centralt placerad larmcentral i mät- och personalboden. Härifrån utgår sedan summalarm via telenätet till Fittjaverkets kontrollrum.

4.5 Elanläggning

Elservisen utgörs av ett normalt lågspänningsabonnemang vid 380/220 V.

Huvudcentralen är placerad utomhus på väggen till fjärrvärmekretsens apparatbyggnad.

Från huvudcentralen sker matning till mät- och personalbod, lokala apparatskåp samt ytterbelysning för området.

Installationer för elvärme och belysning i apparatbyggnaderna matas från de lokala apparatskåpen.

Ledningsdragningen mellan huvudcentral och apparatbyggnader är utförd på kabelstegar i anslutning till fjärrvärmeledningarnas rörstöd. I övrigt är ledningarna förlagda i mark.

4.6 VA-anläggning

Till kommunal VA-anläggning har endast mät- och personalbod anslutits.

För systempåfyllning i respektive apparatbyggnad har räknats med att fjärrvärmevatten kan utnyttjas.

5 PRAKTISKA ERFARENHETER

5.1 Upphandling

5.1.1 Leveransomfattning

Den ursprungliga anbudsförfrågan avseende solfångarutrustning var utformad så att leverantörerna själva fick frihet att välja leveransomfattning, alltifrån ren komponentleverans till komplett systemleverans. Förhoppningen var att kunna lägga funktionsansvaret för hela solvärmekretsen på respektive solfångarleverantör, men av de sex utvalda leverantörerna var det bara två som var villiga att ställa upp på en komplett leverans inklusive värmeväxlare, pumpar, rörlinor och reglerutrustning. Övriga var endast intresserade av en ren leverans av solfångarmoduler exkl. stativ och montage.

För att villkoren skulle bli lika för samtliga fabrikat och för att få möjlighet till en objektiv kostnadsjämförelse upphandlades slutligen samtliga solfångare som rena komponentleveranser. I solfångarleverantörens åtagande skulle dock ingå montageinstruktioner samt kontroll och godkännande av det montage som utförts av rörentreprenören på löpande räkning.

Erfarenheterna från testanläggningen visar på en nödvändighet av att solfångarleverantörerna i framtiden tar på sig ett större ansvar även för montage och systemfunktion. Åtagandet bör enligt vår uppfattning minst innefatta leverans inkl. montage av solfångare och stativ samt samlings- och fördelningsrör för hela grupper av solfångare.

5.1.2 Leveransbestämmelser, garantier, m.m.

Med hänsyn till anläggningens karaktär som testanläggning förutsattes att solfångarleverantörerna aktivt kommer att ta del av den kontinuerliga driftrapporteringen och på egen bekostnad åtgärdar fel och brister så att avsedd funktion upprätthålles under försöksperioden. Några ytterligare garantier utöver vad som stipuleras i "Allmänna bestämmelser för VVS- och VA-material, AA VVS 77", har därför inte avkrävts leverantörerna.

Vid framtida kommersiella anläggningar kommer behovet av relevanta leveransbestämmelser och garantiregler att få en annan dignitet. Avsaknaden av leveransbestämmelser speciellt avsedda för solfångare gör att vi ser det som en angelägen uppgift för intressenterna inom området att ta itu med denna fråga.

Om en anläggning färdigställes på hösten för att tas i bruk vid början av nästkommande års driftsäsong fås en fördyring av anläggningen med kanske 6 à 7 % p.g.a. onödiga räntekostnader. Vår bedömning är att man för framtida kommersiella anläggningar bör räkna med vintern som en normal montage- och installationsperiod.

5.2.2 Solfångarmontage

Med solfångarmontage avses här montage av fästprofiler på färdiga stativ, montage av solfångarmoduler på fästprofilerna samt (med undantag av Svenska Fläkt) en gruppvis sammankoppling av modulerna. För Svenska Fläkt har samlings- och fördelningsrör ingått i den normala värmeinstallationen.

Allmänt kan sägas att montagearbetet varit betydligt mer omfattande än vad som kunde förutses. En del av problemet ligger naturligtvis i att arbetet utförts med ovan personal, men en stor del måste förklaras med att solfångarkonstruktionerna inte är anpassade för ett rationellt montage i större skala. Antalet montageenheter samt mängden av skruvförband, rörförbindningar, m.m. är för flera fabrikat alltför omfattande för att vara acceptabelt.

Omfattningen av montagearbetet har varit väldigt varierande för de olika fabrikaten. Detta liksom ett varierande behov av yttre förbindelseledningar är något som i hög grad måste beaktas när man gör prisjämförelser mellan olika solfångarfabrikat.

Kortfattat kan följande synpunkter och problem redovisas för de olika fabrikaten:

TeknoTerm

- Tidsåtgång (exkl. reklamationsarbeten) 5,4 tim/m²
- Stor del (ca 30 %) av montagearbetet ligger på montering av tätningslistor och silikontätning av solfångarmoduler samt isolering och montering av täckplåtar.
- Förhållandevis enkel sammankoppling av moduler med medlevererade klämringskopplingar.
- Under provtryckning och provdrift har vid tre tillfällen läckage i sammanlagt 5 av 192 moduler konstaterats. Läckaget kan härledas till lödfogar i röranslutning till absorbatorstripsen. Vidare har vid montaget konstaterats att 6 st evakuerade glasrör i olika moduler varit trasiga. Detta har tillsvidare inte föranlett någon åtgärd. Kostnader för byte av trasiga moduler, nedtappning och uppfyllning av systemet har hittills inte reglerats men förutsättes betalas av solfångarleverantören.

Philips

- Tidsåtgång (exkl. reklameringsarbeten) 3,2 tim/m²
- Modulerna levereras ej fabriksfärdiga utan byggs till stor del samman på plats. Totalt omfattar montaget 1672 st kollektorror och lika många värmewäxlarblock för 127 m² solfångaryta. Monteringen kräver viss noggrannhet och försiktighet varför fabriksmontage borde vara att föredra.
- Förhållandevis enkel sammankoppling av moduler med medlevererade vickauckopplingar. Sammankopplingen kräver dock att täcklock på samlingslådan måste skruvas bort.
- Vid montaget konstaterades att sammanlagt 16 st kollektorror gått sönder, sannolikt beroende på fabriktionsfel. Kostnader för byte av trasiga rör kommer att betalas av solfångarleverantören.

Gränges Aluminium

- Tidsåtgång (exkl. reklameringsarbeten) 5,1 tim/m²
- Stor del (ca 30 %) av montagearbetet ligger på isolering och montering av avtäckningsplåtar för förbindelserör.
- Sammankoppling av modulerna sker med separat levererat förbindelserör och kapillärörkopplingar för mjuklödning. Mjuklödningen är tidsödande och bedöms som mindre tillförlitlig vid fältmässiga förhållanden.
- Under provtryckning och provdrift har läckage i 2 av 100 moduler konstaterats. Läckaget kan härledas till lödfogar i röranslutning till absorberstripsen (jfr. TeknoTerm). Vidare har vid tre tillfällen ett flertal läckage i lödfogar mot förbindelserören konstaterats. Ansvaret för dessa läckage kan närmast tillskrivas solfångarleverantören, som trots invändningar från rörentreprenören hävdade att mjuklödning skall användas. Kostnader för byte av trasiga moduler, reparation av läckor, rivning av isolering, nedtappning och uppfyllning har hittills inte reglerats men förutsättes betalas av solfångarleverantören.

Nyby

- Tidsåtgång (inkl. leverantörens eget arbete) 1,6 tim/m²
- Montaget av solfångarna är enkelt genom att fördelningsrör och samlingsrör utnyttjas som fästelement för modulerna.
- Leverantören har ett eget utvecklat stativ, som ytterligare kan minska tidsåtgången vid montaget. Med hänsyn till målsättningen att åstadkomma likvärdiga skuggningsförhållanden för samtliga fabrikt kunde denna stativtyp inte utnyttjas för testanläggningen.

- Förhållandevis enkel sammankoppling av moduler till fördelningsrör och samlingsrör med medlevererade högtrycksslangar.
- Lätt åtkomlig isolering av fördelnings- och samlingsrör genom gångjärnsförsedda täckluckor.
- Inga problem med läckage vid provtryckning och provdrift.

Svenska Fläkt

- Tidsåtgång (exkl. samlings- och fördelningsrör) 2,0 tim/m².
- Samlings- och fördelningsrör ingår ej i solfångarleveransen. Kostnaden belastar i stället den normala rörentreprenaden.
- Modulenheterna är förhållandevis stora vilket medför en lägre tidsåtgång per m².
- Inga problem med läckage vid provtryckning och provdrift.

General Electric - Bahco

- Tidsåtgång (exkl. reklamationsarbeten) 2,8 tim/m²
- Sammankoppling av modulerna utföres med i modulerna ingående rörkopplingar för hårdlödning. Sammankopplingen är förhållandevis tidsödande. Dessutom måste täckplåt över samlingsrören skruvas bort och viss isolering avlägsnas under sammankopplingen.
- Under vintern efter avslutat montage konstaterades att 260 av totalt 768 dubbelskiktade glasrör frusit sönder. De sönderfrusna glasrören var placerade i dubbelmodulernas undre halva. Orsaken kunde härledas till att regnvatten runnit in i glasrören medan täckplåtar över samlingsrören varit avlägsnade eller provisoriskt fastsatta under monteringen. Kostnaden för nya glasrör samt demontering och montering har delvis täckts upp av SFAB:s försäkringar.

5.2.3 Installationer och övriga anläggningsarbeten

Såväl installationsarbeten som mark- och byggnadsarbeten har med undantag av vissa väderleksproblem fullföljts utan större komplikationer.

Ett par kraftiga oväder på hösten medförde att takplåtar på apparatbyggnader och täckplåtar på en del solfångare blåste bort. Vidare kom så mycket regn att nästan halva anläggningsområdet ställdes under vatten.

För att förhindra framtida översvämningar har anläggningen utrustats med en permanent pumpstation för länshållning. Kostnaderna för denna har betalats av Vägverket, som genom uppförande av en angränsande vägbyggnad, spärrat den naturliga avrinningen från området.

5.3 Drift och underhåll

De erfarenheter som presenteras i det följande omfattar en begränsad driftperiod på drygt sex månader fr.o.m. slutbesiktningdagen den 17 mars 1982 t.o.m. september 1982. Tiden är för kort för att man skall kunna dra några säkra slutsatser rörande drift- och underhållskostnader, tillgänglighet, funktionssäkerhet, m.m. Erfarenheterna bör dock kunna ge viss indikering för preliminära bedömningar.

5.3.1 Tillsyn och övervakning

Anläggningen drivs helt obemannad och hittillsvarande rutin för tillsyn är att anläggningen besöks och kontrolleras 3 ggr per vecka. Larmövervakning sker i Fittjaverkets kontrollrum som är bemannat dygnet runt.

Tidsåtgången för rutinemässig kontroll av anläggningen inklusive restid uppgår till 2 à 3 timmar per besök.

5.3.2 Planerat underhåll

Några speciella instruktioner för underhåll av själva solfångarna har inte lämnats av leverantörerna.

Hittillsvarande åtgärder för planerat underhåll har i huvudsak omfattat justering av packboxar för diverse ventiler samt rengöring av filter i solfångarkretsarna.

Planerade underhållsåtgärder har utförts 1 gång per kvartal och tidsåtgången uppgår till ca 16 tim per gång för hela anläggningen.

5.3.3 Driftstörningar och akutunderhåll

Hittillsvarande driftstörningar och akuta åtgärder kan för de olika systemen sammanfattas enligt nedan. Tidsåtgång för egen personal samt inköp av material och tjänster utöver garantiåtaganden kommer att sammanställas i en senare rapport.

TeknoTerm

Fel och driftstörningar: Vätskeläckage i sammanlagt 6 st moduler (exkl. läckage i 5 st under provdriftstiden).

Luftläckage i expansionskärl.

Cirkulationsstörningar p.g.a pumpmotorfel.

Åtgärder: Byte av trasiga moduler vid 3 olika tillfällen.

Vattenpåfyllning till systemet vid 15 olika tillfällen i avvaktan på byte av läckande moduler.

Luftpåfyllning till expansionskärl vid 2 olika tillfällen.

Byte av pumpmotor.

Driftavbrott: Endast kortvariga och sektionsvisa avställningar i samband med modulutbyten.

Philips

Fel och driftstörningar: Smärre droppläckage vid kopplingar mellan moduler.

Åtgärder: Inga.

Driftavbrott: Inga.

Gränges Aluminium

Fel och driftstörningar: Vätskeläckage i ett stort antal lödfogar till förbindelserör.

Luftläckage i expansionskärl.

Cirkulationsstörningar p.g.a pumpmotorfel.

Åtgärder: Reparation av läckande lödfogar.

Vattenpåfyllning till systemet vid 4 olika tillfällen i avvaktan på reparation av läckande lödfogar.

Luftpåfyllning till expansionskärl vid 5 olika tillfällen.

Ändring av felaktig el-inkoppling till pumpmotor.

Driftavbrott: 3 st grupper (30 % av systemet) avställt under ca 2 veckor i april-maj p.g.a läckage.

Nyby

Fel och driftstörningar: Vätskeläckage i slanganslutningar till sammanlagt 4 st moduler.

Luftläckage i expansionskärl.

Åtgärder: Byte av läckande slangar vid 1 tillfälle.

Luftpåfyllning till expansionskärl vid 2 olika tillfällen.

Driftavbrott: 25 % av systemet avställt under ca 5 dagar i mars p.g.a läckage.

Svenska Fläkt

Fel och driftstörningar: Cirkulationsstörningar och lokala överhettningar p.g.a varvtalsreglering av pump. (Alltför ojämn flödesfördelning vid lågt varvtal och lågt flöde.)

Problem i automatikfunktionen. Pumpen startar och stoppar ej som den skall. Sannolikt beroende på felaktigt placerad temperaturgivare.

Trycket i systemet blir under varma och soliga dagar så högt att säkerhetsventilen blåser. Sannolikt beroende på för litet expansionskärl.

Luftläckage i expansionskärl.

Åtgärder: Varvtalsreglerad pumpmotor ersatt med konstantvarvig.

Pumpen körs kontinuerligt i avvaktan på åtgärder för att få automatikfunktionen att fungera.

Byte till säkerhetsventil med högre öppningstryck.

Vattenpåfyllning till systemet vid 7 olika tillfällen efter att säkerhetsventil har blåst.

Luftpåfyllning till expansionskärl vid 4 olika tillfällen.

Driftavbrott: Systemet helt avställt under ca 1 månad i april-maj p.g.a problem med varvtalsreglering av pump.

General Electric - Bahco

Fel och driftstörningar: Totalt 20 st vakuurrör har gått sönder. Sannolikt beroende på överhettning orsakad av för lågt tryck eller ojämn flödesfördelning i systemet. Merparten (12 st) har gått sönder efter 4-5 månaders drift och efter det att drifttrycket höjts. Igensättningar i de U-formade kopparrören kan eventuellt miss-tänkas.

Vätskeläckage i säkerhetsventil.

Luftläckage i expansionskärl.

Åtgärder: Byte av trasiga vakuurrör vid 3 olika tillfällen.

Byte till säkerhetsventil med högre öppningstryck.

Byte av läckande säkerhetsventil.

Vattenpåfyllning till systemet vid 6 olika tillfällena i avvaktan på utbyte av läckande säkerhetsventil.

Luftpåfyllning till expansionskärl vid 8 olika tillfällena.

Driftavbrott: Endast kortvariga avställningar i samband med byten av säkerhetsventiler.

5.4 Materialangrepp, m.m.

För Gränges Aluminium har färgförändringar i det selektiva ytskiktet på absorbatoren konstaterats. Hur detta eventuellt kan påverka verkningsgraden är för tidigt att uttala sig om.

För Svenska Fläkt har en del s.k. klämlister deformationerats och lossnat så att luftöppningar bildats mellan polyesterskiva och ramverk.

För General Electric har fastlimmade skyddskoppar av plast släppt från ett större antal vakuumsrör. Risken för mekaniska skador på rören torde härigenom öka.

5.5 Övriga synpunkter och kommentarer

För samtliga slutna system har konstaterats driftstörningar vid den valda typen av expansionskärl med trycksatt luftkudde. Kärlen läcker luft och måste med täta mellanrum fyllas på med tryckluft. Liksom vid slutna expansionskärl med gummimembran erhålles dessutom den nackdelen att drifttrycket mellan kallt och varmt tillstånd varierar. Vår uppfattning är att ett öppet expansionskärl med tryckhållningspump och överströmningsventil skulle vara att föredra vid denna typ av anläggning. Expansionskärlet skulle då kunna utnyttjas även som uppsamlingskärl och blandningskärl för det glykolblandade vattnet. För återfyllning av systemet skulle tryckhållningspumpen kunna utnyttjas i stället för en separat påfyllningspump.

Uppsamlingskärnen och blandningskärnen för glykolblandat vatten har för varje system en sammanlagd volym på 150 lit. Detta skall jämföras med systemvolymerna som varierar mellan 200 lit och 940 lit. Vid större utblåsningar eller nedtappningar har i vissa fall problem uppstått eftersom det glykolblandade vattnet inte får dumpas i avlopp eller på marken. För kommande anläggningar vill vi rekommendera en bättre avvägning mellan uppsamlingsvolym och systemvolym.

Vid kommersiella anläggningar vill vi rekommendera en dubblering av pumpar på solfångarkretssidan. Ett driftavbrott med återföljande urblåsning av systemet medför ett tidsödande arbete med återfyllning och avluftning. Återfyllningen bör dessutom ske först sedan systemet svalnat ner varför avställningstiden kan komma att uppgå till 1 à 2 dagar.

Med hänsyn till anläggningens karaktär av testanläggning har vissa avkall gjorts på installations- och serviceutrymmen i apparatbyggnaderna. För en kommersiell anläggning måste man räkna med större utrymmen.

Avslutningsvis kan nämnas att solfångarleverantörerna visat ett i hög grad varierande intresse för projektet. Hälften av leverantörerna har på eget initiativ utnyttjat möjligheten att besöka anläggningen för en kontinuerlig uppföljning. Övriga har uppträtt som normala komponentleverantörer utan speciella insatser utöver vad som stipulerats i beställningen.

6 DRIFTSIMULERING

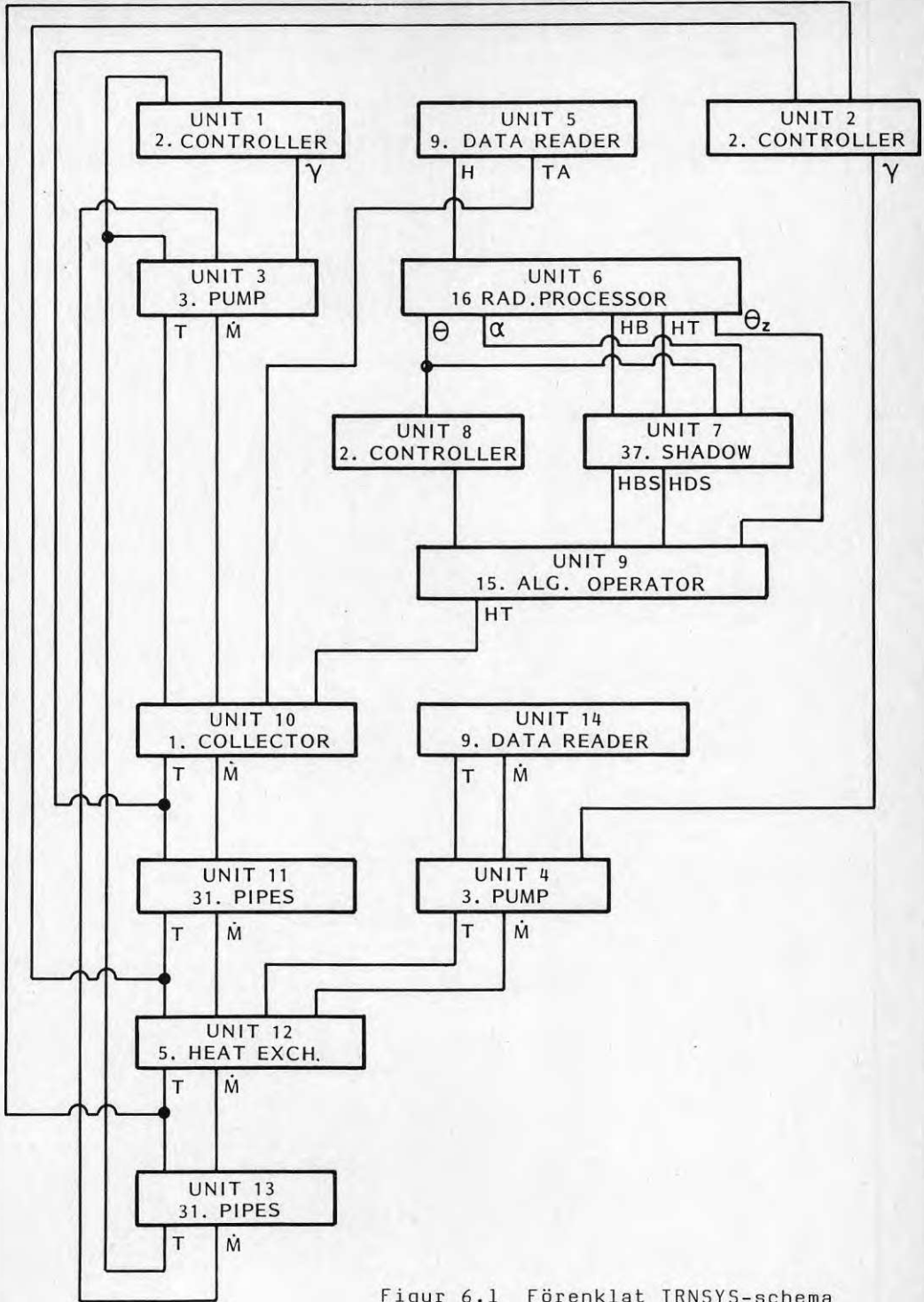
6.1 Simuleringsprogrammet

Simuleringsberäkningar har utförts av Studsvik Energiteknik AB med programmet TRNSYS (2). TRNSYS är ett transient systemsimuleringsprogram utvecklat av Wisconsin University och har kompletterats av Studsvik. Programmet är uppbyggt av moduler och användaren specificerar vilka moduler som ingår i det aktuella systemet och kopplar samman dem genom att deklarerat från vilken modul indata skall hämtas. En modul kan vara en fysisk enhet som en värmeväxlare, solfångare etc men också en beräkningsenhet eller dataläsare eller skrivare. I varje tidssteg genomräknas systemets moduler med undantag av de vars indata ej ändrats. Om resultatet för en komponent är beroende av övrigas itereras programmet tills en föreskriven konvergens uppnåtts. För de tidsberoende storheterna beräknas derivatan i varje tidssteg och integration sker med prediktor-korrektor-metoden.

6.2 Simuleringsmodellen

Den använda modellen visas schematiskt i figur 6.1. Modulerna UNIT 1 och UNIT 2 är givare d.v.s. de jämför två ingående värden t.ex. solfångarnas in- och utloppstemperatur och ger värdet 0 eller 1 beroende av specificerade krav. Dessutom har den en hysteres effekt d.v.s. kraven kan vara olika beroende på om förra tidssteget gett 0 eller 1. Pumpmodulen UNIT 3 är egentligen en algebraisk operator d.v.s. en dator som beräknar vilket flöde pumpen skall ge i solfångarkretsen. På fjärrvärmesidan finns motsvarande modul för att reglera pumpen UNIT 4. Väderdata läses in i UNIT 5 men då soldata är givna för en horisontell yta används UNIT 6 till att konvertera informationen till instrålning mot solfångarytan. UNIT 7 beräknar hur mycket som ej skuggas bort och UNIT 8 producerar en etta om solen är över horisontavskärningen. UNIT 9 beräknar den infallande solstrålningen efter hänsyn till skuggning och avskärmning samt korrigerar för solinstrålningens infallsvinkel i förhållande till solfångarytan.

Själva solfångaren UNIT 10 tar emot solstrålningen och beräknar effektutbyte och utloppstemperatur. Värme-kapacitansen i solfångaren beaktas genom att energiutbytet korrigeras för temperaturändringen i kollektorn. Övriga kapacitanser i solfångarkretsen fördelas på fram- och returledningarna UNIT 13 och 11. Fjärrvärmesidan av systemet får sin information via UNIT 14. I schemat saknas moduler som tjänar till att integrera beräknade värden samt att trycka ut resultatet på lämpligt sätt.



Figur 6.1 Förenklat TRNSYS-schema

6.3 Indata till beräkning

Väderdata har erhållits från SMHI och är uppmätta i Bromma år 1977. Solinstrålning är endast uppmätt globalt och den diffusa är beräknad. Eftersom ingen av kollektorerna är koncentrerande bedöms det introducerade felet vara av underordnad betydelse. Data för fjärrvärmesystemet har erhållits från Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag och utgörs av timvärden från Fittja-verket under det valda referensåret 1977. Data för solfångarna har tagits ur det material som presenterats av leverantörerna vid offertgivningen. Rörlängder har mätts upp från ritningar över anläggningen och värmeväxlardata har beräknats ur givna specifikationer.

6.4 Resultat

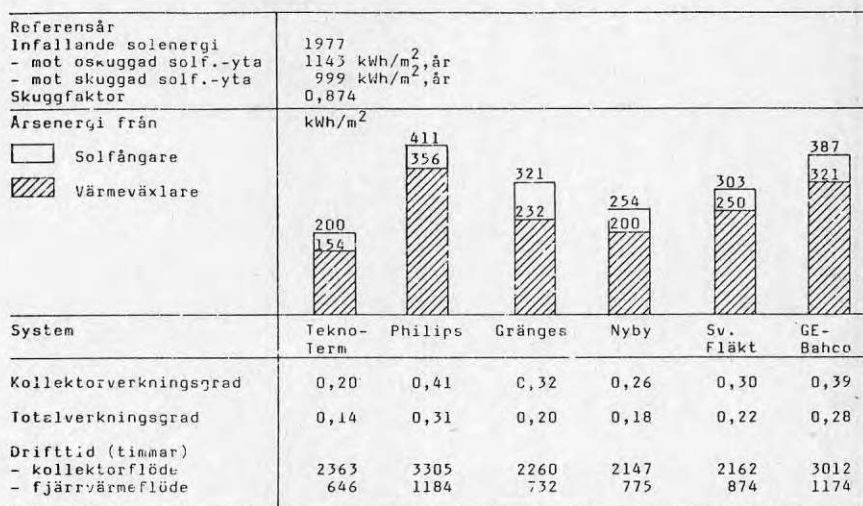
För samtliga fabrikat har beräkningar gjorts för ett högt konstant massflöde respektive ett lågt konstant massflöde. För en av vakuumsolfångarna (Philips) och en av de plana selektiva (Gränges) har dessutom gjorts beräkningar för reglerat fjärrvärmeflöde med konstant utgående temperatur på 80°C vid högt resp. lågt flöde i solfångarkretsen.

Utdrag av resultaten redovisas i figur 6.2 och 6.3. Som exempel på energiproduktionens variation under året redovisas i bilaga 6.1 och 6.2 stapeldiagram med veckovärden för två olika fabrikat. Att märka är att totalverkningsgraden anger förhållandet mellan nyttig energi från värmeväxlaren och infallande solenergi mot oskuggad yta. Kollektorverkningsgraden anger däremot förhållandet mellan energin från solfångaren och infallande solenergi mot skuggad yta.

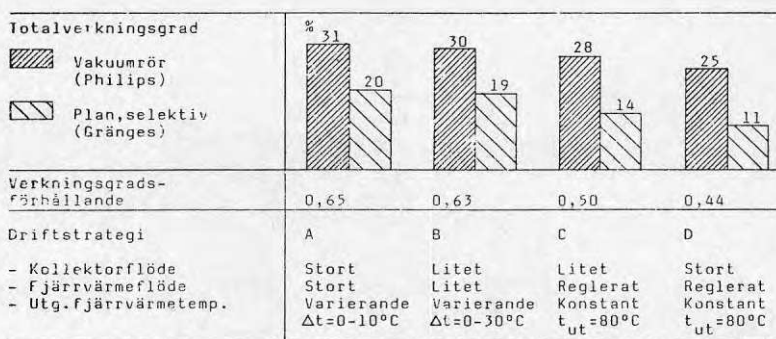
Beräkningarna ger oväntat lågt resultat för TeknoTerms solfångare, och det kan misstänkas att leverantören angivit en alltför pessimistisk verkningsgradskurva.

Förutsatt att leverantörernas verkningsgradskurvor är riktiga bör man i praktiken erhålla något bättre resultat än vad beräkningarna visar. Detta beroende på att returtemperaturen i fjärrvärmenätet sedan 1977 sjunkit från ca 55°C till under 50°C. Speciellt för solfångare med höga förlustkoefficienter kan en förbättring på mer än 5 % uppnås.

Högsta verkningsgraden erhålles som väntat vid konstant stora massflöden där temperaturhöjningen på fjärrvärmesidan och medeltemperaturen i solfångaren är låg. Den sämsta verkningsgraden erhålles vid stort flöde över solfångaren och samtidig reglering till 80°C på fjärrvärmesidan. Man bör även notera att förhållandet i energiutbyte mellan en plan, selektiv solfångare och en vakuumsolfångare blir olika beroende på vilken driftstrategi som blir dimensionerande. I det gynnsammaste driftfallet uppnås för den plana, selektiva ett utbyte på ca 65 % av vad som erhålles för vakuumsolfångaren. Motsvarande värde reduceras i det ogynnsammaste driftfallet till ca 45 %.



Figur 6.2 Resultatutdrag från TRNSYS-simulering vid driftfall med konstant stort fjärrvärme flöde och konstant stort kollektorflöde



Figur 6.3 Totalverkningsgrad vid olika driftstrategier enligt TRNSYS-simulering

7 MÄTNING OCH UTVÄRDERING

Mätning och utvärdering av Södertörnanläggningen sköts av Studsvik Energiteknik. I gruppens ansvarsområde ingår planering, installation och kalibrering av mätsystemet, utveckling av program för mätning och utvärdering samt utvärdering och redovisning av mätresultat. För driften av mätsystemet och bandbyte svarar SFAB och för underhåll av systemet Studsvik. Systemet har varit i provdrift sedan början av april och resultatredovisningen sker fr o m 14 april 1982.

7.1 Mätsystemet

Studsviks tidigare mäterfarenheter från minidatorsystem (PDP 11) och mikrodatorbaserade datalogger (ACUREX) resulterade i kravet på ett system med flexibilitets-, sofistiktions- och kostnadsnivå mittemellan dessa båda system. Valet föll inte minst p.g.a. god service och tekniskt bra kvalitet på hardwaren på HP-bordsdatorer. Från fig. 7.1.1 framgår schematiskt systemet baserat på en HP-85 bordskalkylator.

Mätsystemets centrala enhet är en BASIC-programmerbar bordskalkylator HP-85 med inbyggd kassetbandstation, printer och bildskärm. Genom ett lämpligt styrprogram sköter HP-85 såväl mätfunktionerna såsom beräkningsuppgifterna och systemövervakning. Till HP-85 ansluts en scanner/digitalvoltmeter HP-3497 för mätning av temperaturer och spänningssignalerna. HP-systemet lämpar sig även för mätning av digitala ingångspulser, dock skulle HP:s egen lösning för anslutning av ett tjugotal pulsingångar ha blivit mycket kostsam. I stället utvecklades i Studsvik en egen pulsscanningsenhet som är adresserbar från HP-85 och som använder endast 2 digitala in-/utkort. Systemet är utlagt för tillfället för anslutning av 7 solfångarsystem, varav 6 är aktiva.

Följande mätgivare är anslutna till systemet:

Solstrålning

- 1 solarimeter (Schenk) globalstrålning, 45⁰ lutning
- 1 solarimeter (Schenk), diffus strålning, 45⁰ lutning
- 6 kiselpyrometrar (LI), global strålning på solfångarfältet (45⁰ resp 60⁰ lutning).

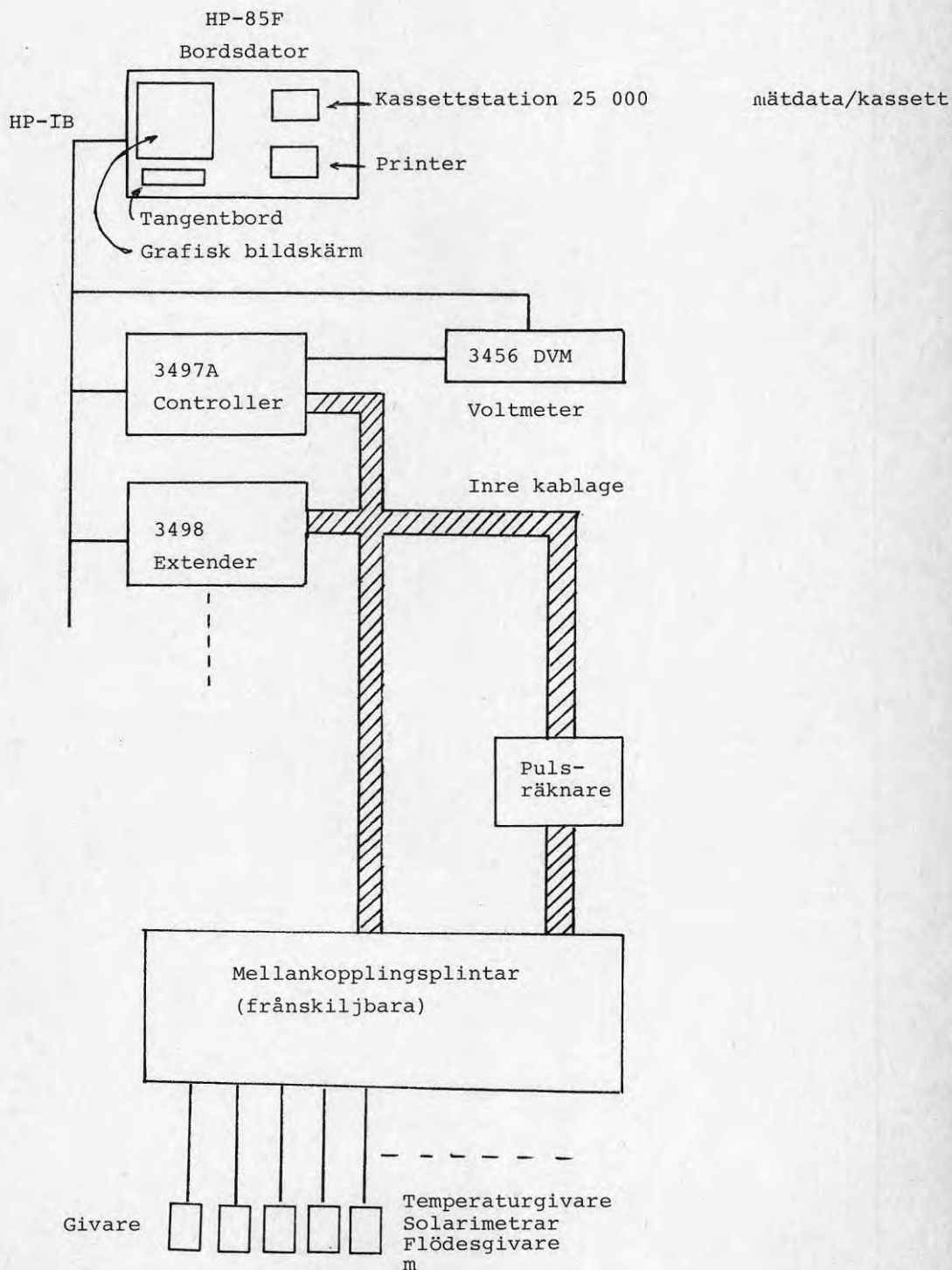
Vindgivare

riktning

styrka

Figur 7.1.1

Mätssystemet baserat på en HP-85 bordsdator installerat på mätplatsen (solfångarfältet).



Temperaturer

- 24 st Pt-100 givare monterade i dykrör för mätning av energi från solfångarfältet resp till fjärrvärmesystemet
- 1 st Pt-100 referenstemperaturfjärrvärme
- 1 st Pt-100 utetemperatur
- 6 st Pt-100 temperatur på solfångarfältet (utlopp solfångarna).

Flöde

- 12 st pulsingångar från flödesmätarna i solkrets resp fjärrvärmekretsar

Elenergi

- 6 st pulsingångar från elmätarna

Totalt är således 60 mätkanaler anslutna till HP-85-systemet. Placering av givarna framgår av blockschemat i figur 7.1.2.

Solarimetrarna kalibrerades gentemot en av Statens Provningsanstalt kalibrerad solarimeter (Kipp & Zonen). Temperaturgivare kalibrerades individuellt i Studsvik med en noggrannhet av $\approx 0.05^{\circ}\text{C}$. Pulsräknaren kalibrerades elektroniskt. Flödesmätarna levererades av Svensk Värmemätning med en angiven tolerans av $\pm 2\%$ inom mätområdet.

7.2 Mätprincip

För hantering av mätvärden urskiljs i huvudsak två faser, dels scanningen av momentanvärden i ett programmerbart tidsintervall (f n 90 sek) samt en efterföljande beräkning av de av mätvärdena beroende variabler såsom energier, medelvärden, ackumulerade värden osv. Även beräkning av endast teoretiska värden förekommer. Vid varje hel timme lagras dessa beräknade värden på band (form av datablock) och beräkningskanalerna 0-ställs. För vissa speciella mätningar kan även medelvärdsbildande ske vid andra tidsintervaller eller även momentanvärden lagras. Databandet räcker vid ordinarie drift för ca 1 vecka och sändes av SFABs driftsgrupp till Studsvik för utvärdering.

Det program som kontrollerar mätningen kontrollerar även operatörskommunikationen med mätsystem samt initieringen och övervakningen av hela mätsystemet.

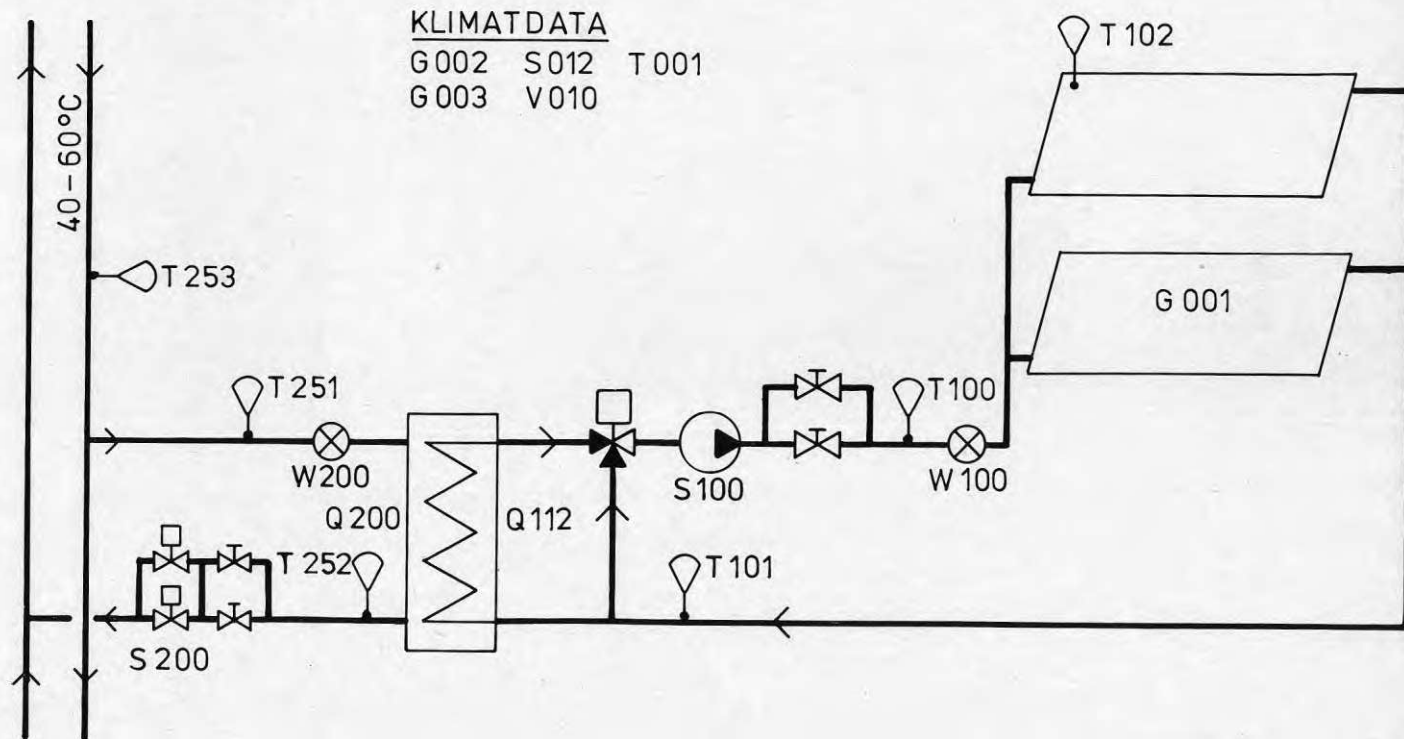


Fig. 7.1.2 Flödesschema med indikerade mätpositioner

7.3 Mätprogrammet - STUDS-85

Utrustningen arbetar helt enligt det mätprogram som exekveras i bordsdatorn. Programmets samtliga funktioner ur mätsynpunkt bestäms av ett stort antal parametrar vilka finns lagrade på mätbandkassetten i filen "PARF". Filen "PARF" kan således sägas beskriva i detalj vad som skall utföras i mätsystemet. I princip påverkas därför inte programmet av funktionsförändringar i mätsystemet inom de gränser som tillåts av parameteruppsättningen i "PARF".

Programmet exekveras från början då:

- RUN aktiveras
- om programmet lagrats på filen "Autost" och nättillslag detekterats av datorn. Programmet laddas då automatiskt in i datorns primärminne och därefter utförs automatiskt kommandot "RUN".

Programmets huvuddelar är aktiva vid olika tillfällena och har olika funktioner:

Initieringsfas

Denna del av programmet utförs före alla andra funktioner och exekveras bara en gång. Under denna programdel initieras alla interna tillstånd till ett väldefinierat utgångsläge, parametrar läses in från bandkassetten fil "PARF", mätutrustningen kontrolleras och aktiveras samt ställs "FUNCTION KEYS" till de tillåtna operatörsfunktionerna.

Bakgrundsfas

Denna del följer efter initieringsfasen och innebär i princip en väntan på att någon funktion skall begäras:

- av operatör via "FUNCTION KEYS"
- av mätutrustningen via avbrott från dess klocka (timer 90 sek intervall)

Inga andra möjligheter finns att påverka datorn eftersom såväl tangentbordet som knapparna på mätutrustningen spärrats under initieringsfasen.

Mätfas

Denna del av programmet startas var 90 sek av den inställda (av initieringsprogrammet) timern i mätutrustningen.

Mätfasen är den väsentligaste verksamheten i datorn och därför avbryts all annan pågående verksamhet när avbrott inkommit från timern. Det är inte heller möjligt att påbörja andra funktioner så länge mätfasen är aktiv.

Mätfasen omfattar rådatainsamling, kalibrering/skalning, beräkningsvariabler, medelvärdesbildning/ackumulering/integrering samt lagring med begärda tidsintervaller.

Då mätfasen är slut återtas den avbrutna verksamheten som pågick omedelbart före avbrottet. I de flesta fall innebär detta en återgång till bakgrundsfasen och en väntan på att någon funktion skall begäras.

Operatörsfas

Med de omtalade "FUNCTION KEYS", kan operatören köa upp ett behov av en viss funktion, även under mätfasen.

Då programmet återvänder till bakgrundsfasen tar denna programdel hand om "kölappen" och startar upp den önskade funktionen/funktionerna i tur och ordning. Följande funktioner kan begäras:

- K1: Visning av en av de 10 olika sidor med mätdata på skärm eller printer.
- K3: Mät. Start av mätning manuellt oberoende av timern.
- K4: Diagnos. Utskrift av väsentliga data rörande lagring och mätning.
- K7: KBD. Endast tillåten för programmerare. (Lyfter av spärren från tangentbordet.)
- K8: STOP. Funktion för stopp av systemet t ex vid byte av band.

Funktionerna ovan kan köas upp parallellt med att andra utförs och vissa av dem startar om automatiskt vid senare tillfällen bestämda av operatörsparametrar.

Alla funktioner kan avföras från kölistan om motsvarande "FUNCTION KEY" aktiveras samtidigt som funktionen redan är uppköad.

Alla funktioner i operatörsfasen avbryts om begäran om mätning från timern inkommer, men återupptas när mätfasen är slut. Om funktionen ej kan tillåtas bli avbruten köas den i stället upp för ny exekvering från sitt utgångsläge.

7.3.1 Beskrivning av operatörsfunktioner

Visning

I denna funktion kan operatören begära upprepad (efter varje svep) utskrift av en av 10 sidor om vardera högst 30 variabler. Typ av information kan väljas enligt:

- typ=1 ger utskrift av senaste ögonblicksvärde
- typ=2 ger utskrift av förra värdet (föregående svep)
- typ=3 ger utskrift av medelv./ackum./integrer.
- typ=4 ger utskrift av antal mätningar vilka är underlag för medelv./ackum./integrer.
- typ=5 ger utskrift av senaste derivata.

Figur 7.3.1 och 7.3.2 visar två exempel på utskrift som kan nås av operatören direkt på mät datorn. Sidorna 1 - 6 presenterar alla viktiga data (momentan eller medelvärde beroende på operatörens önskan) för respektive system. På sidan 9 visas medelvärden över några viktiga informationer samtidigt för alla system. (Uttemperaturer, levererad energi.)

7.4 Utvärderingssystem

Redovisning av månadsrapporterna kommer att ske med hjälp av en bordsdator HP-9845 i Studsvik. I bordsdatorn ingår 2 kassetbandstationer för inläsning av rådata. Till systemet (fig. 7.4.1) ansluts ett massminne (Winchester disc), printer och plotter. Systemet är dessutom planerat att utökas med en datalänk till Studsviks centraldator när hantering av stora datamängder blir aktuell (t ex redovisning av årsprofiler och dylikt).

7.5 Resultatredovisning

Resultatredovisningen sker dels i form av månadsrapporter (se bilaga 7.1), dels i form av informativa diagram som underlättar analysen. Efter vissa driftperioder görs dessutom sammanfattade analyser (t ex solfångarverkningsgrad, energiflödesdiagram) för de olika undergrupperna.

Månadsrapporten

Månadsrapporterna följer i huvudsak de riktlinjer som har utarbetats inom ett internationellt samarbete för vakuumsolfångare (IEA-Task VI). Detta innebär att mätvärden sammanställs integrerat dag för dag för en hel månad med månadssummorna resp månadsmedelvärden som slutresultat. För tiderna då mätvärden saknas tillämpas en speciell korrigeringsmetod som f n testas även inom IEA-Task VI. Metoden går ut på att hitta ett samband mellan daglig instrålad och daglig levererad energi för varje system. Figur 7.5.1 och 7.5.2 visar ett exempel på ett sådant diagram. I fjärrvärmesystem förväntas ett någorlunda linjärt samband för väl fungerande system. När sambandet för de olika

```

-----
* VÄRDEN * Tid:0607-134535
Typ: 1 Sida: 2
-----
48.86      57.57      0.00
47.38      54.31      15.17
 1.00      1.00      47.40
  .47      .48      .61
1.25E+005  1.25E+005  1.25E+005
5.92E+004  7.57E+004  7.57E+004
5.97E+004  1.35E+003  9.84E+002
1.67E-003  2.09E-003  0.00E+000
3.87E-002  1.00E+000  5.32E+001
Tidint.: 90.0 Sverp: 1
-----

```

```

T100P      T101P      T102P
T251P      T252P      T001
S100P      S200P      T253
N101P      N200P      N150P
H100P      H101P      H150P
Q112P      Z150P      Q151P
Q200P      Q114P      G001P
W100P      W200P      S011P
N108P      S150P      T150P

```

Figur 7.3.1

Exempel på utskrift av ögonblicksvärden sida 2, dvs för PHILIPS-systemet, vilka redovisas antingen på bildskärm eller printer. Variablerna kan identifieras med hjälp av variabelförteckningen ovan (se även Bilaga 7.1).

```

-----
* VARDEN * Tid:0607-134705
Typ: 1 Sida: 9
-----
62.02 57.91 57.81
57.03 68.17 61.36
60.96 54.41 53.40
53.23 57.41 54.93
47.48 15.02 0.00
7.03E+004 6.08E+004 8.44E+004
7.73E+004 4.95E+004 7.46E+004
1.57E+005 1.27E+005 1.62E+005
2.05E+005 2.07E+005 1.62E+005
1.07E+003 2.09E+002 0.00E+000
Tidint: 90.0 Swep: 2
-----

```

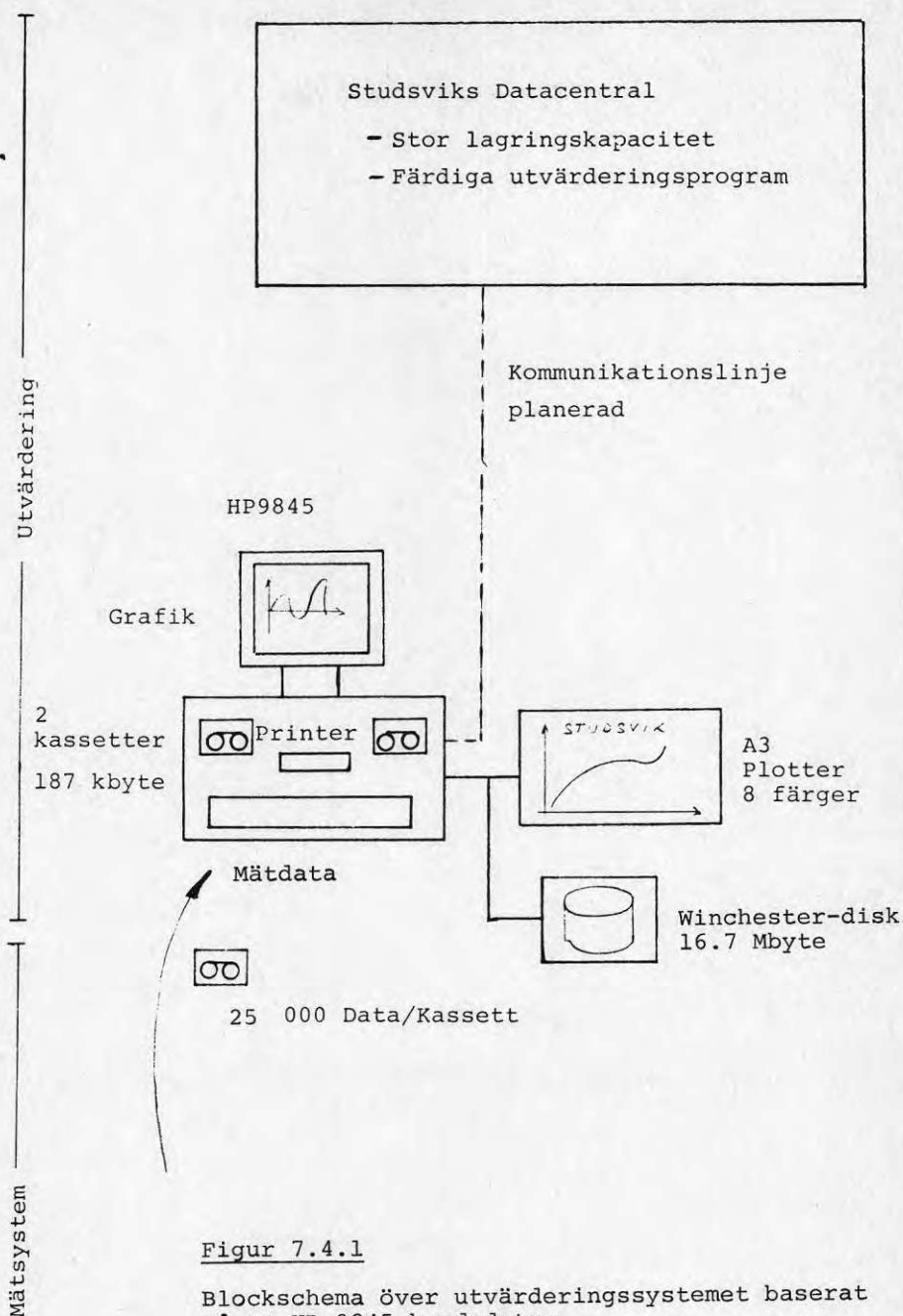
```

T101T T101P T101A
T101N T101F T101G
T252T T252P T252A
T252N T252F T252G
T253 T001 S010
Q112T Q112P Q112A
Q112N Q112F Q112G
H100T H100P H100A
H100N H100F H100G
G002 G003 -

```

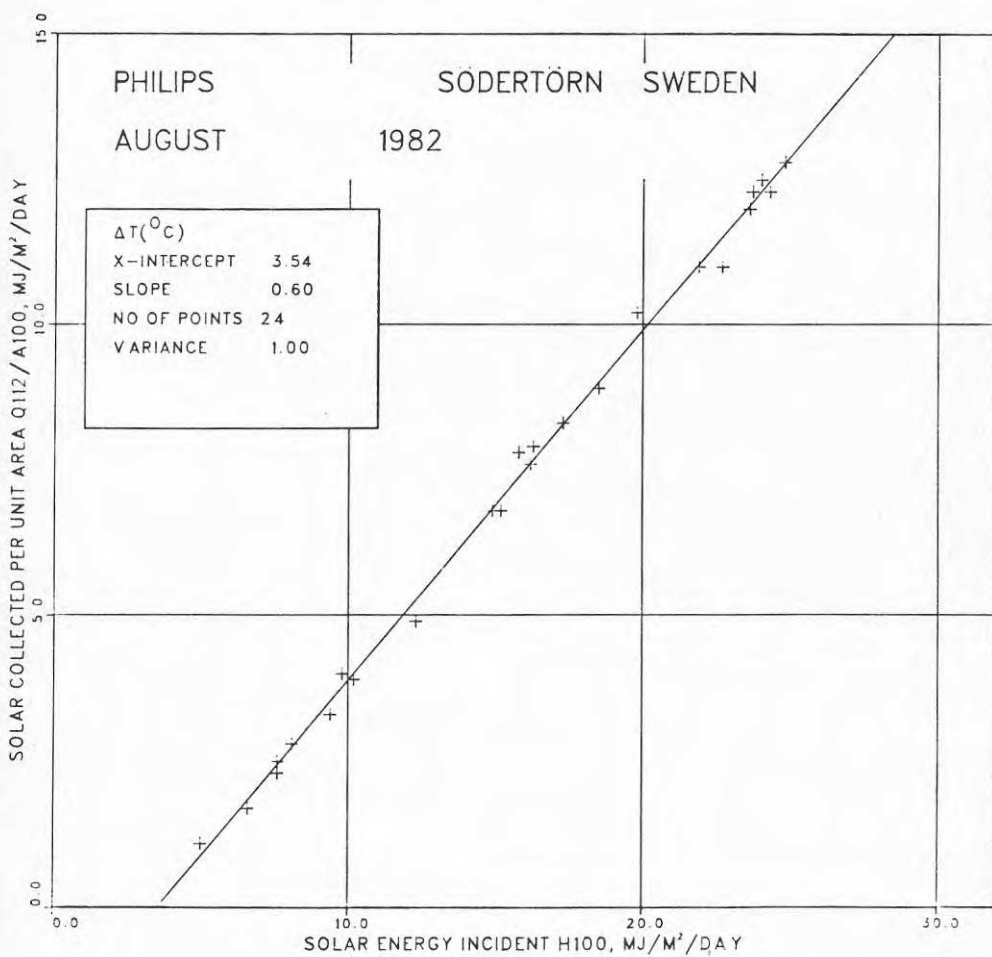
Figur 7.3.2

Exempel på utskrift av ögonblicksvärden sida 9, dvs en sammanställning av temperatur- och energidata från de sex solfångarsystemen. Variablerna kan identifieras med hjälp av variabelförteckningen ovan (se även Bilaga 7.1).



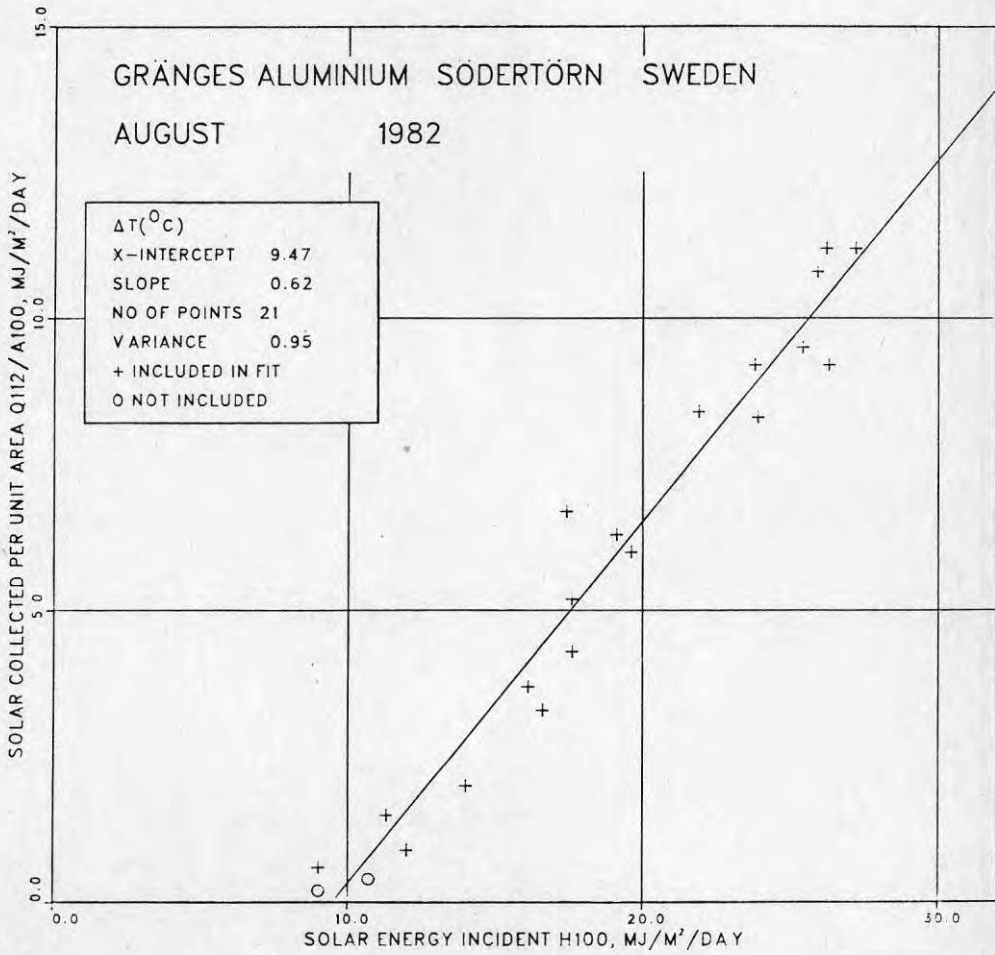
Figur 7.4.1

Blockschema över utvärderingssystemet baserat på en HP-9845 bordsdator.



Figur 7.5.1

In/ut-diagram för Philips.



Figur 7.5.2

In/ut-diagram för Gränges Aluminium.

undergrupperna (som kan vara temperatur resp årstidsberoende) är fastställt, kan missade dagar uppskattas enligt diagrammet, om solinstrålningen är känd. För närvarande används för korrektioner kända instrålningsvärden från mätningar i Stockholm och Knivsta, vi planerar dock installation av en separat solstrålningsgivare med daglig kontrollutskrift i Södertörn.

De parametrar som ingår i månadsrapporten framgår av bilaga 7.1. En förklaring av de IEA-acronym som används som parameteridentifikation redovisas i bilaga 7.2. Vid sidan om uppmätta data beräknas också teoretiskt förväntade energier baserade på solfångarnas prestanda. På så sätt kan de olika systemens verknings sätt och långtidsegenskaper bättre analyseras. En viktig roll härvid spelar de olika verkningsgrader, som definieras enligt följande och som ger en viss indikation för anläggningens driftprestanda.

Tidstillgänglighet (N152 = S200 / S150)

Anläggningens verkliga drifttid (i relation till teoretiskt möjlig drifttid) informerar om hur bra anläggningen fungerar jämfört med vad som är teoretiskt möjligt.

Energitillgänglighet (N151 = Q151/Q150)

Anläggningens energiupptagningsförmåga jämfört med teori säger hur mycket energi man förlorar p g a att anläggningen inte har varit i drift så länge som den kunde ha varit.

Teoretiskt förväntad verkningsgrad (N150 = Q150/H150)

Beräknad energiproduktion av solfångarna under teoretiskt möjliga drifttid dividerad med solinstrålning under samma tid.

Kollektorns driftverkningsgrad (N101 = Q112/H101)

Informerar om hur bra solfångarna utnyttjar solstrålningen när systemet är i drift (solfångarprestanda).

Kollektorns totalverkningsgrad (N100 = Q112/H100)

Är ett viktigt mått på kollektorsystemets reaktion på hela dagens solinstrålning (med hänsyn till solfångarkonstruktion, reglerstrategi, värmekapacitets-effekter m.m.).

Anläggningens systemverkningsgrad (N200 = Q200/H100)

Anläggningens effektiva verkningsgrad (levererad energi jämfört med hela dagens instrålning).

Andra nyttiga informationer från anläggningens funktionssätt är pumpfrekvensen (S011) som anger hur många gånger under dagen pumpen startade samt T150 (solfångarnas medeldrifttemperaturer under dagen).

Diagram

Månadsvis sammanställs även huvudresultaten i diagramform. Dels presenteras det redan omnämnda in-/utdiagrammet (Q112 mot H100), som ger möjlighet till att snabbt analysera systemens funktionssätt (om systemet inte fungerar tillfredsställande förekommer stora avvikelser av driftpunkterna från driftkaraktäristiken). Vidare redovisas energierna H100, H101 och Q200 i ett sk stapeldiagram, där de olika systemens driftprestanda kan jämföras på ett överskådligt sätt (se bilaga 7.1). I stapeldiagrammet anges även verkningsgraden N200 och graden av total och utnyttjad solenergi.

Övriga analyser görs efter vissa driftperioder i samråd med projektgruppen.

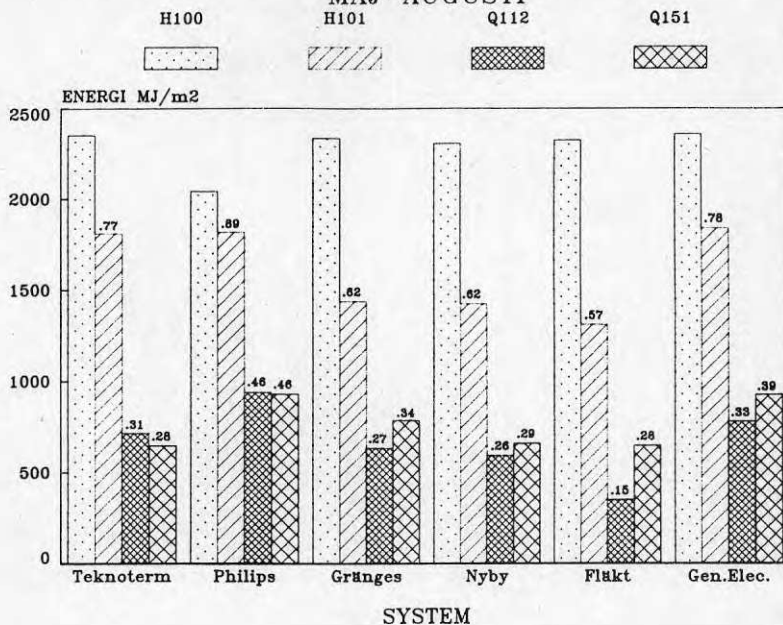
7.6 Resultat från driftperioden maj - augusti 1982

Mätssystemet är i mät drift sedan den 14 april 1982. De första mätveckorna måste dock betraktas som en testperiod där även vissa barnsjukdomar och programmeringsfel förekommer. Resultaten fick därför ofta justeras efteråt för hand, vissa instrument fick recalibreras osv. Den kritiska granskningen av mätprogrammet pågick hela sommaren och mätprogrammet uppdaterades flera gånger under perioden.

Även vissa av solfångarsystemen fungerade inte helt tillfredsställande i början och intrimningsjusteringar och reparationer förekom. Perioden 14 april - 31 maj bör således anses som en intrimningsfas, och mätresultaten måste analyseras noggrant innan slutsatser dras. Trots detta finns tillräckligt mycket underlag för att inkludera den ur solenergisympunkt så viktiga månaden maj i en utvärdering som omfattar perioden maj- augusti. Under denna period infaller ca 60 % av hela årets solenergiproduktion.

Figur 7.6.1 visar hur solinstrålningen H 100 och energiinsamlingen (Q 200) var fördelat under perioden maj - augusti 1982. Staplarna sammanfattar de huvudresultat som i detalj redovisats i Studsviks månadsrapporter. Det måste påpekas att Philips-solfångarna är monterade under 60° lutning, vilket försämrar det förväntade utfallet med ca 15 % jämfört med en montering på 45° lutning. Totalt instrålades 2 350 MJ/m² (652 kWh/m²) på 45° och 2 046 MJ/m² (568 kWh/m²) på 60° lutande ytor, vilket ska jämföras med ca 1 143 kWh/m² respektive 1 050 kWh/m² för år 1977. Ett normalårs fördelning (medelvärde 1970 - 1980) är också inritat i Figur 7.6.1. Det framgår av figuren att maj och juni låg under och juli över normalåret. Totalt för perioden avviker den instrålade energin dock inte särskilt mycket från normalåret.

SÖDERTÖRN FJÄRRVÄRMEPRODUKTION MAJ-AUGUSTI



Figur 7.6.2

Mätresultat för 1982.

H 100: Infallande solstrålning

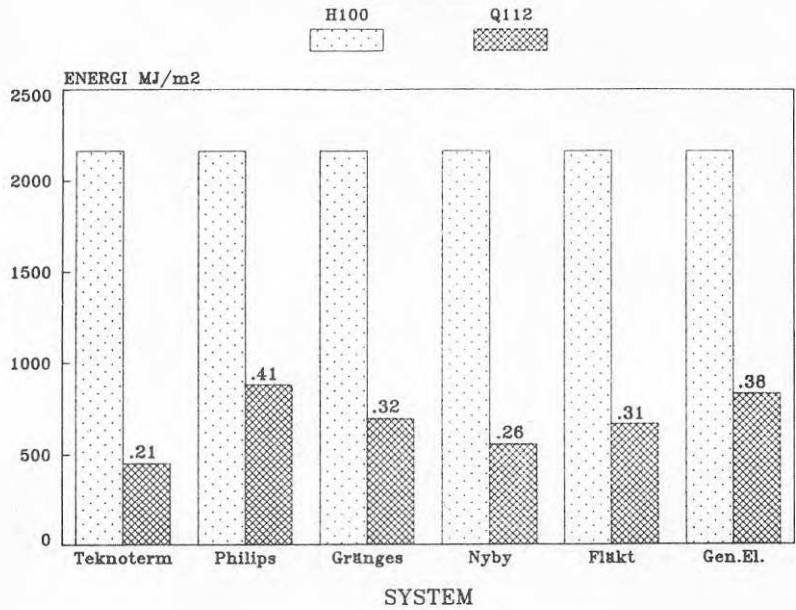
H 101: Solstrålning under drifttid

Q 112: Till värmeväxlare levererad energi

Q 151: Förväntad levererad energi (enligt leverantörsdata)

SÖDERTÖRN-TRNSYS 1977

MAJ-AUGUSTI



Figur 7.6.3

Resultat från TRNSYS-simuleringar år 1977
för samma driftperiod som i Figur 7.6.2.

I Figur 7.6.2 sammanställs några mätresultat för hela perioden maj - augusti 1982. Staplarna visar den totala infallande solstrålningen H 100, den under solfångardriften instrålade energin H 101, den av kollektorerna producerade energin Q 112 och den ifrån leverantörsdata framräknade förväntade insamlade energin Q 151. De indikerade verkningsgraderna är relaterade till instrålade energi H 100. Vi ser att Philips-solfångaren ligger nära de förväntade värdena, medan TeknoTerm ligger t o m över den enligt leverantörsuppgift förväntade produktionen. De övriga solfångarna producerar mindre än beräknat. Vi kommer med anledning av dessa resultat att göra en justering av solfångarens förlustkoefficienter. Detta görs med hjälp av instrålningsvärden som uppmättes under klara dagar under middagstiden.

Från staplarna framgår med all tydlighet att Philips-solfångaren uppnår högsta kollektorverkningsgraden (observera även det höga utnyttjandet av soltillgången, dvs solinstrålning under drift H 101, vilket motsvarar mindre energi än Philips, huvudsakligen på grund av reflektionsförluster i spegeln. TeknoTerms solfångare visar sig vara mest effektiv bland plana solfångare, huvudförklaringen ligger i det extra tillsatta konvektionshindret bestående av ett skikt vakuumsör. De övriga plana solfångarna ligger något under förväntningarna, troligen orsakade delvis av driftproblem under de första månaderna (isolering saknades delvis, några solfångareheter var ur funktion osv.).

Fläktfabrikens solfångarsystem visade problem med regleringen. Prestandan är för närvarande låg, men kan troligen förbättras genom lämpliga åtgärder.

Inte inritad i stapeldiagrammet är den till fjärrvärmesystemet levererade energin Q 200. Lednings- och värmeväxlarförlusterna är dock små och uppgår vanligtvis till ca 3 - 5 MJ/m² per månad, motsvarande ca 2 - 5 % av den från kollektorerna levererade energin Q 112.

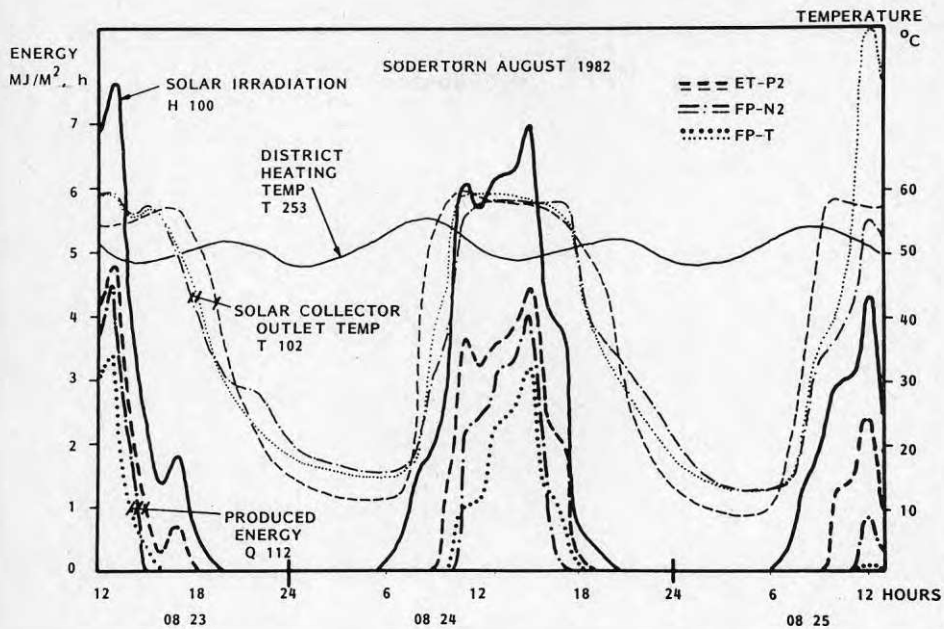
Det kan vidare vara av intresse att jämföra mätningarna med beräknade resultat från TRNSYS-simuleringen för samma period (maj - augusti 1977) (se Figur 7.6.3). Den instrålade energin var något mindre (2 155 MJ/m² respektive 598 kWh/m²) mot 45° lutande yta. En jämförelse av verkningsgraden N 100 (Q 122/H 100) för den uppmätta och för den simulerade energiproduktionen visar stora olikheter för vissa system. Philips- och TeknoTerm-solfångarna producerar på fältet mera energi än enligt simuleringar, Nyby ligger på samma nivå och de övriga systemen förväntades producera mera än hittills uppmätt. Tydligt är att TeknoTerms simulering gav alltför låga och Fläktfabrikens alltför höga teoretiska resultat. Om vi jämför resultatet med vår egen beräkning som genomförs parallellt med beräkningar (Q 151), så fastställer man att det finns även diskrepanser mellan de olika beräkningsmetoderna. Huvudskillnaden är att TRNSYS simulerar ett mer eller mindre idealt kontrolle-

rat system, medan beräkningen av Q_{151} följer den praktiska solfångardriften. Härvid bortfaller eventuellt föreliggande styrproblem.

Jämfört ur denna synvinkel kan vi konstatera att Nyby-solfångarna fungerade i stort sett som förväntat, Gränges och Bahco har något lägre prestanda än förväntat, TeknoTerm är något bättre än angivet i databladet och fungerar dessutom bättre i drift (relativt högt solutnyttjande). Philips-solfångaren ligger över förväntningarna vad det gäller systemdrift, troligen på grund av högt solinstrålningsutnyttjande under sommaren (sol in på baksidan). Fläkt-solfångaren slutligen kan bli bättre, dock drabbas den troligen av problem med styrsystemet (lägsta solstrålningsutnyttjandet).

Solfångarsystemens dynamiska respons illustreras i Figur 7.6.4. Systemegenskaper, temperatur och producerad energi jämförs med den instrålade energin. Det framgår tydligt, att de flesta systemen (3 exempel är inritade) reagerade mycket väl kontrollerat på solinstrålningen. Så fort solfångarnas yttemperatur kom över fjärrvärmemetemperaturen, levererades energi till nätets värmeväxlare. Det är också tydligt att system med låg värmekapacitet såsom Philips reagerar mycket känsligt på små variationer i strålningsflödet och startar tidigast. De tyngre solfångarna såsom Nyby och TeknoTerm utjämnar solstrålningsvariationerna mera. Den största skillnaden ses i uppstartegenskapen. Beroende på solinstrålningen, är Philips-systemet 1 - 2 timmar tidigare i drift än de övriga systemen. Under sommarperioden observerade vi dessutom, att Philips-solfångaren även drog nytta från kvällssolen som infångades av solfångarens norrsida. Detta är troligtvis en förklaring till solfångarens höga verkningsgrad under sommaren. En analys av driftresultat från plana solfångare med olika värmekapacitetstal såsom TeknoTerm (hög) och Nyby (medel) och Fläkt (låg) ger inga indikationer om att solfångarens värmekapacitet spelar en större roll för dygnsutbytet. Solfångaren med högre värmekapacitet startar i princip något senare, men är i gengäld längre i drift när solstrålningen avtar. På grund av samverkan av solfångarsystemens olika egenskaper såsom värmeförlust, strålningsstransmission och kontrollsystem är det dock ibland svårt att urskilja enstaka faktorerets betydelse för systemfunktionen. Från Figur 7.6.5 framgår dock, att TeknoTerm-systemets reglersystem ibland inte fungerar tillfredsställande. Den 25 augusti inträffade fallet vid låg instrålning att temperaturen på solfångaren blev mycket hög utan att nämnvärd energi producerades.

En speciell analys av TeknoTerms data är planerad för att se huruvida regleringen (med transistorstyrd pump) fungerade tillfredsställande.



Figur 7.6.4

Systemdynamik för 3 solfångarsystem, ET-P2: Philips; FP-N2: Nyby; FP-T: Teknoterm.

Sammanfattningsvis kan vi säga att Philips-solfångaren under mätperioden producerade 263 kWh/m^2 vilket ger förhoppningar att en årsproduktion av 400 kWh/m^2 kan överskridas. TeknoTerm-solfångaren gav 197 kWh/m^2 under samma period och förväntningar blir att 300 kWh/m^2 kan överskridas. Dessa värden som är bland de högsta som uppmätts i Sverige under högtemperaturdrift, demonstrerar enligt vår uppfattning att Södertörnanläggningen uppfyller en viktig funktion när det gäller att demonstrera solenergis möjligheter för storskalig energiproduktion i Sverige.

8 KOSTNADER

8.1 Kostnader för testanläggningen

Den ursprungliga kalkylen som presenterades i samband med anslagsansökan hösten 1980 omfattade installation av 8 - 10 fabrikat av solfångare. Kalkylerade kostnader för projektering, anläggningsuppförande och drift uppgick härvid till 8,7 Mkr. I detta belopp var då inte medräknat kostnader för datorberäkningar eller kostnader för mätning och utvärdering.

För anläggningens finansiering har BFR senare beviljat ett experimentbyggnadslån på totalt 5,54 Mkr. Storleken av detta belopp har fastställts som en kostnadsram för en reducerad storlek på anläggning och har således varit styrande för den slutliga utformningen av anläggningen.

Vid fastställande av lånebeloppets storlek förutsattes att Statens Vattenfallsverk med egna medel skulle finansiera sin del i projekteringsarbetet, vilket också har skett. Kostnader för en del av huvudprojektets datorberäkningar skulle däremot täckas av de anvisade lånemedlen.

När offerter på solfångare och vissa installationsarbeten förelåg under våren 1981 kunde en mer detaljerad kostnadskalkyl upprättas. Det bedömdes härvid som möjligt att kunna uppföra en anläggning med 6 fabrikat av solfångare inom den angivna kostnadsramen.

Kalkylerade kostnader före upphandling och det slutliga kostnadsutfallet framgår av sammanställningen i tabell 8.1.

Slutkostnaden ligger 885 kkr (ca 18 %) högre än vad som kalkylerats, vilket innebär att den fastställda kostnadsramen har överskridits med 390 kkr.

En del av kostnadsökningen kan förklaras med att kalkylen upprättades i 1981 års penningvärde och att indexkostnader tillkommit för en del kostnadsposter. Ursprungligen kalkylerades med att ränteintäkter på utbetalat lånebelopp skulle täcka uppkommande indexkostnader. Fördröjningar i utbetalningen av lånemedlen har emellertid inneburit att projektet i stället drabbats av ett räntekostnadsnetto på 110 kkr.

En viss kostnadsutjämnning har skett genom att framför allt kostnaden för projektering och administration har reducerats i förhållande till vad som kalkylerats.

Den mest markanta kostnadsökningen ligger på solfångarmontaget och kan endast förklaras med att arbetsomfattningen härvid har underskattats. Tillfredsställande underlag för att få en entreprenör att lämna ett fixt pris för montaget kunde inte presenteras av solfångarleverantörerna, och arbetet har därför utförts på löpande räkning. Som underlag för den ursprungliga

Tabell 8.1 Kostnadssammanställning

	Kalkyl 1981 kkr	Utfall kkr
Solfångare (6 fabrikat, 996 m ²)	1.330	1.362
Solfångarmontage	150	677
Mark- och byggnadsarbeten	1.110	1.200
Värmeinstallationer	1.050	1.178
Styr- och regleranläggning	370	397
Elanläggning	90	67
Fjärrvärmeanslutning	75	139
Projektering/Administration	860	670
Diverse och oförutsett	-	135
SUMMA INVESTERINGSKOSTNAD	5.035	5.825
<u>Tillkommer:</u>		
Markhyra, 2 år	70	70
Driftpersonal, 2 år	90	90
Datorberäkningar	150	150
Räntekostnader (netto) under byggnadstiden	-	110
<u>Avgår:</u>		
Vattenfalls projekteringskostnad för VVS o Bygg	./.	./.
Nybys egen montagekostnad	-	./.
LÄNEGRUNDANDE PROJEKTKOSTNAD	5.045	5.930
BEVILJAT LÄNEBELOPP	5.540	5.540
Reserv / överskott	+ 495	./.

kalkylen låg uppgifter och bedömningar som lämnats av respektive solfångarleverantör. Det bör nämnas att montagekostnaderna, som följts upp separat för varje fabrikat visar på en stor spridning mellan fabrikaten.

En viss del av kostnadsökningen kan också hänföras till gjorda förinvesteringar i anläggningen för en eventuell framtida utökning med 2 à 3 fabrikat av solfångare.

En mer detaljerad kostnadsbild och kostnadsfördelning på respektive fabrikat redovisas i bilaga 8:1 t o m 8:10. Det bör dock påpekas att fördelningen i vissa stycken kanske inte är helt rättvisande. För en del "gemensamma" kostnader finns ingen naturlig fördelningsparameter utan kostnaderna har fördelats lika på respektive fabrikat. Principen kan naturligtvis ifrågasättas men den torde vara minst lika rättvis som en fördelning efter exempelvis installerad solfångaryta.

8.2 Kostnadsreduceringar vid kommersiellt anläggningsuppförande, 1000 m².

Vid bedömning av investeringskostnaderna för en kommersiell anläggning med endast ett solfångarfabrikat, men av samma storlek som testanläggningen (ca 1000 m²) kan det redovisade kostnadsutfallet inte utan vidare utnyttjas. Hänsyn måste tas till följande faktorer:

- Kostnaden per m² solfångare blir lägre vid inköp av endast ett fabrikat i större kvantitet.
- Solfångarmontaget kan vid installation av endast ett fabrikat bedrivas effektivare.
- Fundament- och stativutformning kan hållfasthetsmässigt och utförandemässigt optimeras för det enskilda fabrikatet med lägre kostnad som följd.
- Kostnadskrävande åtgärder i form av markutjämning och förhöjda stativfundament, för att få så likartade skuggningsförhållanden som möjligt, kan vid en kommersiell anläggning utgå.
- Ett effektivare markutnyttjande är möjligt om endast ett fabrikat installeras. Mindre markåtgång ger lägre kostnad för markberedning, stängsel, m.m.
- Uppförande av ett större system i stället för sex små ger en skaleffekt med lägre specifik kostnad på apparatbyggnad, värmeinstallation, styr- och regleranläggning, elanläggning, fjärrvärmeanslutning samt projektering och administration.
- Styr- och regleranläggning behöver i en kommersiell anläggning inte utföras för samma variation av driftfall som i testanläggningen och kan härigenom göras billigare.

Med utgångspunkt från kostnadsutfallet för testanläggningen och med beaktande av ovan angivna faktorer har investeringskostnaden för en kommersiell anläggning på 1000 m² kalkylerats enligt följande.

	Plan, selektiv (Nyby)		Vakuumrör (Philips)	
	Testanl. 192 m ²	Kommersi- ell anl. ² 1000 m ²	Testanl. 127 m ²	Kommersi- ell anl. ² 1000 m ²
SPECIFIK KOSTN. (kr/m ²)				
Solfångare	938	800	2.244	1.900
Solfångarmontage	219	130	614	290
Mark- o byggnadsarb.	1.177	590	1.339	640
Värmeinstallationer	963	330	1.236	340
Styr- o regleranläggning	323	110	488	110
Elanläggning	52	50	79	50
Fjärrvärmeansl.	130	90	142	90
Projektering / Adm.	583	120	882	120
Diverse o oförutsett	120	120	181	120
Summa	4.505	2.340	7.205	3.660

Vid kalkylen har förutsatts att den kommersiella anläggningen uppföres med samma geografiska förutsättningar, med samma produktstandard och med samma konventionella teknik som gällt för testanläggningen. Enda undantaget härifrån är att markisolering för fundament och viss, grusuppfyllnad till ett sammanlagt värde av 215 kr/m² bedömts som överflödigt, samt att stativet för Nybys solfångare har ersatts med leverantörens eget standardstativ.

8.3 Möjligheter till framtida kostnadsreduceringar

Solfångarkonstruktionerna befinner sig fortfarande i olika utvecklingsstadier med varierande inslag av hantverksmässig tillverkning. Större tillverkningsvolymer och en mer seriemässig produktion kommer enligt tillverkarna att innebära en prisreduktion på mellan 25 % och 50 % för själva solfångarna.

Även om priset på solfångarna kan reduceras till hälften kommer detta inte att vara tillräckligt för att få ned den totala anläggningskostnaden på en tillfredsställande nivå. Erfarenheter från testanläggningen visar dock att möjligheter finns till kostnadsreduceringar även på montage- och installationssidan. Som exempel vill vi här nämna följande:

- Solfångarkonstruktionerna kan bättre anpassas för storskalig användning. Mer långtgående prefabricering samt leverans av större och färre antal montageenheter kan vara åtgärder för att reducera kostnaden.

- Effektivare montageteknik liksom enklare lösningar för stativ och grundläggning kan åstadkommas. En förutsättning för detta är dock att solfångartillverkarna engagerar sig mer i dessa frågor och låter stativet ingå som en integrerad del av solfångaren.
- Värmeinstallationer samt styr- och regleranläggning bygger på mer konventionell teknik, där möjligheter till rationaliseringsvinster är begränsade. Fabrikstillverkning av apparatbyggnader med komplett färdiga installationer bör dock vara en åtgärd för att reducera även denna kostnadspost.
- Utveckling av standardiserade systemlösningar och prefabricerade apparatbyggnadsinstallationer kan på sikt reducera projekteringskostnaden.

Utöver nämnda möjligheter till kostnadsreduceringar tillkommer naturligtvis vissa skaleffekter när anläggningen görs större. Eftersom anläggningens utbredning blir större och det dessutom kanske blir nödvändigt med en uppdelning på flera delsystem är vår bedömning att dessa vinster blir marginella vid anläggningsstorlekar större än 2.000 à 3.000 m² solfångaryta.

Någon värdering eller spekulation av storleken på möjliga kostnadsreduceringar har inte gjorts. För att få en uppfattning om vilka kostnadsreduceringar som är nödvändiga redovisas i stället maximalt tillåten anläggningskostnad vid olika energiprisnivåer enligt följande:

Energiprisnivå kr/kWh	Max. tillåten anläggningskostnad (kr/m ²)			
	Plana, selektiva med livslängd		Vakuurrör med livslängd	
	15 år	20 år	15 år	20 år
0,20	360	430	530	620
0,30	600	710	850	990
0,40	840	980	1.160	1.370
0,50	1.070	1.260	1.480	1.740
0,60	1.310	1.540	1.800	2.120
0,70	1.550	1.820	2.120	2.490
0,80	1.780	2.090	2.440	2.860

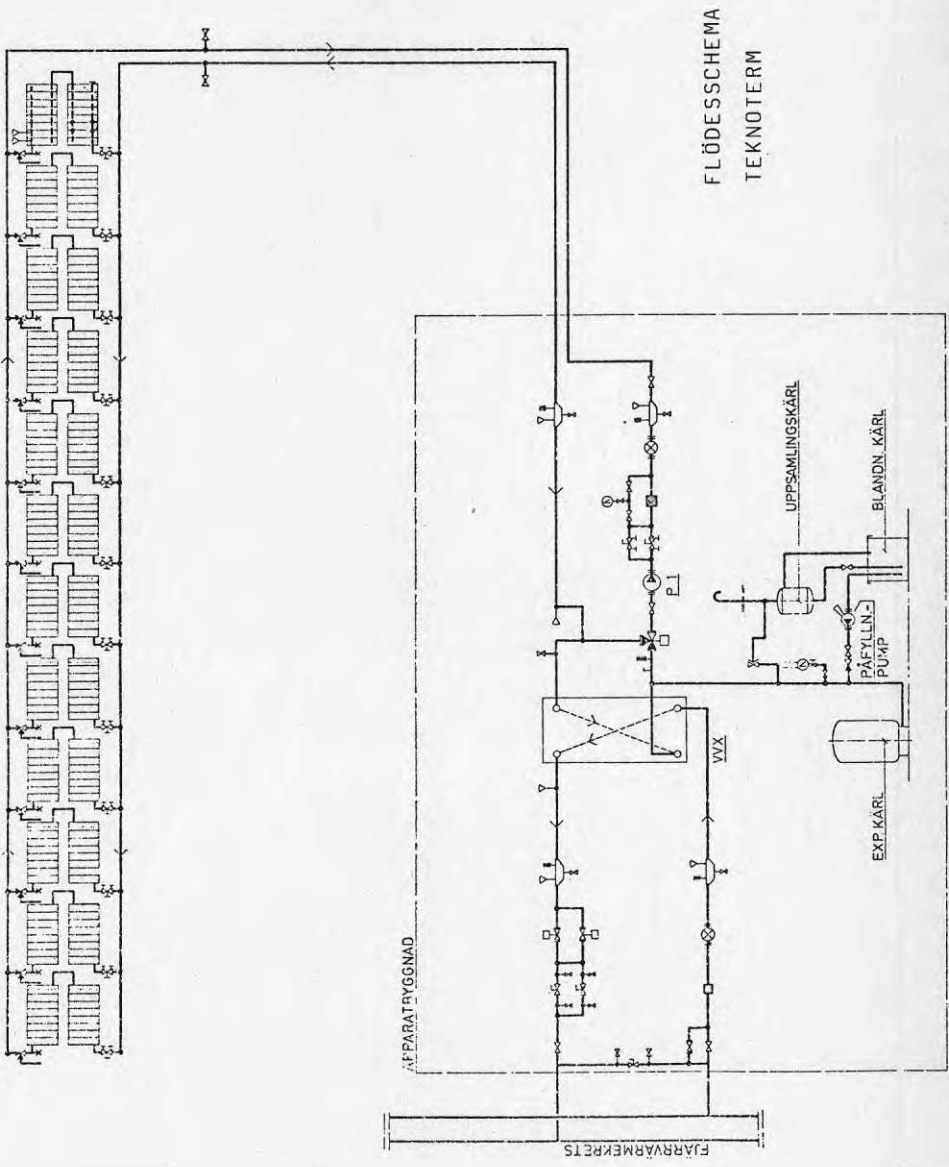
Den maximalt tillåtna anläggningskostnaden har beräknats med följande förutsättningar och antaganden.

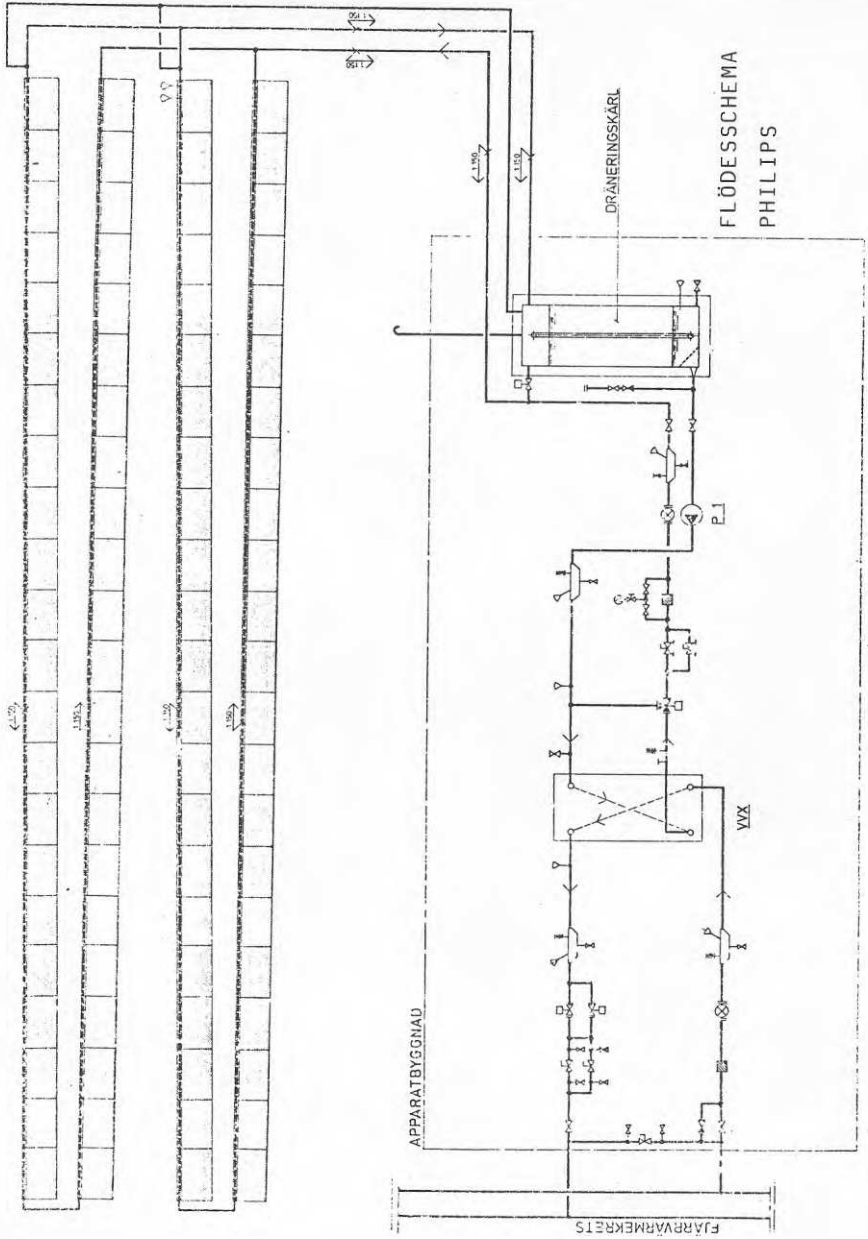
- real kalkylränta, 4 %
- markhyra, 5 kr/m², år (≈ 12 kr/m² solf., år)
- årlig kostnad för drift o underhåll, 2 % av anläggn.-kostn.
- beräknad energiproduktion för plana, selektiva solfångare, 260 kWh/m², år
- beräknad energiproduktion för vakuüm rörssolfångare, 350 kWh/m², år

Vid ett kommersiellt anläggningsuppförande enligt avsnitt 8.2 med dagens produkter och teknik hamnar energikostnaden beroende på livslängden någonstans mellan 0,90 kr/kWh och 1,20 kr/kWh. För själva testanläggningen kan energikostnaden beräknas uppgå till 1,70 à 2,30 kr/kWh.

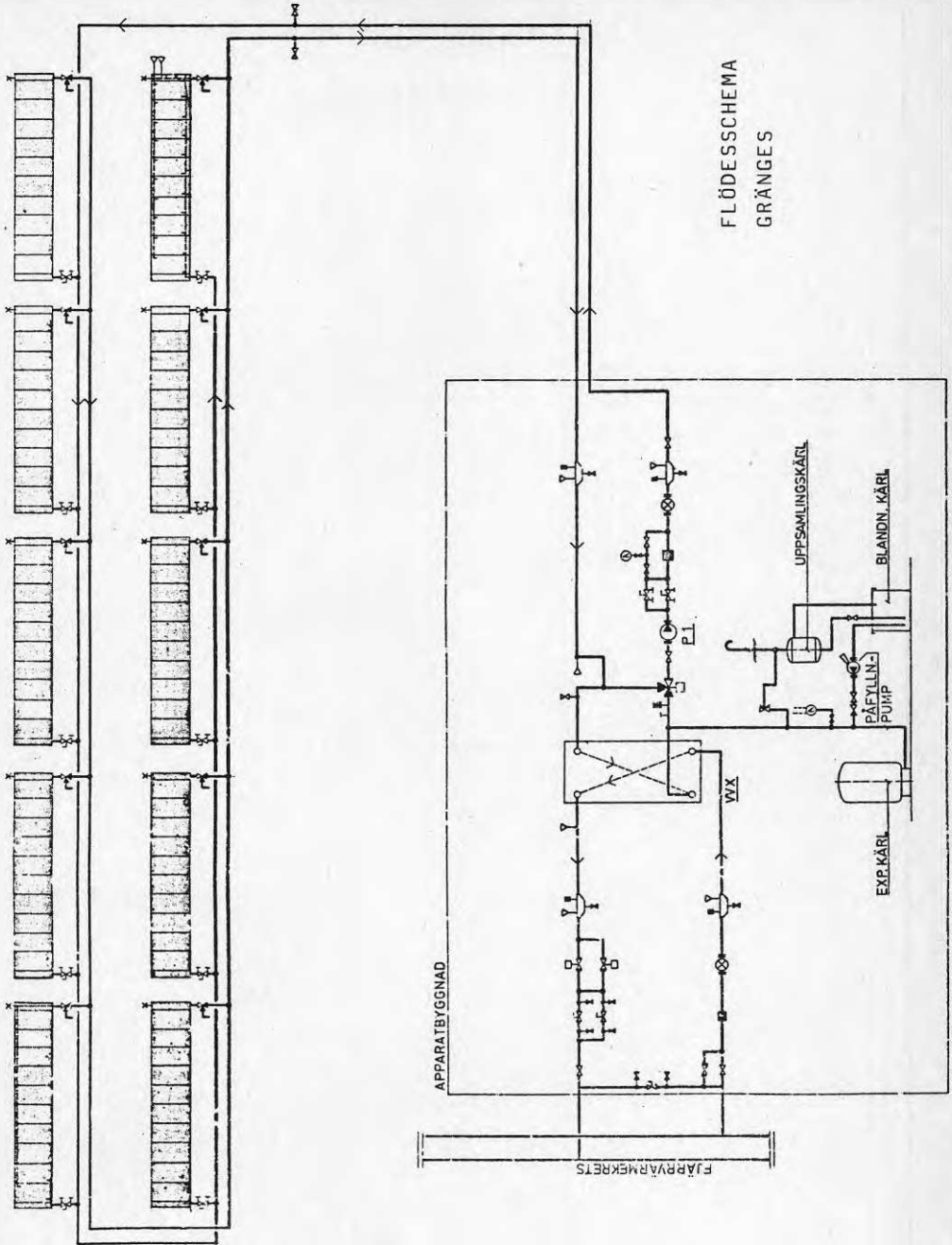
REFERENSER

- (1) Förutsättningar för solfjärrvärme, Etapp 1, Markinventering. Koncept 13403702/Bf. Hans Gransell o Jerzy Grynblat, Rejlers Ingenjörskonsult AB. Stockholm 1981.
- (2) TRNSYS, Transient system simulation program. Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin. April 1981.

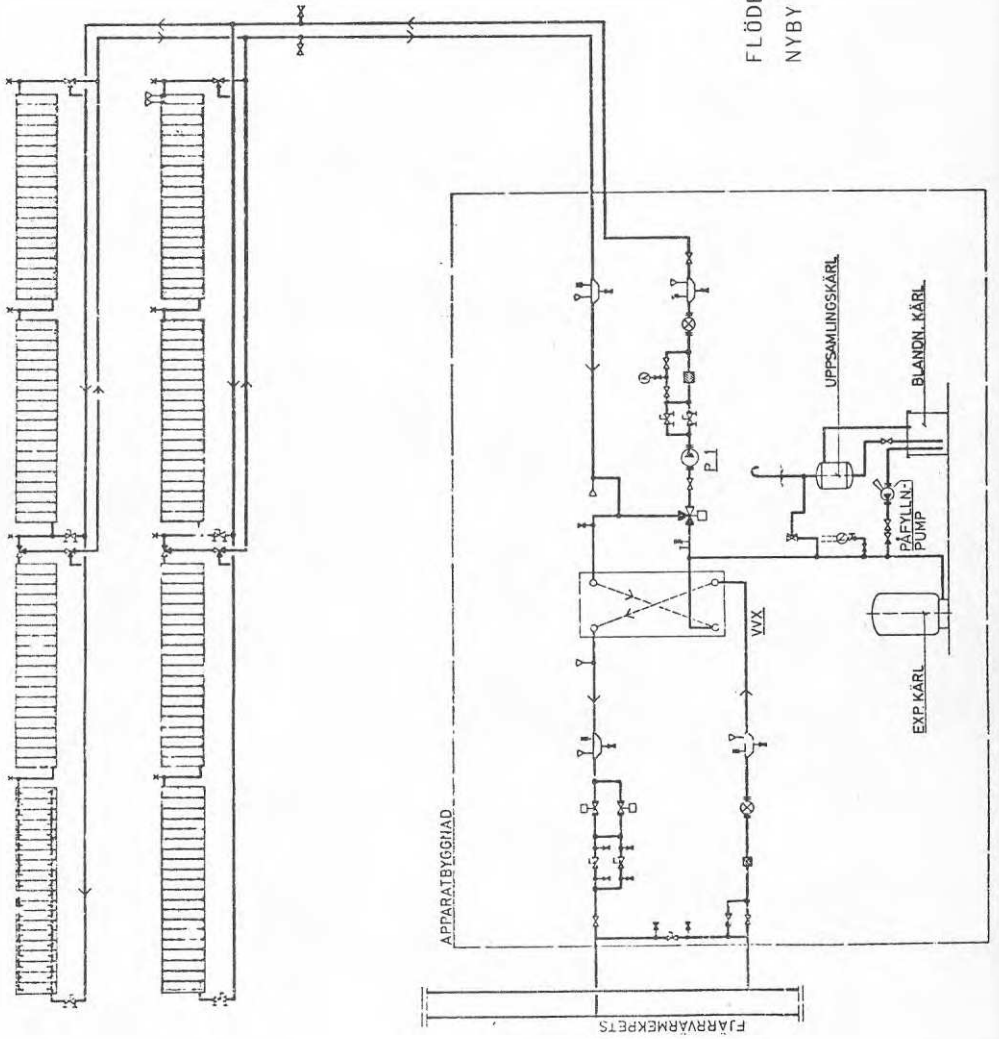




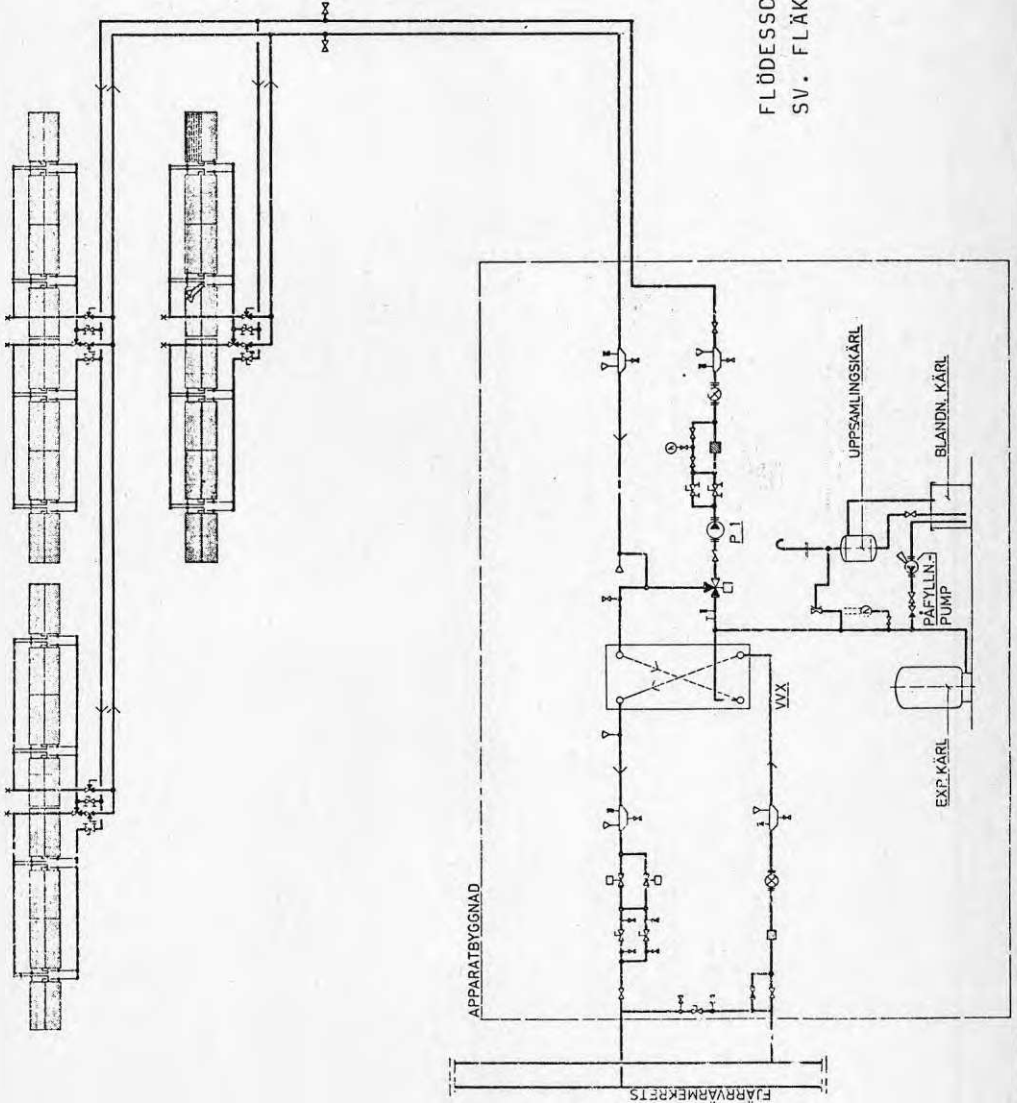
FLÖDESSCHEMA
GRÄNGES



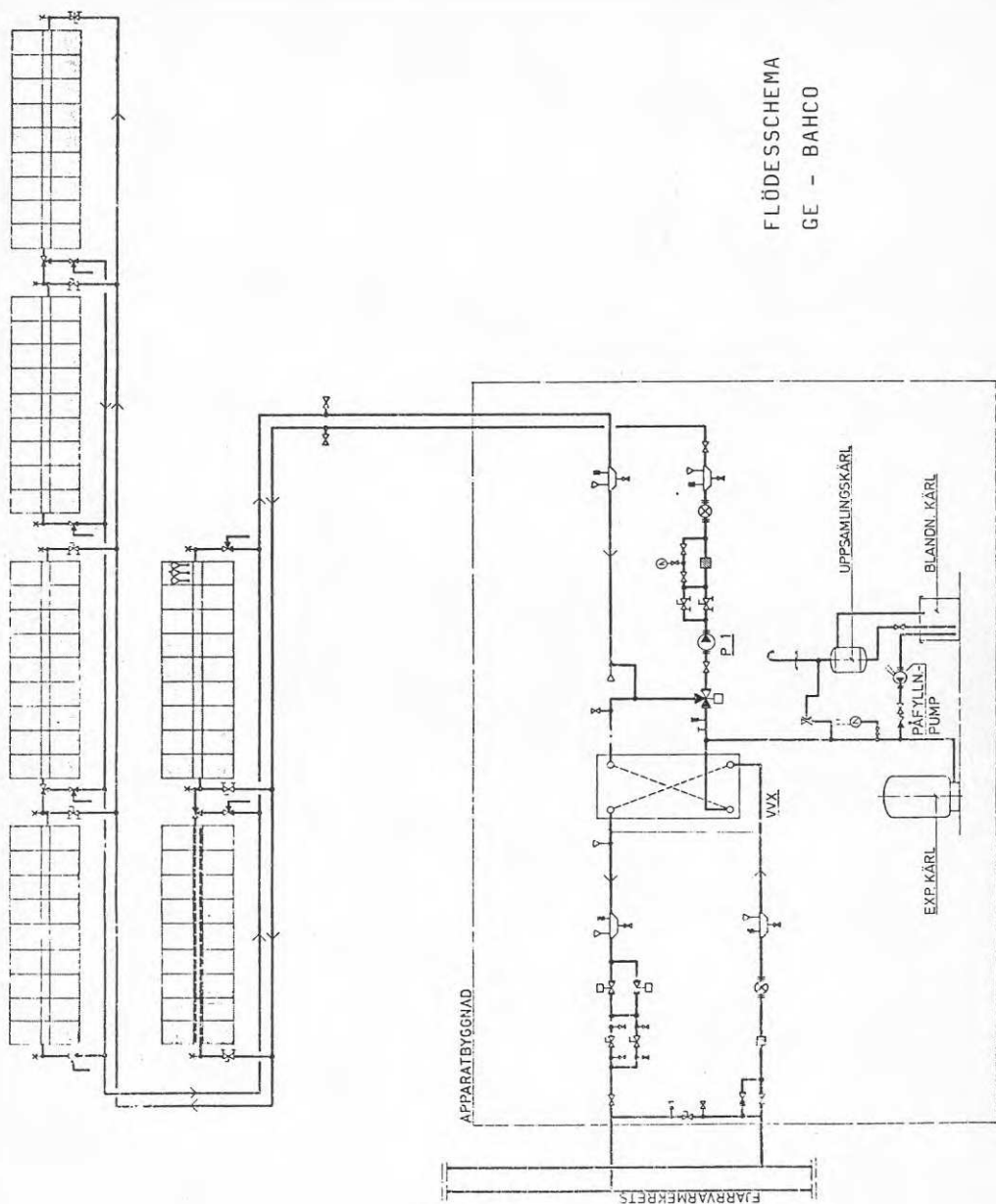
FLÖDESSCHEMA
NYBY

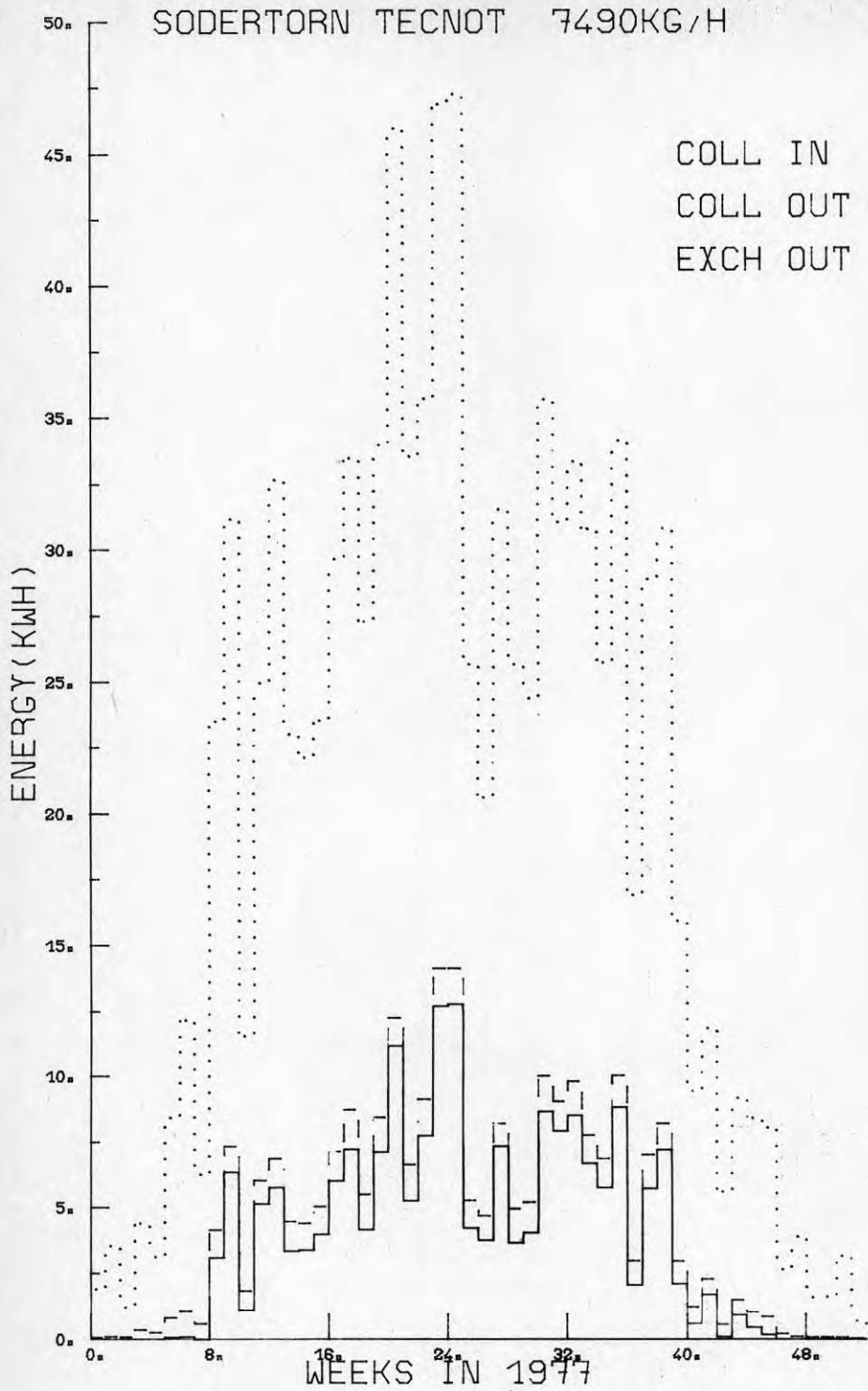


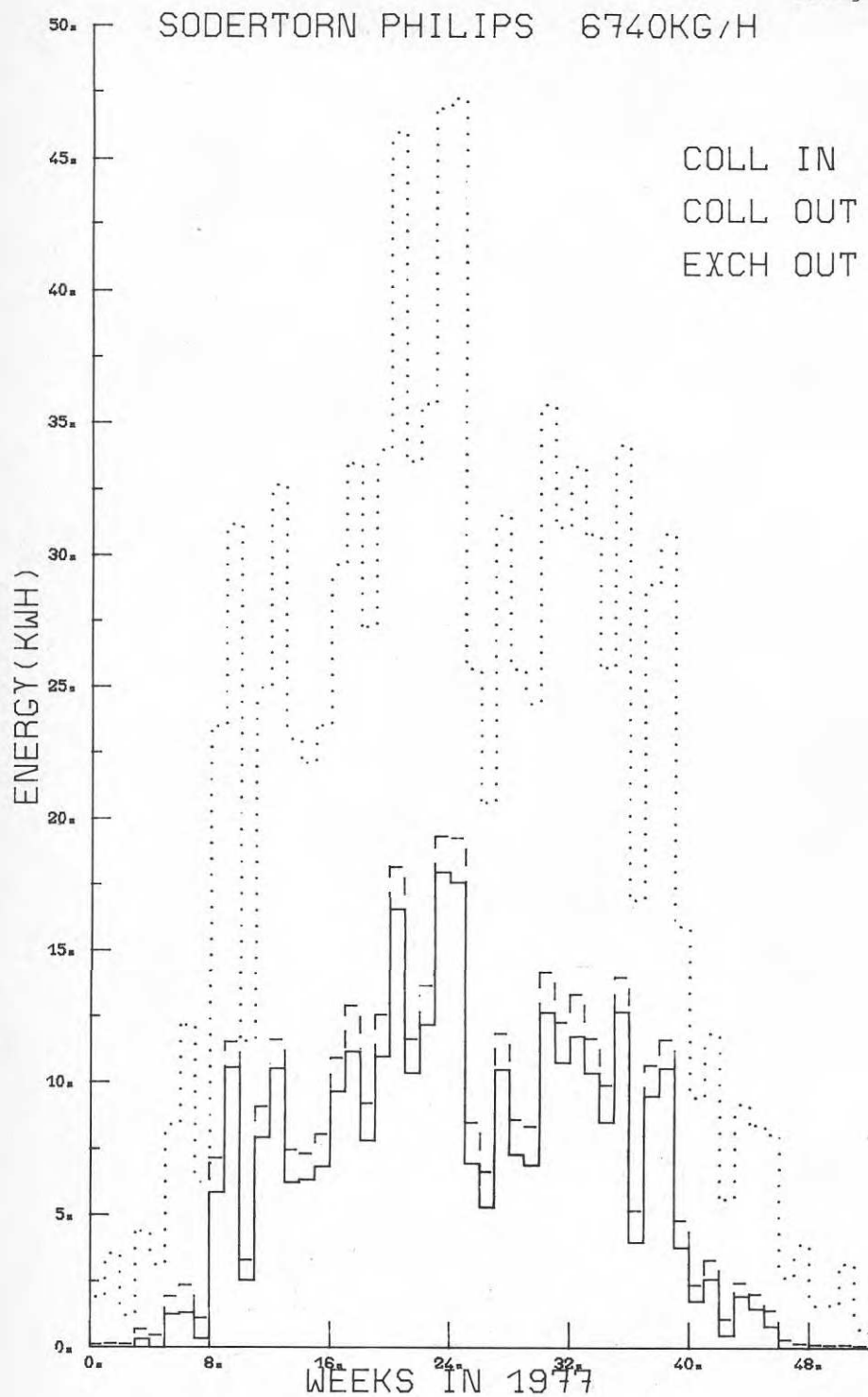
FLÖDESSCHEMA
SV. FLÄKT



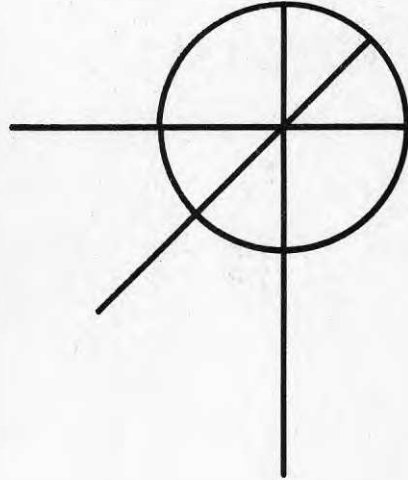
FLÖDESSCHEMA
GE - BAHCO







STUDSVIK SOLENERGIPROJEKT



SÖDERTÖRN SOLFJÄRRVÄRME

Augusti 1982

VVF-SISOL-VATTENFALL

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

KLIMATDATA-solinstrålning.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

Energi i MJ/m² = 0,2778 kWh/m².

Dag	G002 MJ/m ²	G003 MJ/m ²	G001T MJ/m ²	G001P MJ/m ²	G001A MJ/m ²	G001N MJ/m ²	G001F MJ/m ²	G001G MJ/m ²	S010 n	----- -----
1-----	27.3	4.0	27.6	24.8	27.2	27.1	27.2	27.7	-----	-----
2-----	3.6	1.1	3.4	3.0	3.2	3.4	3.6	3.4	-----	-----
3-----	26.3	5.7	26.6	24.0	26.2	26.1	26.2	26.7	-----	-----
4-----	25.9	5.9	26.3	23.7	25.9	25.9	26.0	26.5	-----	-----
5-----	21.9	6.0	22.1	19.8	21.9	21.8	21.8	22.3	-----	-----
6-----	17.3	6.3	17.5	15.8	17.4	17.2	17.2	17.6	-----	-----
7-----	23.9	7.0	24.2	21.9	23.8	23.7	23.7	24.2	-----	-----
8-----	19.0	7.6	19.3	17.3	19.1	18.8	18.8	19.2	-----	-----
9-----	11.4	7.6	11.4	9.8	11.3	11.2	11.4	11.4	-----	-----
10-----	18.3	7.0	17.8	16.3	17.6	17.5	17.8	17.9	-----	-----
11-----	26.7	5.0	26.5	24.3	26.3	26.1	26.2	26.6	-----	-----
12-----	26.0	5.1	25.8	23.6	25.4	25.3	25.4	25.8	-----	-----
13-----	18.3	7.9	17.8	16.2	17.6	17.6	18.0	18.1	-----	-----
14-----	11.1	6.7	10.7	9.4	10.7	10.6	10.9	10.8	-----	-----
15-----	12.0	5.5	11.9	10.2	12.0	11.6	11.7	12.1	-----	-----
16-----	14.4	8.2	14.0	12.2	13.9	13.7	14.0	14.1	-----	-----
17-----	9.4	6.4	9.2	7.6	9.2	8.9	9.1	9.2	-----	-----
18-----	6.4	4.8	5.9	5.0	6.1	5.9	6.1	6.1	-----	-----
19-----	9.6	5.8	9.1	8.1	9.0	8.9	9.2	9.1	-----	-----
20-----	14.3	7.2	14.0	12.3	14.0	13.6	13.7	14.1	-----	-----
21-----	8.1	6.0	7.8	6.6	7.8	7.7	7.8	7.9	-----	-----
22-----	24.4	4.8	24.0	22.7	23.9	23.6	23.8	24.1	-----	-----
23-----	16.4	6.4	16.0	14.5	16.0	15.5	15.5	16.0	-----	-----
24-----	20.3	6.9	19.7	18.5	19.6	19.4	19.5	19.7	-----	-----
25-----	9.1	6.2	8.9	7.6	9.0	8.7	8.7	8.9	-----	-----
26-----	16.9	6.6	16.6	15.2	16.6	16.2	16.4	16.7	-----	-----
27-----	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	-----	-----
30-----	18.9	5.8	18.2	17.6	18.1	18.0	18.2	18.3	-----	-----
31-----	16.7	8.8	16.1	14.9	16.1	15.9	16.1	16.2	-----	-----

Månadssummor:

473.9	172.3	468.6	422.8	464.8	460.0	463.9	470.8	-----	-----
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Korrigerade värden:

550.8	194.4	545.5	494.9	541.7	536.9	540.8	547.7	-----	-----
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Månad Augusti

Månadsversion 8200-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

KLIMATDATA.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

Energi i MJ/m² = 0.2778 kWh/m².

Dag	T001 grad C	T002 grad C	T003 grad C	V010 m/s	S012 grad	T253 grad C	TID tim	----	----	----
1-----	21.4	30.3	12.9	2.4	147	54.8	24.0	----	----	----
2-----	19.7	28.8	13.6	2.3	156	52.9	12.8	----	----	----
3-----	23.1	32.8	14.4	2.4	168	54.0	24.0	----	----	----
4-----	23.4	32.4	14.6	2.1	171	54.0	24.0	----	----	----
5-----	24.7	34.4	15.6	2.6	168	54.3	24.0	----	----	----
6-----	22.3	33.6	17.2	2.8	135	53.3	24.0	----	----	----
7-----	22.5	30.6	16.3	3.1	178	54.4	24.0	----	----	----
8-----	22.8	31.2	14.9	2.3	202	54.5	24.0	----	----	----
9-----	21.2	26.6	16.7	3.4	208	53.8	23.4	----	----	----
10-----	18.1	24.4	12.0	4.9	259	53.5	24.0	----	----	----
11-----	16.8	22.8	10.3	6.3	270	52.4	24.0	----	----	----
12-----	18.9	27.4	12.0	4.5	218	52.9	24.0	----	----	----
13-----	19.2	24.8	14.2	5.6	235	52.8	24.0	----	----	----
14-----	14.8	22.3	9.9	5.6	192	52.6	24.0	----	----	----
15-----	13.8	17.6	9.7	7.7	284	52.4	23.0	----	----	----
16-----	16.1	20.6	9.7	2.4	244	51.6	16.8	----	----	----
17-----	14.8	21.4	8.1	3.3	128	51.8	24.0	----	----	----
18-----	16.0	19.6	14.4	3.5	120	52.6	24.0	----	----	----
19-----	16.3	21.4	12.9	4.8	165	58.0	24.0	----	----	----
20-----	13.7	19.8	9.7	4.2	179	47.3	24.0	----	----	----
21-----	13.0	18.4	8.3	2.7	179	51.4	24.0	----	----	----
22-----	14.0	21.3	6.8	2.9	208	51.9	23.0	----	----	----
23-----	16.8	21.8	12.0	3.6	192	50.6	16.5	----	----	----
24-----	15.0	22.2	10.1	2.9	158	50.8	24.0	----	----	----
25-----	13.9	19.8	9.4	3.7	167	50.1	24.0	----	----	----
26-----	14.6	20.8	10.3	3.9	193	50.5	24.0	----	----	----
27-----	13.6	14.2	12.6	3.0	133	49.8	7.0	----	----	----
30-----	16.8	20.4	13.3	6.0	170	49.4	14.7	----	----	----
31-----	16.6	23.2	12.2	4.9	145	51.1	24.0	----	----	----
Månadssummor:	17.7	34.4	6.8	3.8	185	52.4	641.3	----	----	----
Korrigerade värden:	17.7	34.4	6.8	3.8	185	52.4	744.0	----	----	----

Månad Augusti

Månadsversion 9208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Teknoterm.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA=144 m2

Energi i MJ/m2 =>0.2778 kWh/m2.

Dag	H100T MJ/m2	H101T MJ/m2	H150T MJ/m2	Q112T MJ/m2	Q150T MJ/m2	Q151T MJ/m2	Q200T MJ/m2	Q214T MJ/m2	T150T grad C	T252T grad C
1-----	27.6	24.4	26.1	11.4	11.6	10.3	10.7	----	59.4	60.5
2-----	3.4	3.2	3.4	.9	1.3	1.1	.8	----	56.4	57.3
3-----	26.6	23.6	25.2	11.4	11.4	10.2	10.6	----	58.5	59.9
4-----	26.3	23.3	24.6	10.9	11.1	9.9	10.1	----	58.6	59.7
5-----	22.1	19.5	19.5	8.6	8.9	7.8	8.0	----	58.9	59.7
6-----	17.5	13.9	15.1	7.0	7.0	6.2	6.4	----	58.9	58.2
7-----	24.2	21.1	21.9	9.6	9.5	8.4	8.9	----	59.6	60.3
8-----	19.3	16.3	16.6	6.8	7.0	5.9	6.2	----	59.1	59.6
9-----	11.4	8.4	7.0	2.2	2.7	1.9	2.0	----	56.2	55.3
10-----	17.8	14.8	13.7	6.0	5.9	5.0	5.5	----	57.8	55.6
11-----	26.5	23.0	24.4	10.1	10.5	9.1	9.3	----	57.9	58.8
12-----	25.8	22.5	23.7	10.1	10.2	9.0	9.4	----	58.5	59.4
13-----	17.8	14.6	13.7	5.2	5.4	4.6	4.8	----	57.6	58.3
14-----	10.7	6.6	6.6	1.3	2.9	1.1	1.2	----	55.9	54.2
15-----	11.9	7.0	8.8	1.8	3.2	1.8	1.6	----	56.1	55.7
16-----	14.0	10.8	9.9	2.3	3.1	1.7	2.1	----	56.8	54.0
17-----	9.2	2.0	5.0	.1	1.7	.1	.1	----	55.9	52.1
18-----	5.9	1.1	3.6	.2	1.3	.1	.1	----	54.6	54.0
19-----	9.1	5.8	6.3	1.3	2.1	.8	1.1	----	58.6	58.5
20-----	14.0	9.2	9.7	3.0	4.1	2.5	2.7	----	55.5	55.3
21-----	7.8	2.8	4.8	.3	1.6	.1	.2	----	54.1	52.6
22-----	24.0	20.0	21.3	9.0	9.3	7.9	8.4	----	57.2	57.0
23-----	16.0	12.2	12.3	4.8	5.3	4.0	4.5	----	57.1	57.4
24-----	19.8	16.5	16.7	6.7	7.2	5.9	6.3	----	57.0	55.8
25-----	8.9	4.5	6.4	.0	2.1	.9	.0	----	54.3	47.8
26-----	16.6	12.9	11.6	4.2	5.6	3.4	3.9	----	56.7	56.9
27-----	.0	----	0.0	----	-.0	----	----	----	----	----
30-----	18.2	17.1	16.2	6.7	6.3	5.9	6.3	----	57.1	57.4
31-----	16.1	13.1	13.9	4.4	5.0	4.0	4.1	----	56.8	57.6

Månadssumma:

468.6	370.2	388.0	146.2	163.0	129.5	135.4	----	57.2	56.8
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Korrigerade värden:

545.5	434.1	456.9	176.2	193.7	156.1	163.0	----	57.2	56.8
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Teknoterm.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA=144 m2

Dag	S200T tim	S150T tim	S011T h	N200T	N100T	N101T	N102T	N150T	N151T	N152T
1-----	10.0	17.4	2	.39	.41	.47	.44	.44	.89	.58
2-----	2.9	7.2	0	.25	.25	.27	.26	.37	.85	.39
3-----	10.1	17.2	2	.40	.43	.48	.45	.45	.90	.59
4-----	10.2	17.0	2	.39	.41	.47	.44	.45	.89	.60
5-----	10.3	16.2	2	.36	.39	.44	.41	.46	.87	.64
6-----	6.0	11.9	2	.37	.40	.50	.46	.47	.88	.51
7-----	9.8	15.2	2	.37	.40	.46	.42	.43	.89	.64
8-----	9.4	15.0	2	.32	.35	.41	.38	.42	.83	.63
9-----	7.3	12.6	1	.18	.19	.26	.24	.39	.70	.58
10-----	8.0	12.7	2	.31	.34	.41	.37	.43	.85	.63
11-----	9.3	16.7	2	.35	.38	.44	.41	.43	.87	.56
12-----	9.5	16.8	2	.36	.39	.45	.42	.43	.89	.57
13-----	8.5	12.3	2	.27	.29	.36	.33	.39	.85	.69
14-----	5.5	12.7	1	.11	.12	.20	.17	.43	.38	.44
15-----	4.6	9.6	2	.14	.15	.26	.23	.36	.56	.48
16-----	8.7	11.4	2	.15	.16	.21	.19	.31	.55	.76
17-----	2.5	11.2	3	.01	.01	.07	.05	.33	.08	.22
18-----	1.4	10.2	3	.02	.03	.17	.12	.36	.05	.14
19-----	5.0	9.8	2	.12	.14	.22	.19	.33	.41	.51
20-----	5.8	11.9	2	.19	.21	.32	.29	.42	.62	.48
21-----	2.9	10.6	2	.03	.03	.09	.08	.33	.05	.27
22-----	8.3	14.2	2	.35	.38	.45	.42	.44	.85	.58
23-----	6.5	9.6	2	.28	.30	.39	.37	.43	.76	.68
24-----	7.8	13.1	2	.32	.34	.41	.38	.43	.82	.60
25-----	3.9	9.8	2	.00	.00	.00	.00	.32	.41	.40
26-----	8.0	12.7	2	.23	.25	.33	.30	.48	.62	.63
27-----	0.0	.5	0	---	---	---	---	---	---	0.00
30-----	8.3	11.3	0	.35	.37	.39	.37	.39	.94	.73
31-----	7.8	14.1	2	.26	.27	.33	.31	.36	.79	.55

Månadssummor:

198.5	361.0	52	.29	.31	.39	.37	.42	.79	.55
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

228.4	422.6	60	.30	.32	.41	.38	.42	.81	.54
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Philips.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 126.7 m².Energi i MJ/m² = 0.2778 kWh/m².

Dag	H100P MJ/m ²	H101P MJ/m ²	H150P MJ/m ²	Q112P MJ/m ²	Q150P MJ/m ²	Q151P MJ/m ²	Q200P MJ/m ²	E100P MJ/m ²	T150P grad C	T252P grad C
1-----	24.8	23.7	24.3	12.8	13.4	13.3	12.0	----	59.1	59.4
2-----	3.0	2.8	2.8	1.3	1.4	1.4	1.3	----	55.2	54.5
3-----	24.0	22.8	23.4	12.5	13.1	13.0	11.7	----	58.5	59.1
4-----	23.7	22.6	23.2	12.3	12.8	12.7	11.5	----	58.1	58.5
5-----	19.8	18.9	19.3	10.2	10.5	10.4	9.5	----	58.3	58.2
6-----	15.8	14.1	14.9	7.8	8.1	8.0	7.3	----	57.8	58.3
7-----	21.9	20.8	21.3	11.0	11.4	11.3	10.2	----	59.0	58.6
8-----	17.3	16.1	16.6	8.3	8.6	8.5	7.8	----	58.6	58.3
9-----	9.8	8.6	8.8	4.0	4.0	3.9	3.7	----	56.9	56.1
10-----	16.3	15.0	15.1	7.9	7.8	7.7	7.4	----	57.4	57.0
11-----	24.3	23.1	23.7	12.3	12.8	12.7	11.4	----	57.2	57.1
12-----	23.6	22.4	23.2	12.0	12.5	12.4	11.2	----	57.7	57.8
13-----	16.2	15.1	15.4	7.6	7.7	7.6	7.0	----	57.2	56.2
14-----	9.4	7.9	7.8	3.3	3.4	3.2	3.0	----	56.7	53.4
15-----	10.2	8.2	8.7	3.9	3.9	3.7	3.6	----	57.5	56.4
16-----	12.2	11.1	11.7	5.1	5.0	4.9	4.7	----	56.3	53.2
17-----	7.6	5.5	6.4	2.3	2.3	2.1	2.1	----	56.4	53.5
18-----	5.0	2.4	3.1	1.1	1.1	.9	1.0	----	56.2	53.9
19-----	8.1	6.9	7.1	2.8	2.9	2.7	2.6	----	59.1	59.2
20-----	12.3	10.4	10.9	4.9	4.9	4.7	4.6	----	57.7	55.3
21-----	6.6	4.1	5.1	1.7	1.8	1.5	1.6	----	56.1	53.4
22-----	22.7	21.0	22.1	11.0	11.7	11.4	10.5	----	59.2	59.4
23-----	14.5	13.5	14.0	7.0	7.0	6.8	6.7	----	56.1	54.0
24-----	18.5	16.7	17.2	8.9	9.3	9.2	8.7	----	55.1	54.7
25-----	7.6	5.7	6.6	2.5	2.6	2.4	2.4	----	56.1	52.6
26-----	15.2	13.8	14.0	6.8	6.9	6.8	6.5	----	55.9	53.1
27-----	.0	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30-----	17.6	17.4	17.4	9.1	9.3	9.3	8.5	----	54.6	52.8
31-----	14.9	13.5	14.2	6.8	7.0	6.9	6.3	----	55.7	53.4

Månadssumma:

422.8	384.3	398.2	197.4	203.1	199.4	184.6	----	57.1	56.0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Korrigerade värden:

494.9	448.4	464.2	231.9	238.8	235.2	216.5	----	57.1	56.0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Philips.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 126.7 m2.

Dag	S200P tim	S150P tim	S011P n	N200P	N100P	N101P	N102P	N150P	N151P	N152P
1-----	11.0	11.4	3	.48	.52	.54	.51	.55	.99	.96
2-----	2.8	2.4	0	.42	.44	.47	.44	.51	.99	1.16
3-----	10.6	11.3	3	.49	.52	.55	.51	.56	.99	.94
4-----	11.2	11.5	3	.48	.52	.54	.51	.55	.99	.97
5-----	11.2	11.4	2	.48	.51	.54	.50	.54	.99	.98
6-----	7.2	8.3	3	.46	.49	.55	.52	.55	.98	.87
7-----	10.9	11.3	3	.47	.50	.53	.49	.54	.99	.96
8-----	10.3	11.0	3	.45	.48	.52	.48	.52	.99	.93
9-----	9.0	9.5	1	.38	.41	.47	.43	.45	.98	.95
10-----	9.2	9.8	2	.45	.49	.53	.49	.52	1.00	.95
11-----	10.5	11.1	3	.47	.50	.53	.49	.54	.99	.94
12-----	10.5	11.3	3	.47	.51	.53	.50	.54	.99	.93
13-----	10.6	11.1	2	.43	.47	.50	.46	.50	.99	.96
14-----	8.6	8.3	1	.32	.35	.42	.38	.43	.95	1.04
15-----	6.3	6.9	3	.35	.38	.48	.44	.45	.96	.91
16-----	10.2	10.9	4	.38	.42	.46	.42	.43	.97	.93
17-----	7.1	8.3	4	.27	.30	.42	.37	.36	.90	.86
18-----	3.4	4.7	3	.20	.22	.45	.42	.35	.86	.73
19-----	7.4	7.0	4	.32	.35	.41	.37	.41	.92	1.06
20-----	8.5	9.0	3	.38	.40	.47	.45	.45	.97	.95
21-----	5.6	7.3	4	.24	.26	.42	.39	.34	.84	.76
22-----	9.3	10.4	3	.46	.48	.52	.50	.53	.98	.89
23-----	8.9	9.1	3	.46	.48	.52	.49	.50	.97	.98
24-----	8.1	9.1	3	.47	.48	.53	.52	.54	.99	.90
25-----	5.8	7.4	5	.32	.33	.44	.42	.39	.94	.78
26-----	9.8	9.8	3	.43	.45	.49	.47	.50	.98	1.00
27-----	0.0	---	0	---	---	---	---	---	---	---
30-----	9.1	9.0	0	.49	.52	.52	.49	.54	1.00	1.02
31-----	9.2	10.2	3	.43	.46	.50	.47	.49	.98	.90

Månadssumma:

242.6	258.9	77	.44	.47	.51	.48	.51	.98	.94
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

274.6	292.2	88	.44	.47	.52	.48	.51	.98	.94
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Månad Augusti

Månadsversion 8200-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Gränges Aluminium.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 191 m².Energi i MJ/m² = 0.2778 kWh/m².

Dag	H100A MJ/m ²	H101A MJ/m ²	H150A MJ/m ²	Q112A MJ/m ²	Q150A MJ/m ²	Q151A MJ/m ²	Q200A MJ/m ²	E100A MJ/m ²	T150A grad C	T252A grad C
1-----	27.2	22.7	26.6	11.2	15.1	13.1	11.0	----	60.0	59.5
2-----	3.2	2.8	2.9	.9	1.2	1.2	.9	----	55.0	54.0
3-----	26.2	22.2	25.5	11.2	15.0	13.2	11.1	----	58.8	58.7
4-----	25.9	21.7	25.3	10.8	14.7	12.8	10.7	----	58.9	58.5
5-----	21.9	17.5	20.8	8.4	11.7	10.0	8.3	----	59.4	58.2
6-----	17.4	12.8	16.1	6.7	9.4	7.8	6.6	----	59.1	57.9
7-----	23.8	18.5	22.7	9.2	12.6	10.6	9.1	----	59.2	58.2
8-----	19.1	14.7	17.9	6.3	9.5	7.7	6.3	----	59.2	57.3
9-----	11.3	5.4	10.1	1.5	4.4	2.1	1.4	----	57.0	54.2
10-----	17.6	12.8	15.5	5.2	7.9	6.3	5.2	----	57.7	55.9
11-----	26.3	20.9	24.9	9.2	14.0	11.6	9.1	----	57.5	54.6
12-----	25.4	20.4	24.7	9.5	13.6	11.5	9.4	----	58.2	56.6
13-----	17.6	11.7	15.9	4.3	7.7	5.5	4.2	----	56.6	54.6
14-----	10.7	2.5	8.7	.4	3.3	.7	.4	----	57.8	52.0
15-----	12.0	4.1	10.2	.9	4.4	1.5	.9	----	55.0	54.5
16-----	13.9	6.0	12.4	1.5	4.3	1.9	1.4	----	56.3	49.6
17-----	9.2	----	7.8	----	3.1	----	----	----	----	----
18-----	6.1	----	4.9	----	2.5	----	----	----	----	----
19-----	9.0	3.7	6.9	.6	3.2	.7	.6	----	60.7	58.4
20-----	14.0	6.2	12.0	2.0	5.5	2.7	1.9	----	56.6	48.6
21-----	7.8	----	6.6	----	3.2	----	----	----	----	----
22-----	23.9	16.9	22.7	8.3	12.4	9.7	8.2	----	57.6	57.7
23-----	16.0	9.1	14.5	4.2	7.4	5.0	4.2	----	55.1	53.2
24-----	19.6	15.0	17.9	6.0	9.7	7.6	5.9	----	55.8	52.3
25-----	9.0	1.1	7.8	.2	3.1	.3	.2	----	56.3	49.0
26-----	16.6	8.9	14.0	3.3	6.9	4.2	3.2	----	55.6	51.9
27-----	.0	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30-----	18.1	14.8	17.3	5.8	8.4	7.6	5.7	----	55.5	51.5
31-----	16.1	10.9	15.4	3.7	7.1	5.1	3.6	----	56.3	50.3

Månadssumma:

464.8	303.6	428.0	131.5	221.3	160.3	129.3	----	57.4	54.7
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Korrigerade värden:

541.7	365.2	499.5	160.5	262.6	195.7	157.9	----	57.4	54.7
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Gränges Aluminium.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 191 m2.

Dag	S200A tim	S150A tim	S011A n	N200A	N100A	N101A	N102A	N150A	N151A	N152A
1-----	8.8	13.3	2	.41	.41	.49	.49	.57	.87	.66
2-----	2.2	2.4	0	.29	.29	.33	.34	.43	.99	.90
3-----	9.0	12.7	2	.42	.43	.50	.50	.59	.88	.71
4-----	8.9	13.2	2	.41	.42	.50	.49	.58	.87	.68
5-----	8.2	11.5	2	.38	.38	.48	.47	.56	.85	.71
6-----	5.3	8.9	2	.38	.39	.52	.52	.59	.83	.59
7-----	7.4	11.9	2	.38	.38	.49	.49	.55	.85	.62
8-----	8.0	11.5	2	.33	.33	.43	.43	.53	.81	.69
9-----	4.1	11.4	2	.13	.13	.28	.27	.44	.47	.36
10-----	6.4	9.7	2	.29	.30	.41	.40	.51	.80	.66
11-----	8.0	11.9	3	.35	.35	.44	.43	.56	.83	.67
12-----	8.0	12.6	2	.37	.37	.47	.46	.55	.84	.64
13-----	6.5	11.1	2	.24	.24	.36	.36	.48	.72	.58
14-----	2.3	10.1	2	.04	.04	.17	.16	.39	.20	.23
15-----	2.7	9.3	3	.07	.08	.22	.21	.43	.35	.29
16-----	4.6	9.8	3	.10	.10	.24	.23	.35	.44	.47
17-----	0.0	9.4	4	----	----	----	----	.40	----	0.00
18-----	0.0	8.5	2	----	----	----	----	.50	----	0.00
19-----	3.3	7.0	2	.06	.07	.17	.15	.46	.23	.47
20-----	3.5	9.7	3	.14	.15	.33	.31	.46	.49	.36
21-----	0.0	8.9	2	----	----	----	----	.48	----	0.00
22-----	5.9	11.0	3	.34	.35	.49	.48	.55	.78	.53
23-----	3.8	8.1	3	.26	.26	.46	.45	.51	.69	.46
24-----	6.8	9.9	2	.30	.31	.40	.40	.54	.79	.69
25-----	1.0	8.6	3	.02	.02	.18	.15	.40	.11	.11
26-----	4.9	9.1	3	.19	.20	.37	.36	.49	.61	.53
27-----	0.0	----	0	----	----	----	----	----	----	----
30-----	6.5	8.2	2	.32	.32	.40	.39	.49	.90	.79
31-----	6.2	11.2	2	.22	.23	.34	.33	.46	.71	.55

Månadssumma:

142.2	281.0	64	.28	.28	.43	.43	.52	.72	.51
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

169.9	321.3	70	.29	.30	.43	.43	.53	.72	.51
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Nyby.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 192 m2.

Energi i MJ/m2 = 0,2778 kWh/m2.

Dag	H100N MJ/m2	H101N MJ/m2	H150N MJ/m2	Q112N MJ/m2	Q150N MJ/m2	Q151N MJ/m2	Q200N MJ/m2	E100N MJ/m2	T150N grad C	T252N grad C
1-----	27.1	23.1	26.7	11.1	13.0	11.4	10.9	----	59.8	60.4
2-----	3.4	2.9	3.1	.8	1.2	1.2	.8	----	53.5	53.9
3-----	26.1	22.7	25.6	11.4	13.0	11.5	11.2	----	58.8	59.5
4-----	25.9	22.2	25.4	10.8	12.7	11.2	10.7	----	58.7	59.3
5-----	21.8	17.7	21.0	8.5	9.7	8.7	8.4	----	59.0	59.0
6-----	17.2	13.2	15.9	6.9	7.6	6.8	6.8	----	58.5	57.4
7-----	23.7	18.9	22.9	9.1	10.2	9.1	9.0	----	59.7	60.0
8-----	18.8	14.9	17.6	6.3	8.0	6.5	6.2	----	59.0	58.7
9-----	11.2	5.7	10.1	1.5	2.8	1.9	1.5	----	55.4	55.5
10-----	17.5	13.0	15.2	5.0	5.9	5.4	4.9	----	57.7	57.3
11-----	26.1	21.1	25.1	9.0	11.8	10.1	8.8	----	57.6	56.8
12-----	25.3	20.8	24.7	9.4	11.6	9.9	9.2	----	58.3	58.1
13-----	17.6	11.3	16.1	4.1	5.7	4.7	4.0	----	57.0	55.7
14-----	10.6	2.3	8.4	.4	3.0	.6	.3	----	56.3	55.3
15-----	11.6	3.5	10.4	.8	3.4	1.2	.8	----	54.0	56.0
16-----	13.7	6.3	12.4	.9	3.1	1.3	.8	----	57.0	51.8
17-----	8.9	----	7.5	----	2.0	----	----	----	----	----
18-----	5.9	----	4.4	----	1.3	----	----	----	----	----
19-----	8.9	3.9	6.7	.7	2.4	.4	.6	----	58.2	59.4
20-----	13.6	6.9	11.8	2.0	4.1	2.4	1.9	----	56.2	47.2
21-----	7.7	----	6.1	----	2.1	----	----	----	----	----
22-----	23.6	17.3	22.7	8.3	10.3	8.4	8.2	----	58.5	57.6
23-----	15.5	9.3	13.9	4.3	5.7	4.2	4.2	----	55.0	54.4
24-----	19.4	15.4	17.8	6.1	8.1	6.7	6.0	----	54.9	53.2
25-----	8.7	1.1	7.7	.3	2.3	.4	.3	----	54.9	52.3
26-----	16.2	8.8	13.6	3.1	5.4	3.5	2.9	----	56.6	51.9
27-----	.0	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30-----	18.0	14.8	17.5	5.8	7.1	6.5	5.7	----	54.7	52.0
31-----	15.9	11.5	15.3	3.4	5.8	4.3	3.3	----	56.3	52.2

Månadssummor:

460.0	308.8	425.8	129.8	179.2	138.2	127.5	----	57.0	55.8
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Korrigerade värden:

536.9	375.1	497.3	161.3	218.1	172.6	158.2	----	57.0	55.8
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månadsrapport

Sida 10

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Nyby.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 192 m2.

Dag	S200N tim	S150N tim	S011N n	N200N	N100N	N101N	N102N	N150N	N151N	N152N
1-----	8.9	13.0	1	.40	.41	.48	.47	.49	.88	.69
2-----	2.1	3.0	0	.24	.24	.28	.28	.39	.98	.69
3-----	9.1	13.8	1	.43	.44	.50	.49	.51	.88	.66
4-----	9.1	14.6	1	.41	.42	.49	.48	.50	.88	.63
5-----	8.6	16.6	0	.38	.39	.48	.47	.46	.90	.52
6-----	5.6	11.9	0	.40	.40	.52	.51	.48	.89	.47
7-----	7.5	14.8	0	.38	.39	.48	.48	.45	.89	.51
8-----	7.9	12.6	1	.33	.33	.42	.42	.46	.81	.63
9-----	4.4	14.1	0	.13	.14	.27	.26	.28	.66	.31
10-----	6.4	9.7	0	.28	.28	.38	.37	.39	.91	.66
11-----	7.8	12.2	1	.34	.34	.42	.42	.47	.85	.64
12-----	8.2	12.2	1	.36	.37	.45	.44	.47	.86	.67
13-----	5.7	11.7	0	.23	.23	.36	.36	.36	.82	.49
14-----	1.8	9.2	1	.03	.03	.16	.14	.36	.19	.20
15-----	2.0	10.1	1	.06	.07	.22	.21	.33	.36	.20
16-----	4.8	10.2	1	.06	.06	.14	.13	.25	.42	.47
17-----	0.0	8.8	1	----	----	----	----	.27	----	0.00
18-----	0.0	7.0	1	----	----	----	----	.28	----	0.00
19-----	3.5	5.9	1	.07	.07	.17	.16	.36	.18	.60
20-----	4.1	9.9	1	.14	.15	.29	.28	.35	.58	.42
21-----	0.0	7.7	1	----	----	----	----	.33	----	0.00
22-----	6.0	10.5	1	.34	.35	.48	.47	.45	.82	.57
23-----	4.0	7.9	1	.27	.28	.46	.45	.41	.75	.50
24-----	7.0	9.7	1	.31	.31	.39	.39	.46	.83	.72
25-----	.8	8.7	1	.04	.04	.30	.28	.30	.16	.10
26-----	4.8	8.6	1	.18	.19	.35	.33	.39	.64	.56
27-----	0.0	----	0	----	----	----	----	----	----	----
30-----	6.3	8.5	0	.32	.32	.39	.39	.40	.93	.74
31-----	6.5	11.1	1	.21	.21	.29	.29	.38	.74	.59

Månadssumma:

143.2	294.0	20	.28	.28	.42	.41	.42	.77	.49
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

171.2	340.8	23	.29	.30	.43	.42	.44	.79	.50
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Månad Augusti

Månadsversion 8200-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Svenska Fläktfabriken.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 192 m²Energi i MJ/m² = 0.2778 kWh/m².

Dag	H100F MJ/m ²	H101F MJ/m ²	H150F MJ/m ²	Q112F MJ/m ²	Q150F MJ/m ²	Q151F MJ/m ²	Q200F MJ/m ²	E100F MJ/m ²	T150F grad C	T252F grad C
1-----	27.2	24.0	27.0	6.8	14.6	13.0	6.5	----	61.4	58.1
2-----	3.6	3.2	3.2	.5	1.5	1.4	.5	----	53.8	54.3
3-----	26.2	23.4	25.8	8.0	14.1	12.7	7.5	----	62.4	57.5
4-----	26.0	23.2	25.7	8.4	13.6	12.1	8.0	----	64.1	57.8
5-----	21.8	19.3	21.2	6.3	11.0	9.7	5.9	----	62.1	57.5
6-----	17.2	13.5	16.3	5.0	8.5	7.1	4.7	----	62.3	57.0
7-----	23.7	19.5	23.0	6.4	11.5	9.9	6.1	----	63.3	58.2
8-----	18.8	15.6	17.9	4.5	8.6	7.2	4.2	----	61.4	57.8
9-----	11.4	6.3	10.3	1.3	4.0	2.3	1.2	----	56.1	54.5
10-----	17.8	13.9	15.5	3.6	7.3	6.1	3.4	----	58.5	55.9
11-----	26.2	22.3	25.6	6.4	13.0	11.2	6.0	----	61.3	56.6
12-----	25.4	22.0	25.1	6.5	12.6	11.1	6.1	----	60.9	56.5
13-----	18.0	13.7	16.8	2.8	7.2	6.0	2.6	----	57.9	55.6
14-----	10.9	3.5	8.8	.5	3.6	.9	.4	----	55.8	53.1
15-----	11.7	5.6	10.6	.8	3.9	2.0	.7	----	54.4	54.5
16-----	14.0	7.9	12.9	1.0	4.1	2.2	1.0	----	54.7	53.1
17-----	9.1	.7	7.7	.0	2.6	.1	0.0	----	55.1	52.7
18-----	6.1	.8	5.0	.1	1.5	.0	.0	----	52.2	53.5
19-----	9.2	4.2	7.1	.5	2.6	.9	.4	----	60.0	60.2
20-----	13.7	8.2	12.4	1.9	5.2	3.3	1.8	----	53.8	51.3
21-----	7.8	----	6.2	----	2.1	----	----	----	----	----
22-----	23.8	18.3	23.0	5.9	11.4	9.1	5.5	----	61.5	54.8
23-----	15.5	11.2	13.7	3.1	6.3	5.0	2.9	----	56.8	53.6
24-----	19.5	16.1	18.2	4.5	9.0	7.7	4.3	----	56.9	56.0
25-----	8.7	1.8	7.6	.4	2.7	.6	.3	----	53.2	52.8
26-----	16.4	10.7	14.4	2.5	6.6	4.4	2.5	----	55.9	53.8
27-----	.0	----	.0	----	.0	----	----	----	----	----
30-----	18.2	16.3	17.9	4.4	8.3	7.8	4.2	----	55.9	54.6
31-----	16.1	12.4	15.8	2.9	6.7	5.5	2.7	----	55.5	55.4

Månadssummor:

463.9	337.5	434.7	94.9	204.1	159.3	89.6	----	58.0	55.4
-------	-------	-------	------	-------	-------	------	------	------	------

Korrigerade värden:

540.8	410.4	507.6	117.0	241.8	192.1	108.4	----	58.0	55.4
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: Svenska Fläktfabriken.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 192 m2

Dag	S200F tim	S150F tim	S011F n	N200F	N100F	N101F	N102F	N150F	N151F	N152F
1-----	9.5	18.9	0	.24	.25	.28	.27	.54	.89	.50
2-----	2.4	8.1	0	.14	.15	.16	.16	.48	.93	.30
3-----	9.6	20.1	0	.29	.30	.34	.32	.55	.90	.48
4-----	9.7	21.5	0	.31	.32	.36	.34	.53	.89	.45
5-----	9.8	19.0	0	.27	.29	.33	.31	.52	.88	.51
6-----	5.8	19.1	0	.28	.29	.37	.35	.52	.83	.31
7-----	7.9	19.7	0	.26	.27	.33	.31	.50	.86	.40
8-----	8.5	17.6	0	.22	.24	.29	.27	.48	.84	.48
9-----	4.8	18.4	0	.10	.11	.20	.19	.38	.57	.26
10-----	6.9	15.3	0	.19	.20	.26	.24	.47	.83	.45
11-----	8.5	20.5	0	.23	.24	.29	.27	.51	.86	.42
12-----	9.0	20.2	0	.24	.26	.30	.28	.50	.88	.44
13-----	7.2	17.1	0	.15	.16	.20	.19	.43	.83	.42
14-----	2.9	16.8	0	.04	.04	.14	.12	.41	.25	.17
15-----	3.2	16.4	0	.06	.07	.14	.12	.37	.51	.20
16-----	5.9	11.8	0	.07	.07	.13	.13	.31	.55	.50
17-----	.6	15.3	0	0.00	.00	.00	0.00	.34	.05	.04
18-----	1.0	11.2	0	.01	.01	.07	.06	.30	.02	.08
19-----	3.3	11.8	0	.05	.06	.12	.10	.37	.36	.28
20-----	4.9	19.2	0	.13	.13	.23	.22	.42	.64	.25
21-----	0.0	16.4	0	---	---	---	---	.33	---	0.00
22-----	6.6	18.7	0	.23	.25	.32	.30	.49	.80	.35
23-----	5.5	7.5	0	.19	.20	.28	.26	.46	.80	.73
24-----	7.3	17.0	0	.22	.23	.28	.27	.50	.85	.43
25-----	1.2	15.6	0	.04	.04	.21	.19	.35	.22	.08
26-----	6.1	17.9	0	.15	.15	.23	.23	.46	.66	.34
27-----	0.0	3.1	0	---	---	---	---	6.00	---	0.00
30-----	7.4	11.0	0	.23	.24	.27	.26	.46	.94	.67
31-----	7.0	18.8	0	.17	.18	.23	.22	.42	.82	.37

Månadssummor:

162.6	464.0	0	.19	.20	.28	.27	.47	.78	.35
-------	-------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

191.6	531.7	0	.20	.22	.29	.26	.48	.79
-------	-------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: General Electric.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 150 m2

Energi i MJ/m2 = 0,2778 kWh/m2.

Dag	H100G MJ/m2	H101G MJ/m2	H150G MJ/m2	Q112G MJ/m2	Q150G MJ/m2	Q151G MJ/m2	Q200G MJ/m2	E100G MJ/m2	T150G grad C	T252G grad C
1-----	27.7	23.1	27.5	10.7	14.2	12.4	10.5	----	61.2	60.3
2-----	3.4	3.0	3.3	.5	1.5	1.4	.5	----	57.2	53.3
3-----	26.7	22.9	26.4	10.4	13.8	12.3	10.1	----	60.0	59.2
4-----	26.5	22.4	26.2	10.0	13.6	12.0	9.8	----	60.0	59.1
5-----	22.3	18.9	21.9	8.0	11.2	9.9	7.9	----	60.2	58.1
6-----	17.6	13.9	16.7	6.9	8.6	7.6	6.8	----	59.4	58.2
7-----	24.2	20.0	23.8	9.3	12.0	10.5	9.1	----	60.9	58.8
8-----	19.2	15.9	18.8	6.9	9.2	8.1	6.7	----	60.1	58.5
9-----	11.4	9.1	11.1	3.2	4.6	4.2	3.2	----	58.5	55.9
10-----	17.9	15.1	17.1	6.7	8.3	7.6	6.6	----	59.0	57.2
11-----	26.6	22.1	26.3	10.0	13.3	11.5	9.7	----	59.1	56.9
12-----	25.8	21.3	25.5	9.7	12.9	11.2	9.5	----	59.4	57.8
13-----	18.1	15.1	17.7	6.2	8.3	7.6	6.1	----	58.6	55.2
14-----	10.8	8.2	9.7	2.5	4.0	3.4	2.4	----	58.9	53.9
15-----	12.1	7.3	11.5	2.8	4.7	3.3	2.7	----	58.8	55.9
16-----	14.1	10.6	13.6	3.6	5.9	4.7	3.4	----	58.2	52.7
17-----	9.2	5.2	8.5	1.4	3.0	1.9	1.3	----	59.1	51.8
18-----	6.1	2.7	5.0	.9	1.7	1.1	.8	----	59.2	53.1
19-----	9.1	6.9	8.5	2.5	3.4	2.9	2.4	----	60.3	59.6
20-----	14.1	9.6	12.9	3.7	5.7	4.3	3.5	----	58.2	50.0
21-----	7.9	4.2	6.4	1.4	2.4	1.6	1.4	----	58.3	52.4
22-----	24.1	19.0	23.6	9.3	11.9	10.0	9.1	----	59.7	55.6
23-----	16.0	12.4	15.2	5.6	7.4	6.0	5.5	----	58.0	52.3
24-----	19.7	16.4	19.0	7.5	9.6	8.5	7.3	----	57.0	52.5
25-----	8.9	5.7	8.2	2.0	3.2	2.4	1.9	----	58.8	49.5
26-----	16.7	12.5	15.7	5.1	7.4	5.9	5.0	----	57.7	51.8
27-----	.0							----		
30-----	18.3	16.8	18.2	7.6	8.9	8.5	7.4	----	56.9	51.4
31-----	16.2	13.6	15.9	5.5	7.4	6.7	5.4	----	57.4	53.0

Månadssumma:

470.8	374.0	454.2	160.0	218.3	187.5	155.9	----	58.9	55.1
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Korrigerade värden:

547.7	436.8	528.8	190.2	256.3	220.8	183.7	----	58.9	55.1
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Månad Augusti

Månadsversion 8208-1006

PROJEKT: Södertörns solfjärrvärme.

SYSTEM: General Electric.

SLUTLIG MÅNADSVERSION

AREA= 150 m2

Dag	S200G tim	S150G tim	S011G n	N200G	N100G	N101G	N102G	N150G	N151G	N152G
1-----	8.7	13.6	2	.38	.39	.46	.45	.52	.87	.64
2-----	2.3	3.4	0	.13	.13	.15	.15	.45	.96	.67
3-----	9.2	13.5	2	.38	.39	.45	.44	.52	.89	.68
4-----	9.2	14.0	2	.37	.38	.45	.44	.52	.88	.66
5-----	9.7	12.9	2	.35	.36	.43	.42	.51	.88	.75
6-----	5.8	9.7	2	.39	.39	.50	.49	.52	.88	.60
7-----	9.2	13.4	2	.38	.38	.46	.46	.50	.88	.69
8-----	9.2	13.0	2	.35	.36	.43	.42	.49	.88	.71
9-----	7.9	12.0	2	.28	.28	.36	.35	.42	.91	.65
10-----	7.8	11.6	2	.37	.37	.44	.44	.48	.92	.67
11-----	8.8	13.3	2	.36	.38	.45	.44	.51	.87	.66
12-----	8.6	13.1	2	.37	.38	.46	.44	.51	.87	.66
13-----	8.4	12.8	2	.33	.34	.41	.40	.47	.91	.66
14-----	7.4	11.8	1	.23	.23	.30	.30	.42	.84	.63
15-----	5.2	10.8	2	.22	.23	.38	.36	.41	.70	.48
16-----	8.3	11.3	2	.24	.25	.34	.32	.43	.80	.73
17-----	6.5	10.7	2	.14	.15	.26	.25	.35	.64	.61
18-----	3.5	8.9	2	.13	.14	.31	.30	.33	.64	.40
19-----	6.2	9.8	2	.27	.28	.37	.35	.41	.85	.63
20-----	7.8	11.0	3	.25	.26	.39	.37	.44	.75	.71
21-----	5.0	9.1	2	.18	.18	.34	.33	.37	.69	.55
22-----	7.5	11.2	2	.38	.39	.49	.48	.50	.84	.67
23-----	7.7	9.1	3	.34	.35	.45	.44	.49	.81	.84
24-----	7.7	11.1	3	.37	.38	.45	.44	.50	.88	.70
25-----	5.4	9.2	3	.22	.22	.35	.34	.39	.73	.58
26-----	8.2	11.1	3	.30	.31	.41	.40	.47	.79	.74
27-----	0.0	---	0	---	---	---	---	---	---	---
30-----	8.2	9.7	1	.40	.42	.45	.44	.49	.96	.85
31-----	8.1	12.0	2	.33	.34	.41	.39	.47	.90	.68

Månadssummor:

207.7	313.2	57	.33	.34	.43	.42	.48	.86	.66
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Korrigerade värden:

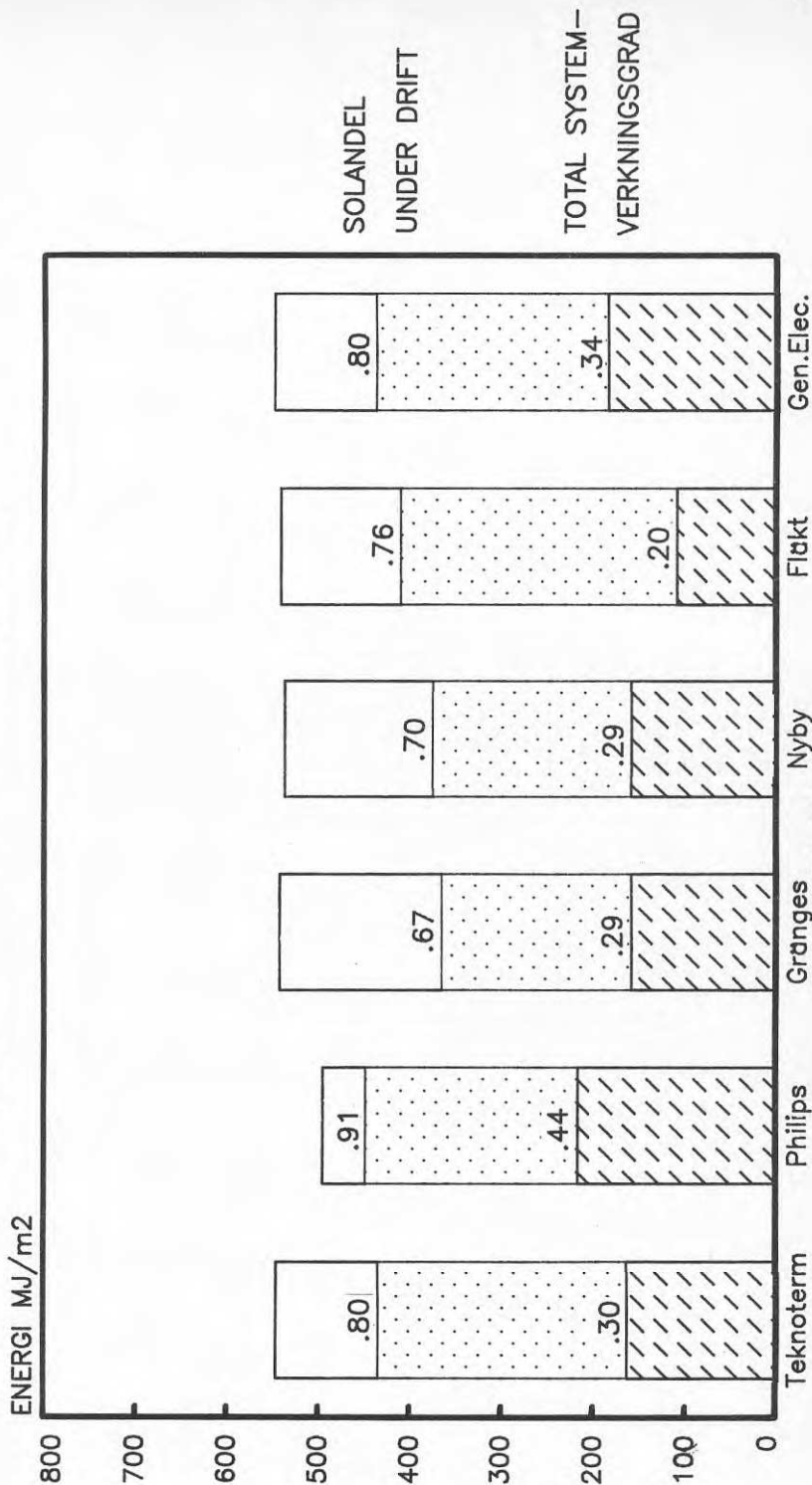
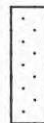
235.0	354.0	63	.34	.35	.44	.42	.49	.86	.66
-------	-------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

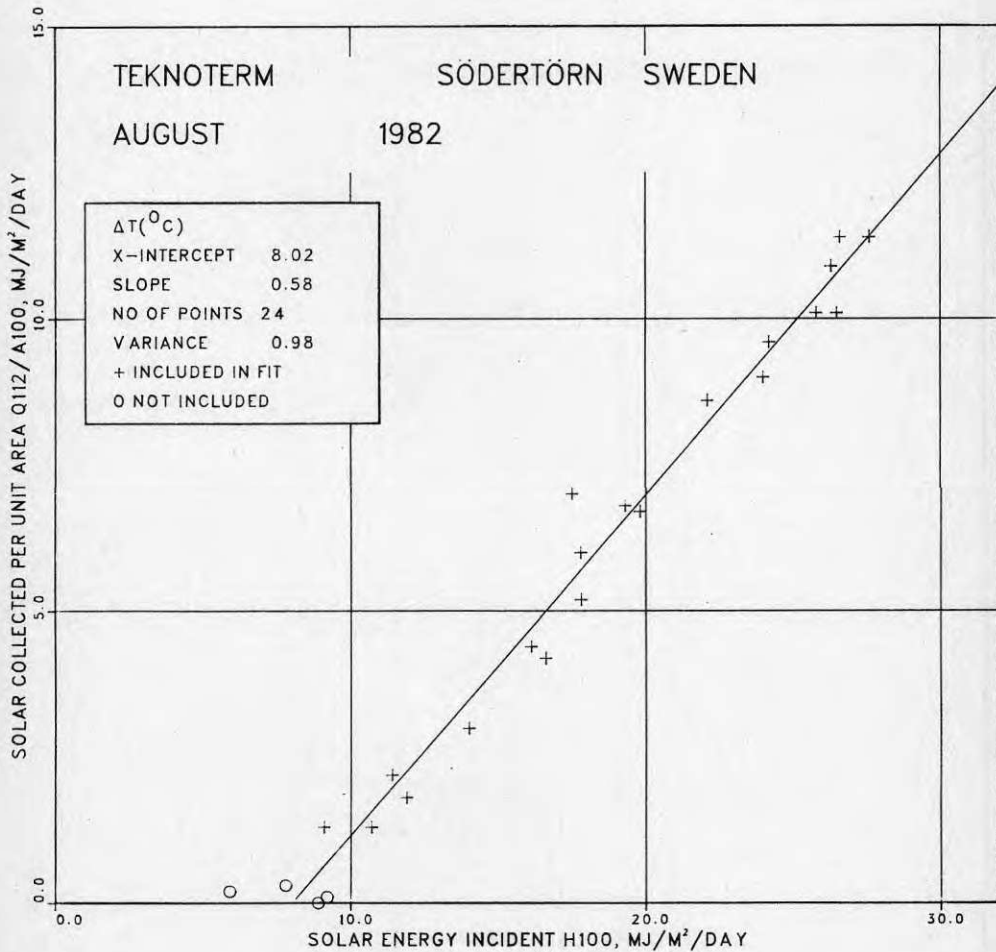
SPECIFIK ENERGIPRODUKTION

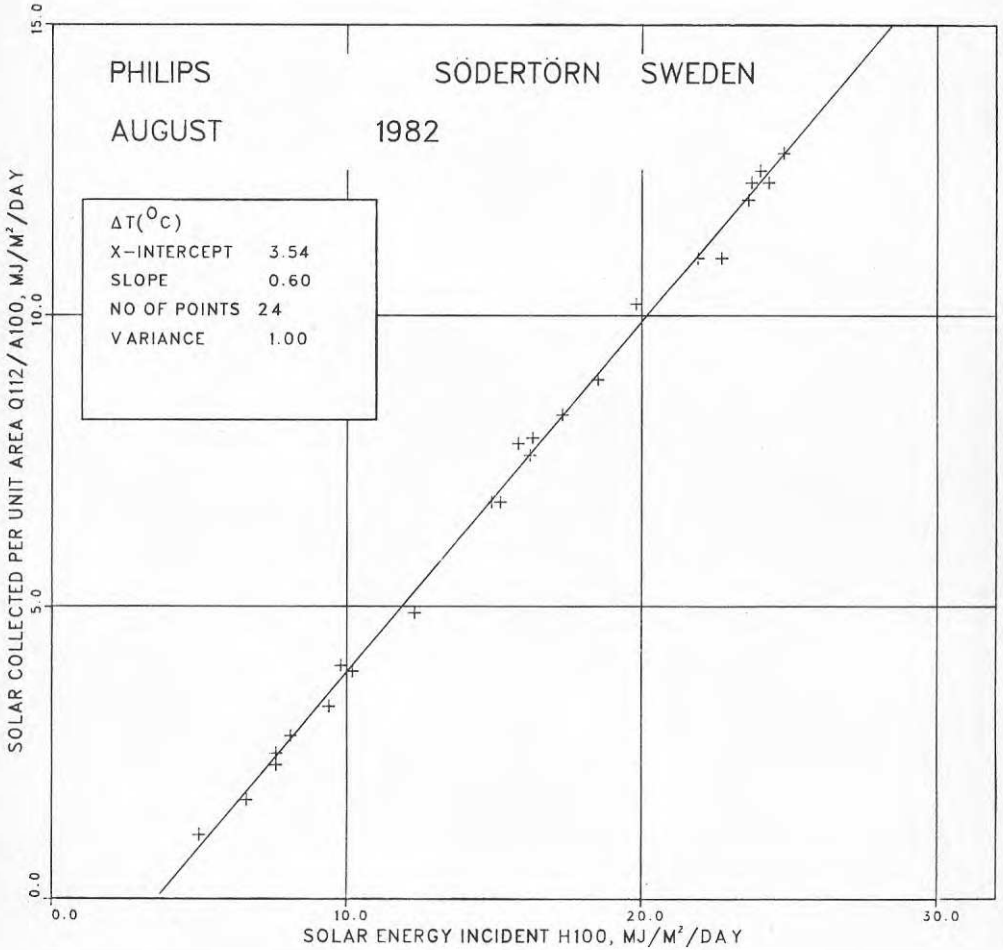
SÖDERTÖRN AUGUSTI 1982.
H100

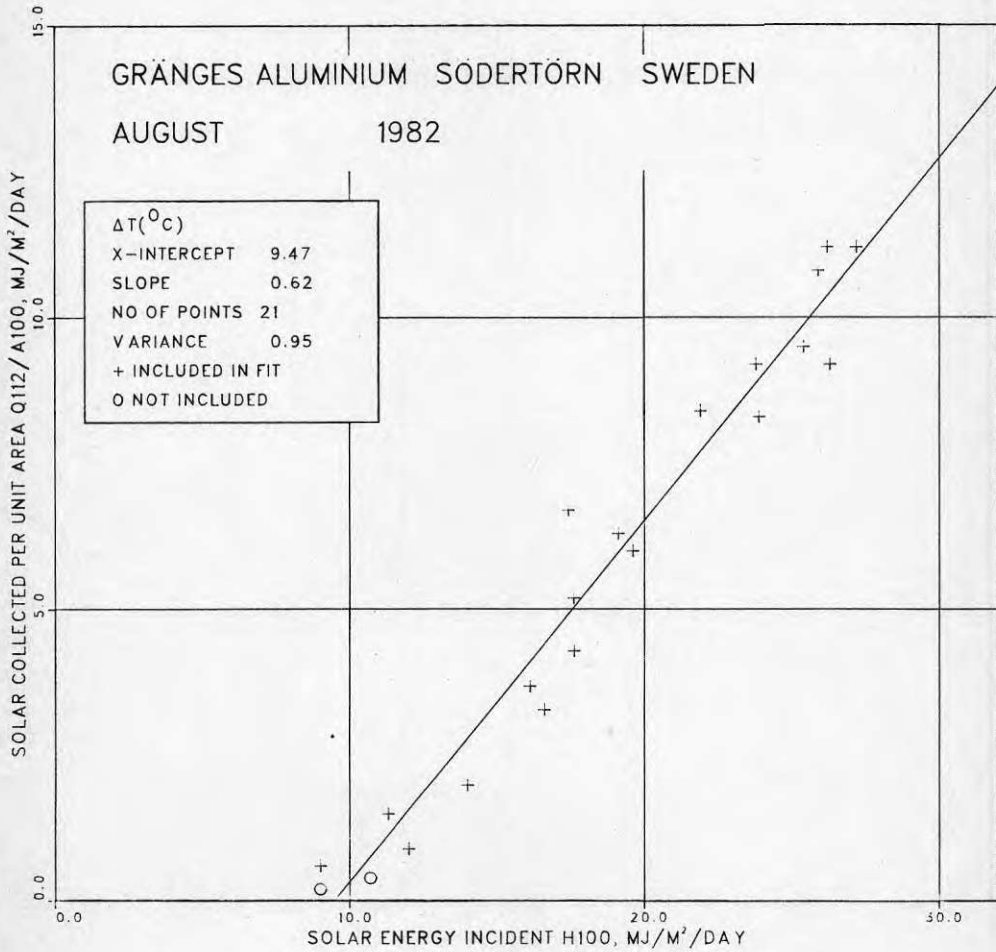
H101

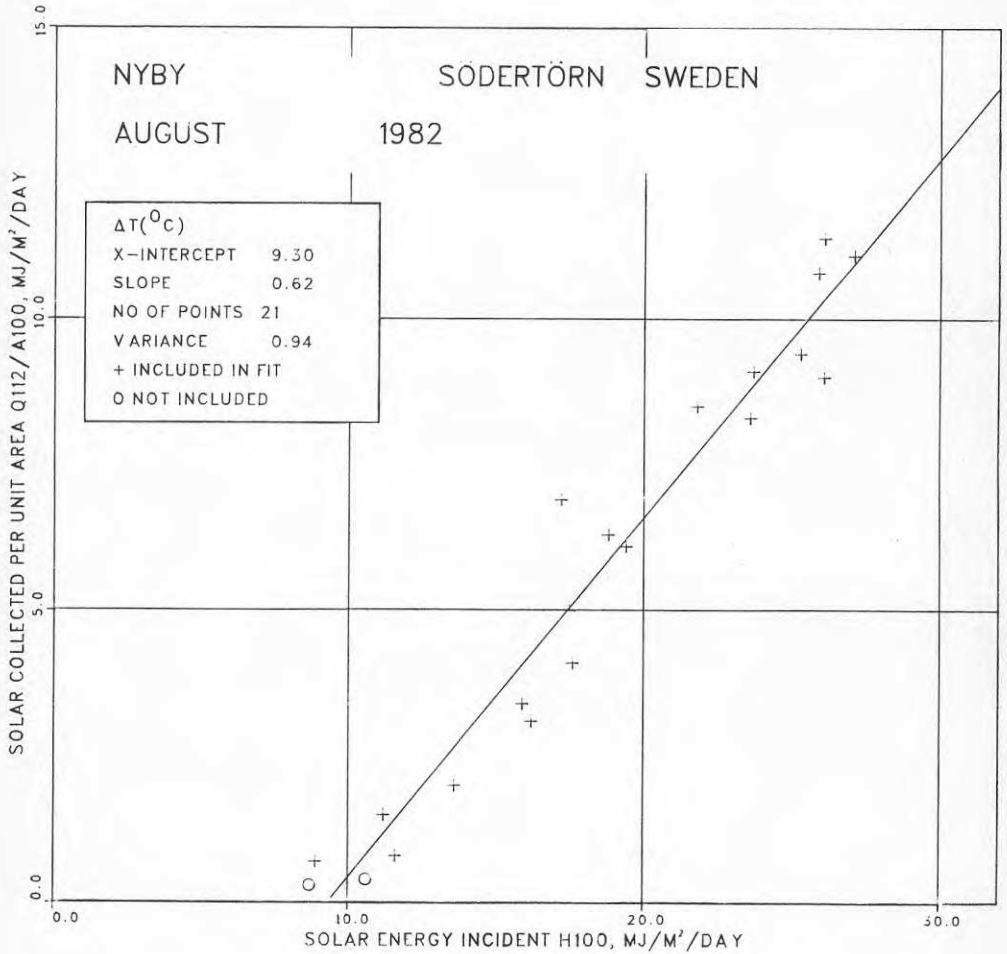
Q200

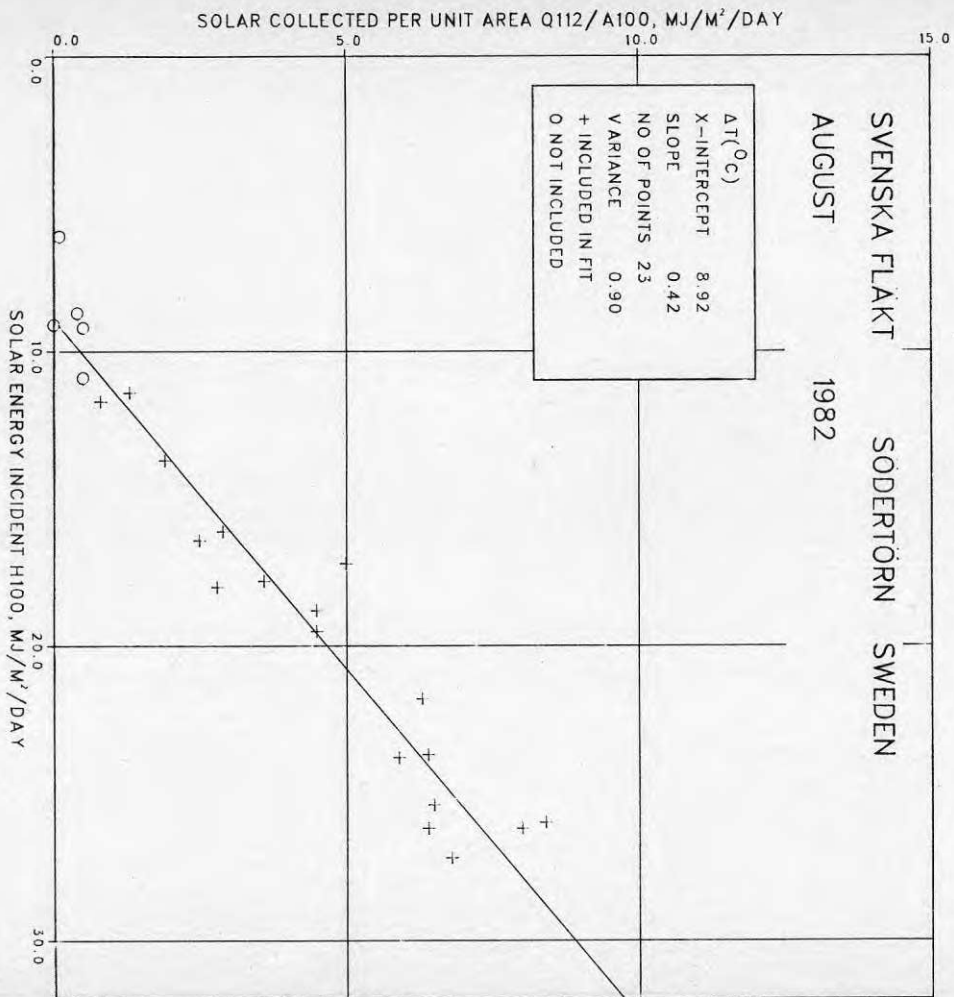


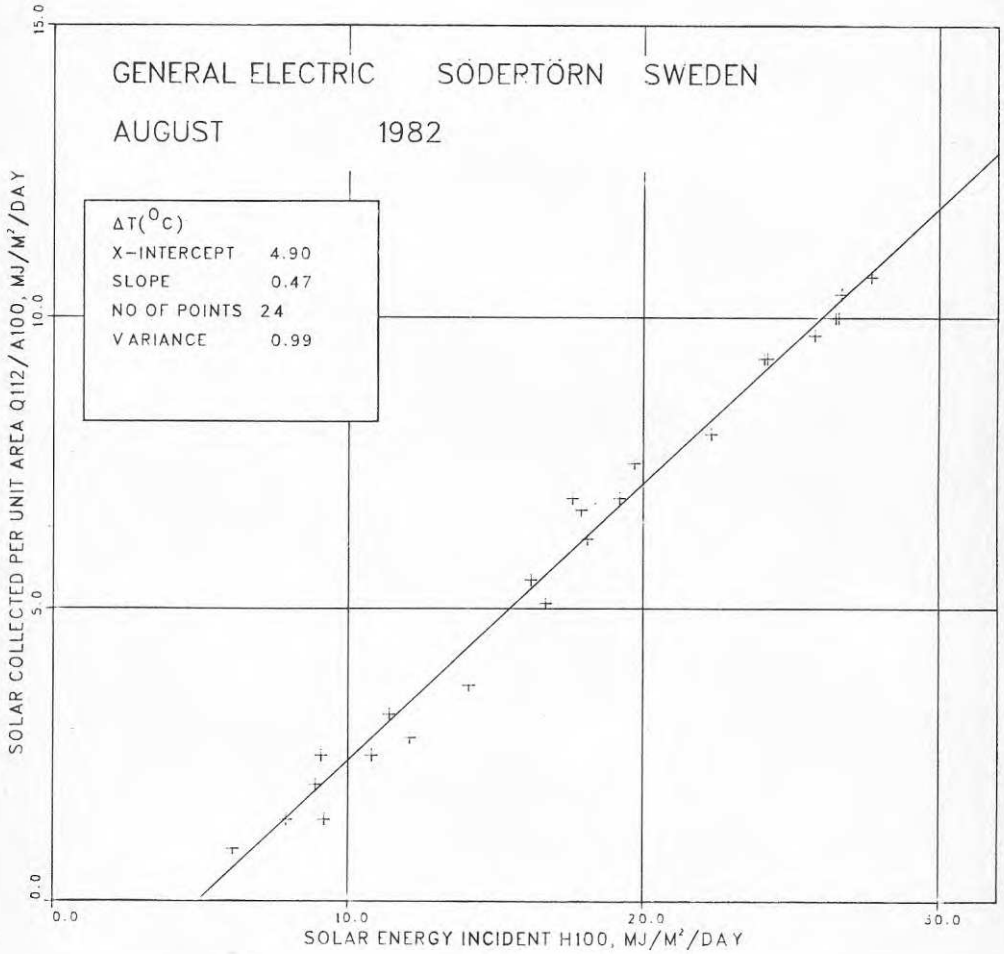












1982-06-15

Bilaga 7:2
Sid 1 (3)DEFINITION AV BERÄKNADE STORLEKAR ENLIGT
IEA-MODELLENEnergier i MJ/m²

- H 100* Solenergi på solfångarplanet W/m² (hela ytan)
- H 101* Solenergi på solfångarplanet under drift (S 200 > 0)
- H 150* Solenergi på solfångarplanet när drift teoretiskt möjligt (Q 150 > 0)
- Q 112* Energi levererad från solfångarenheten
- Q 150* Beräknad energi under teoretisk drifttid
- Q 151* Beräknad energi för verklig drifttid
- Q 200* Värme levererad till fjärrvärmesystemet
- Q 114* Värmeförluster från rörsystemet (beräknad)

Temperaturer i °C

- T 150* Medeldrifttemperatur i solfångare
- T 151* Medeldrifttemperatur - fjärrvärme

Drifttid i timmar

- S 150* Teoretisk drifttid (Q 150 > 0)

Temperaturgradient i K/sec

- X 100* Solfångarsystem
- $$\frac{T_{150} \text{ (nuvarande scan)} - T_{150} \text{ (före scan)}}{\Delta t_{\text{scan}}}$$

1982-06-15

Sid 2 (3)

Verkningsgrader

N 100*	Kollektor total verkningsgrad (Q 112/H 100)
N 101*	Kollektor driftverkningsgrad (Q 112/H 101)
N 102	Systemverkningsgrad under drift (Q 200/H 101)
N 200*	Total systemverkningsgrad (Q 200/H 100)
N 201*	System Cop (Q 200/E 100)
N 108*	Normaliserad temperaturdifferens <u>T 150 - T 001</u> G 001
N 150*	Teoretiskt förväntad verkningsgrad (Q 150/H 150)
N 151*	Energitillgänglighet (Q 151/ Q 150)
N 152*	Tidstillgänglighet (S 200/S 150)

SAMMANSTÄLLNING AV PARAMETERDEFINITIONERNA FÖR MÄTKANALERNAKlimat

G 001*	Total strålning på solfångarplan	W/m ²
G 002	Totalstrålning på 45° lutande solarimeter	W/m ²
G 003	Diffustrålning på 45° lutande solarimeter	W/m ²
T 001	Lufttemperatur	°C
T 002	Max lufttemperatur	°C
T 003	Min lufttemperatur	°C
S 010	Solfrekvens över 300 W/m ²	h ⁻¹
T 004	Medellufttemperatur under drift	°C
V 010	Vindhastighet	m/sek
S 012	Vindriktning	°

Drifttemperatur i °C

T 100*	in till solfångare
T 101*	ut från "
T 102*	på solfångare

1982-06-15

Sid 3 (3)

T 251*	Fjärrvärme in VVX	
T 252*	Fjärrvärme ut VVX	
T 253	Fjärrvärmemetemperaturreferens	

Flöden

W 100*	Solsystem	m^3/h
W 200*	Fjärrvärme	m^3/h

Drifftid

S 100*	Solfångare	h
S 200*	Fjärrvärme	h
S 011*	Pumpfrekvens	h^{-1}

Elektrisk energi

E 100*	Pump i solfångarkrets	MJ/m^2
--------	-----------------------	----------

Övriga parametrar

N 120*	Solfångare α	
U 101*	Solfångare linjär värmeförlustkoefficient	W/m^2K
U 102*	Solfångare kvadratisk värmeförlustkoefficient	W/m^2K^2
U 103*	Rörförlustkoefficient	W/K
C 101*	Solfångare värmekapacitetsfaktor	$J/K m^2$
A 100*	Kollektoraperturarea	m^2
N 130*	Pump verkningsgrad solfångarkrets	

* Asterixen står för

Studsvik Beteckning	Grupp
P	Philips
G	General Electrics
T	Teknoterm
A	Gränges Aluminium
N	Nyby
F	Fläktfabriken

INVESTERINGSKOSTNADER TOTALT

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Phillips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Solfångare	1.362	200	285	210	180	160	327	
- Solfångarmontage	677	196	78	197	42	80	84	
- Mark o Byggnadsarb.	1.200	166	170	233	226	224	178	
- Värmeinstallationer	1.178	176	157	239	185	245	176	
- Styr- och regleranläggning.	397	74	62	62	62	74	62	
- Elanläggning	67	10	10	10	10	10	10	
- Fjärrvärmeanslutn.	139	19	18	28	25	28	21	
- Projektering/Adm.	670	112	112	112	112	112	112	
- Diverse o oförutsett	135	23	23	23	23	23	23	
Summa	5.825	976	915	1.114	865	956	993	
SPECIFIK								
KOSTNAD (kr/m ²)	5.848	6.778	7.205	5.832	4.505	4.979	6.620	
JÄMFÖRANDE								
DATA M.M.								
- Solfångaryta (m ²)	996	144	127	191	192	192	150	
- Dim. max. effekt (kW)	575	80	75	115	105	115	85	
- Ber. energiprod. (MWh/år)	246	23	45	44	38	48	48	

ANMÄRKNINGAR: Delkostnader redovisas i bilaga 8:2 t o m 8:10

Kostnadsfördelning

SOLFANGARE

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Komponentinköp	1.309	200	285	210	180	160	274	1)
- Kursändr., valuta	53	-	-	-	-	-	53	
Summa	1.362	200	285	210	180	160	327	
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	1.367	1.389	2.244	1.099	938	833	2.180	
JÄMFÖRANDE DATA M.M.								
- Solfångaryta (m ²)	996	144	127	191	192	192	150	
- Dim. max. effekt (kW)	575	80	75	115	105	115	85	
- Ber. energiprod (MWh/år)	246	23	45	44	38	48	48	

ANMÄRKNINGAR: 1) Kostnaden för GE-Bahco förutsätter att försäkringsersättning kommer att erhållas för utbyte av sönderfryssta kollektorrör. Kostnaden inkluderar dock SFAB:s självrisk på 18 kkr.

SOLFÄNGARMONTAGE

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								1)
- Material	23	5	2	3	2	8	3	
- Transporter	61	18	8	13	7	8	7	2)
- Arbete (155 kr/h)	547	160	63	167	32	58	67	3)
- Index	46	13	5	14	1	6	7	
Summa	677	196	78	197	42	80	84	
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	680	1.361	614	1.031	219	417	560	
JÄMFÖRANDE DATA M.M.								
- Mont. fästprofil (m)	1.628	224	272	232	200	420	280	
- Lev. fästklammer (st)	423	92	96	40	120	-	75	
- Lev. o mont. skruvar (st)	3.342	1.492	368	220	416	528	318	
- Lev. o mont. muttrar (st)	3.342	1.492	368	412	416	336	318	
- Lev. o mont. dist.klossar (st)	288	-	-	-	-	288	-	
- Borrning av hål (st)	121	-	40	20	28	-	33	
- Svetsnings, fästprofil (m)	12	-	-	-	-	12	-	
- Mont. moduler (st)	642	192	88	100	160	48	54	
- Mont. glasrör (st)	1.672	-	1.672	-	-	-	-	
- Lödning, röransl. (st)	536	-	-	300	-	-	236	

ANMÄRKNINGAR: 1) Kostnader enligt entreprenörens redovisning för resp. fabrikat.

2) Kostnaden för Nyby inkluderar 5 kkr för transporter som leverantören utfört på egen bekostnad.

3) Kostnaderna för TeknoTerm, Philips och Gränges förutsätter att reklamationkostnader kommer att regleras.

Kostnaden för Nyby inkluderar 200 tim à 100 kr = 20 kkr för arbete som leverantören utfört på egen bekostnad.

Kostnaden för GE-Bahco förutsätter att försäkringsersättning kommer att erhållas för utbyte av sönderfrysta kollektorror.

MARK- OCH BYGGNADSRARBETEN

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Phillips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE-		Anm.
							Bahco	Bahco	
KOSTNADER (kkr)									
- Markberedning	215	31	27	41	42	42	32		1)
- Fund. för stativ	245	31	31	52	52	47	31		2)
- Stativ	253	24	33	58	50	53	35		3)
- Apparatbyggnader	229	38	38	38	38	38	38		4)
- Mät- och personalbod	120	20	20	20	20	20	20		4)
- Schakt och fyllning för div. ledningar	12	2	2	2	2	2	2		4)
- Stängsel	54	8	7	10	10	10	8		4)
- Övrigt	72	12	12	12	12	12	12		4)
Summa	1.200	166	170	233	226	224	178		
SPECIFIK									
KOSTNAD (kr/m ²)	1.205	1.153	1.339	1.220	1.177	1.166	1.187		
JÄMFÖRANDE									
DATA M.M.									
- Solfångaryta (m ²)	996	144	127	191	192	192	150		
- Stativlängd (m)	505	48	66	116	100	105	70		
- Antal plintar (st)	188	24	24	40	40	36	24		

ANMÄRKNINGAR:

- 1) Fördelningsparameter : solfångaryta
 2) - " - : antal plintar
 3) - " - : stativlängd
 4) - " - : antal fabrikat

Kostnadsfördelning

VÄRMEINSTALLATIONER

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Värmeväxlare								
- Pumpar								
- Kärll, cisterner								
- Rörledningar m. isolering o armatur								
- Index								
Summa	1.178	176	157	239	185	245	176	1)
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	1.182	1.222	1.236	1.251	963	1.276	1.173	

ANMÄRKNINGAR: 1) Kostnadsfördelning enligt uppgift från entreprenör.

STYR- OCH REGLERANLÄGGNING

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Apparatskåp med reglercentraler, start och manöver- apparater, m.m								
- Reglerventiler								
- Givare								
- Elinstallationer inom apparat- byggnad								
- Index								
Summa	397	74	62	62	62	74	62	1)
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	399	514	488	325	323	385	413	

ANMÄRKNINGAR: 1) Kostnadsfördelning enligt uppgift från entreprenör.

ELANLÄGGNING

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Huvudcentral								
- Kraftmatningar								
- Ytterbelysning								
- Larmcentral								
- Larmledningar								
Summa	67	10	10	10	10	10	10	1)
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	67	69	79	52	52	52	67	

ANMÄRKNINGAR: 1) Totalkostnad fördelad lika på resp. fabrikat.

Kostnadsfördelning

FJÄRRVÄRMEANSLUTNING

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Byggarbeten	23							
- Rörledning	61							
- Isolering	43							
- Pump	12							
Summa	139	19	18	28	25	28	21	1)
SPECIFIK								
KOSTNAD (kkr/m ²)	140	132	142	147	130	146	140	
JÄMFÖRANDE								
DATA M.M.								
- Dim. max. effekt (kW)	575	80	75	115	105	115	85	

ANMÄRKNINGAR: 1) Fördelningsparameter: dimensionerande max.-effekt

PROJEKTERING / ADMINISTRATION

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Philips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kkr)								
- Projektering, VVS	210							
- " - , Bygg	80							
- " - , El	5							
- " - , Fjärrv.	5							
- Projektledning, dokumentation, m.m.	150							
- Styrgrupp	200							
- Övr. adm.-kostn.	20							
Summa	670	112	112	112	112	112	112	1)
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m ²)	673	778	882	586	583	583	747	

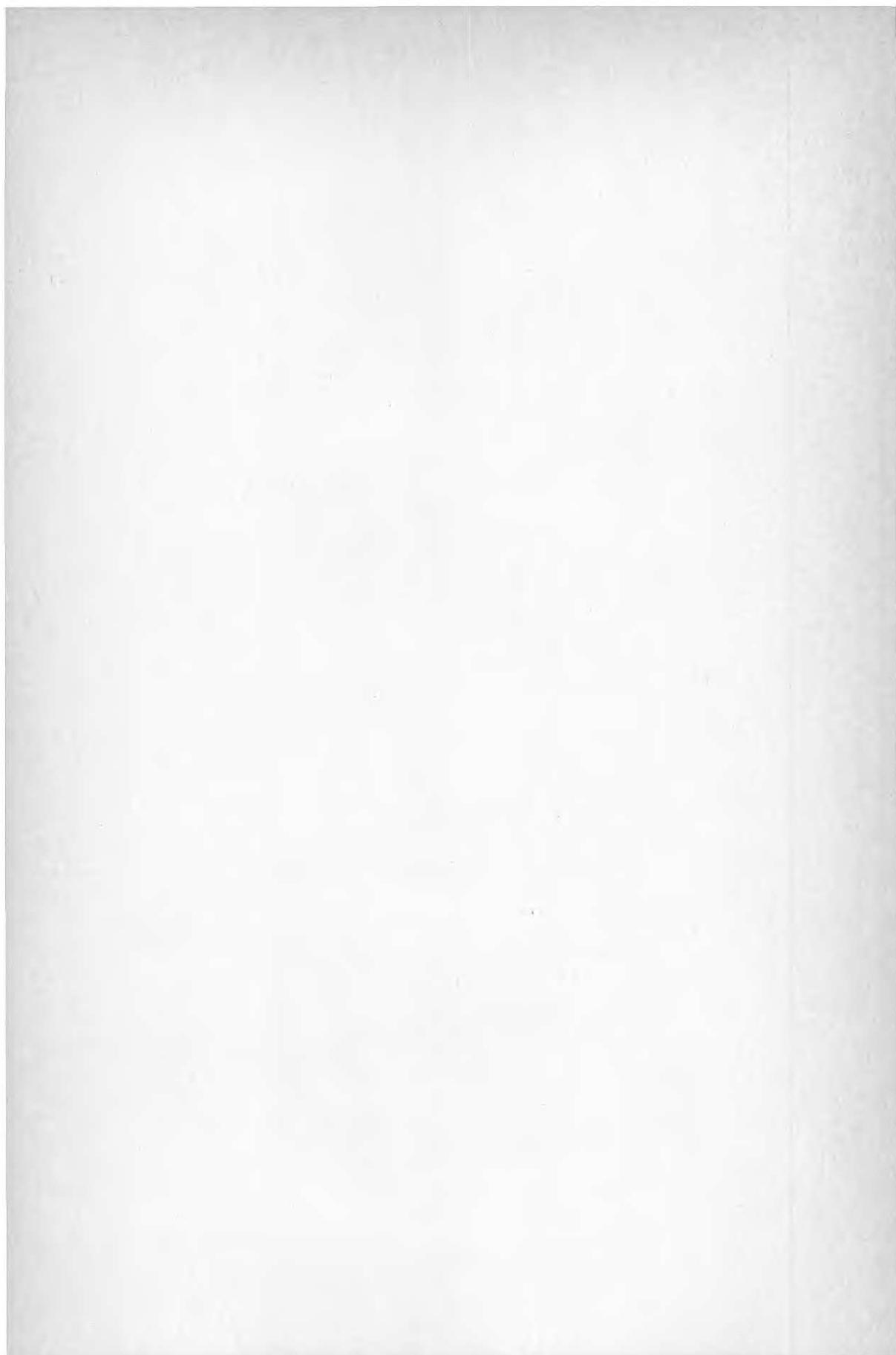
ANMÄRKNINGAR: 1) Totalkostnad fördelad lika på resp. fabrikat.

DIVERSE OCH OFÖRUTSETT

Kostnadsfördelning

	Totalt	Tekno Term	Phillips	Gränges	Nyby	Sv. Fläkt	GE- Bahco	Anm.
KOSTNADER (kk)								
- Ansl.-avgift, El	27							
- Ansl.-avgift, VA	16							
- Försäkringar	3							
- Bodar, m.m.	12							
- Länshållning	15							
- Diverse komplet- teringsarbeten	30							
- Snöröjning, vatten o el under byggn.-tiden	32							
Summa	135	23	23	23	23	23	23	1)
SPECIFIK KOSTNAD (kr/m²)								
	136	160	181	120	120	120	153	

ANMÄRKNINGAR: 1) Totalkostnad fördelad lika på resp. fabrikat.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810939-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Södertörns Fjärrvärmeaktiebolag, Norsborg.**

R84: 1983

ISBN 91-540-3982-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700784

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 40 kr exkl moms