



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

R141: 1979

**Solvärmt tappvatten i
befintliga flerbostadshus
med nattackumulering
av el**

Förstudie

**Sven Arne Lagerström
Mats Norrfors**

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R141:1979

SOLVÄRMT TAPPVATTEN I BEFINTLIGA
FLERBOSTADSHUS MED NATTACKUMULERING AV EL

Förstudie

Sven Arne Lagerström
Mats Norrfors

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780095-7 från Statens råd för byggnadsforskning til
Stiftelsen Väsbyhem i Upplands Väsby.

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

R141:1979

ISBN 91-540-3133-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

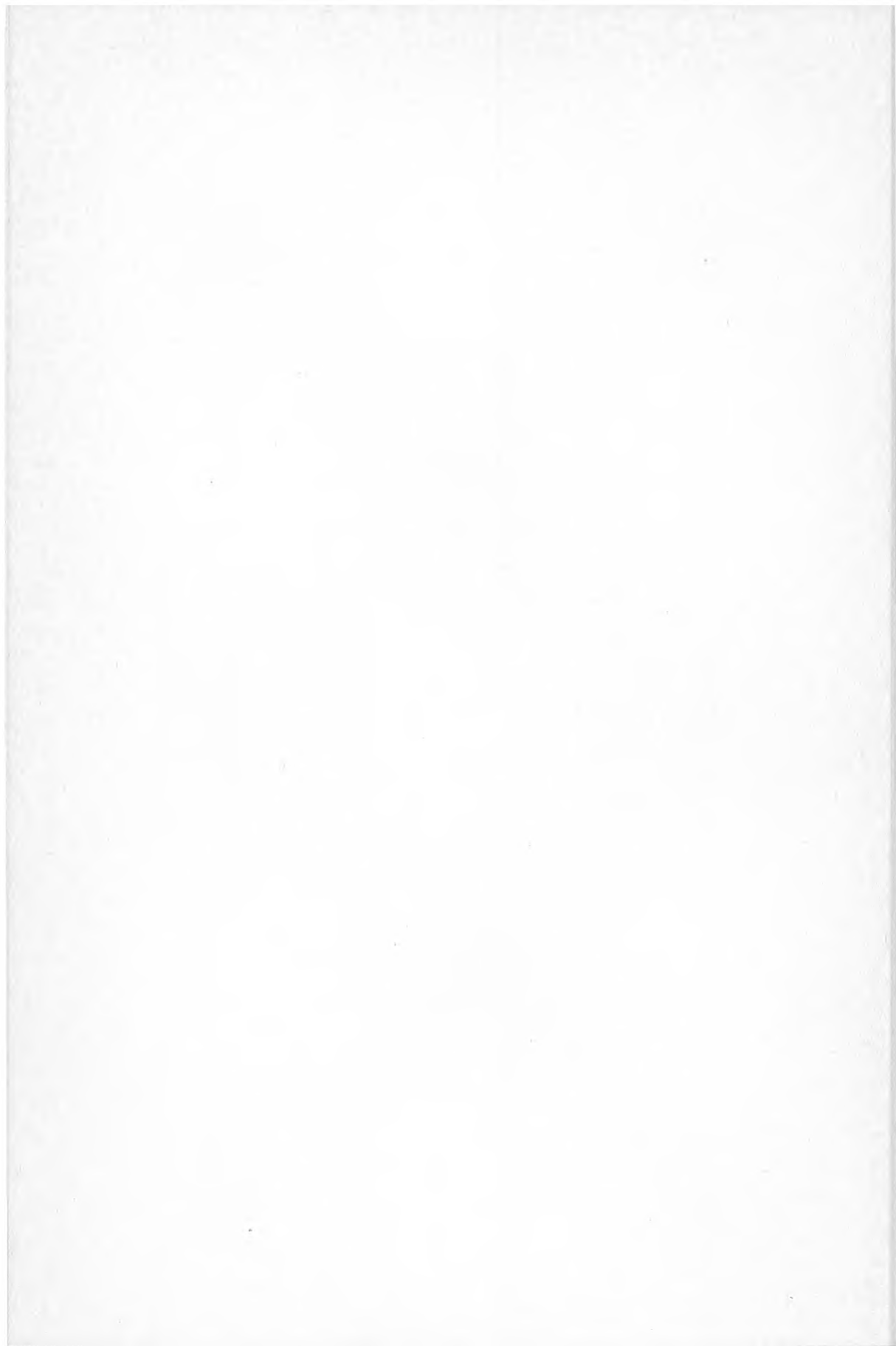
INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
2	BAKGRUND OCH SYFTE	6
3	BESKRIVNING AV BEFINTLIG ANLÄGGNING OCH NULÄGE	7
4	ENERGIFÖRBRUKNING	8
5	PRINCIPIELL FUNKTION OCH DIMENSIONERING . .	9
5.1	Solfångaryta dimensionering	11
5.2	Akkumulatorvolym	15
6	TEKNISK UTFORMNING	16
6.1	Allmänt	16
7	EKONOMISK ANALYS	17
7.1	Finansieringsplan	17
8	VAL AV ENTREPRENÖR OCH SOLFÅNGARFABRIKAT .	21
9	MÄTPROGRAM	22
9.1	Allmänt	22
9.2	Syfte	22
9.3	Energibalanser	22
10	PROGNOSE OCH SLUTSATSER	23
10.1	Slutsatser	24

BILAGOR

BILAGA 1	Principschema för solvärmekretsar . . .	25
BILAGA 2	Principskiss för varmvattenberedning/sol	26
BILAGA 3	Solfångarplacering	27

Bilaga 4, 5, 6 och 7 finns tillgängliga hos
Institutet för byggdokumentation, BYGGDOK,
Hälsingegatan 49, 113 31 Stockholm.
Telefon 08-34 01 70.



1 INLEDNING

Väsbyhem förvaltar för närvarande cirka 5 500 lägenheter inom ett 15-tal bostadsområden.

Den största delen av bostadsbeståndet är anslutet till fjärrvärme. Några mindre områden har däremot el som värmekälla oftast direktsystem med nattackumulering av tappvarmvatten. Dessa områden är på grund av installationerna svåra och dyra att ansluta till fjärrvärme eller annan centraliserad alternativ uppvärmningsform.

Ett energiprogram har utarbetats inom Väsbyhem omfattande framför allt den installationstekniska sidan inklusive ombyggnad och modernisering av befintliga värmecentraler.

De planerade åtgärderna är för närvarande i utförandeskede och har för en 5-års-period beräknats uppgå till cirka 40 Mkr.

Den prognostiserade energibesparingen räknat med 1979 års energipriser uppgår till cirka 1,5 Mkr/år. Som ett led i detta energisparprogram avser Väsbyhem att undersöka möjligheterna att vid befintliga centraler som värms med nattackumulerad el utnyttja solvärme i första hand som förvärmning men även för att ta hand om hela tappvarmvattenuppvärmningen under den gynnsammaste perioden. Som försöksobjekt har valts ett område med tre undercentraler för 180 lgh, Carlslund.

För närvarande värmeförsörjs ett flertal bostadsområden byggda på 60- och 70-talet med direkt verkande elvärme. Dessa områden har ofta tappvarmvattenberedning via "nattel". Denna teknik innebär att sådana anläggningar är utrustade med vattenackumulatörer.

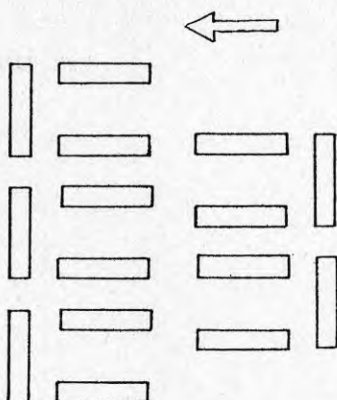
Vid utnyttjande av solenergi ligger en tung del av investeringskostnaderna på installation av värmelager (vattenackumulatörer).

Då man i de ovan nämnda typerna av bostadsområden redan har dessa ackumulatörer installerade bör detta betydligt gynna förutsättningarna för konvertering till solvärmeutnyttjande vid tappvarmvattenberedning. Det aktuella bostadsområdet i Upplands Väsby, Carlslund, är ur försökssynpunkt särskilt lämpat som provområde för solvärmeutnyttjande. Området är uppdelat på tre identiskt lika tappvarmvattencentraler med nattackumulering.

Genom att konvertera två (eller en) av dessa centraler med solvärme kan den tredje (de övriga två) direkt utnyttjas som referenssystem för en enkelt utförd utvärdering utan extra åtgärder.

Antalet lägenheter i flerfamiljshus som värmeförsörjs via elvärme i Sverige utgör cirka 50 000, av dessa utnyttjar flertalet "nattel" för varmvattenberedning. Energibehovet för varmvattenberedning i dessa lägenheter motsvarar cirka 250 GWh/år. En 50 %-ig utnyttjningsgrad av solenergi för dessa skulle innebära en besparingspotential på 125 GWh/år. Enligt regeringspropositionen nr 1978/78:115 skall en ökad satsning på FoU-insatser för solenergiutnyttjande ske.

BESKRIVNING AV BEFINTLIG ANLÄGGNING OCH
NULÄGE



Carlslund, adress Lindhemsvägen 13-60, består av 15 st tvåvåningshus, byggda år 1970.

Husen innehåller 180 st lägenheter fördelade på 45 st uppgångar med en total yta på 12 717 m².

Elförbrukningen mäts individuellt i varje lägenhet. Nattsänkning kan ske av värmen (Vidells värmevakt).

Lägenheter och trapphus i området är försedda med el-radiatorer. Vattenuppvärmning sker med elvärme i 6 st varmvattenberedare om vardera 7 m³.

Takvinkel 10.16° vilket för solenergi inte är gynnsamt. Takbeläggningen består av takpapp vilken inom kort behöver bytas. Invändiga schakt för rördragning finns ej. Husen med undercentraler har källare, de övriga kryppgrund.

Undercentralerna innehåller 2 st ackumulatortankar på 7 m³ vardera, vilka laddas nattetid med el. Tankarna är kopplade så att de kan både användas i serie och parallellt. Det 80-90 gradiga vattnet från ackumulatortorn blandas med kallvattnet till en temperatur av 55°C. Denna temperatur kommer efter hand att sänkas till 46-50°C för att utnyttja solackumulatortorn bättre.

De byggnader som innehåller undercentraler ligger med långsidorna åt öster och väster vilket inte är så gynnsamt. Däremot finns det angränsande byggnader som har hela långsidan åt söder där dessutom taket är fritt från luckor, luftningsrör o dyl. Se även bilagor.

Elförbrukning inom Carlslund, 1976

4

ENERGIFÖRBRUKNING

	kWh Totalt	%	kWh/ dygn	kWh/ lgh	kWh/lgh dygn	kWh/m ² ly	Wh/m ² dygn
Varmvatten (~)	850 000	25,4	2 328,8	4 722	12,94	66,8	183
Hushållsel (~)	500 000	14,9		2 778	7,61	39,3	107,7
Servicehus (=)	100 000	3,0		556	1,52	7,9	21,6
Värme, bel. allm. utrymmen (~)	210 000	6,3		1 167	3,20	16,5	45,2
Yttre belysning, värme i skyddsrum, källare (~)	210 000	6,3		1 167	3,20	16,5	45,2
Elvärme i bostäder	1 479 920	44,2		8 222	22,53	116,4	455,9
Summa	3 349 920				50,99		721,7

Antal lägenheter = 180 st

Total lägenhetsyta = 12 717 m²

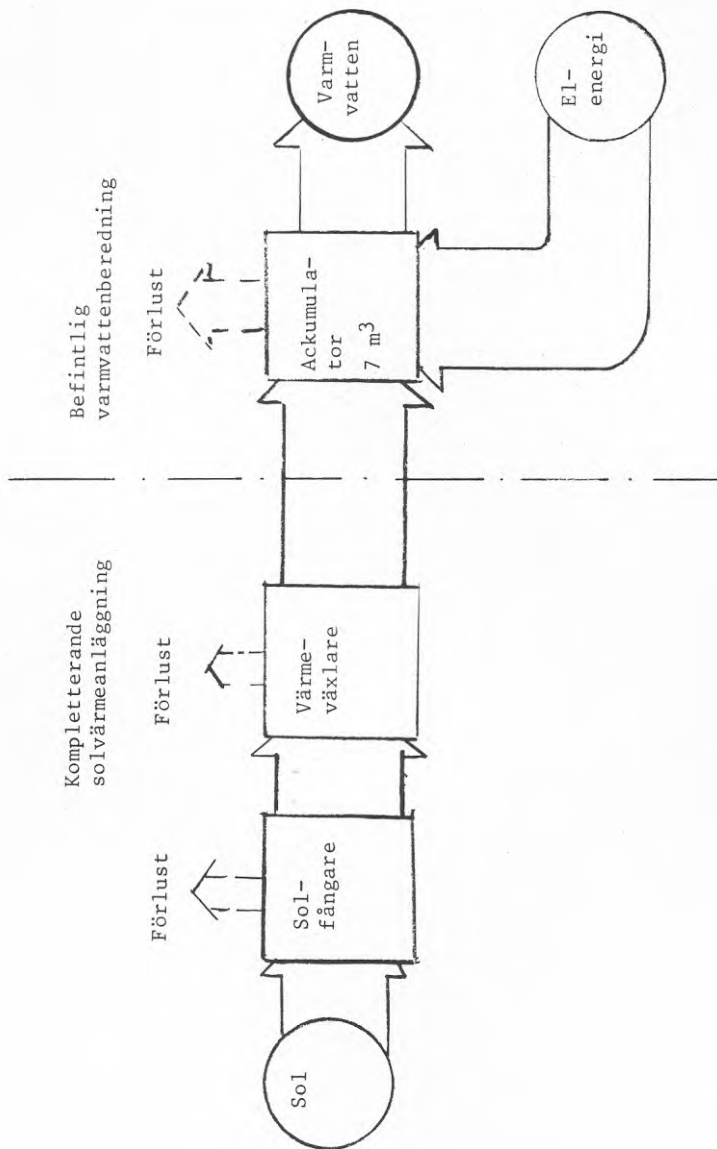
Genomsnittlig lägenhetsyta = 70,65 m²/lägenhet

5 PRINCIPIELL FUNKTION OCH DIMENSIONERING

Den kompletterande solvärmeanläggningen har utformats med hänsyn tagen till följande krav:

1. Solvärmnet skall tillföras centralt så att de befintliga tappvarmvattendistributionssystemen kan utnyttjas. Strävan skall vara att göra så små ingrepp i det befintliga systemet som möjligt.
2. Solvärme enbart för förvärmning av tappvarmvatten, endast i undantagsfall täcker solen hela behovet.
3. De befintliga ackumulatortankarna skall användas.

Energins väg genom det kombinerade sol- och elsystemet för tappvattenberedning framgår av figur 1.



Figur 1. Energiflödesdiagram för Carlslunds varmvattensystem inklusive kompletterande solvärmeanläggning.

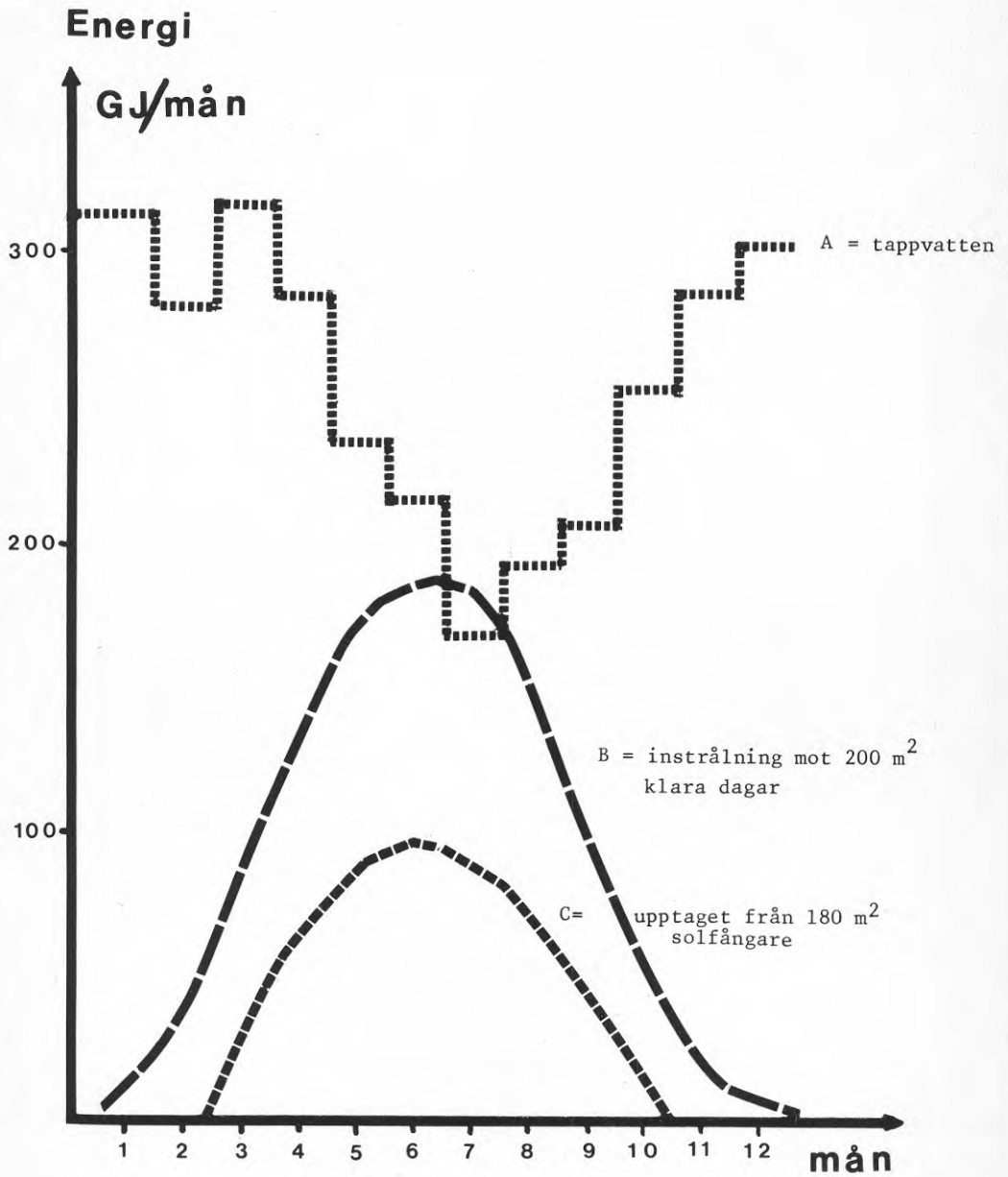
Den högra delen av energiflödesdiagrammet representerar de idag befintliga anläggningarna. Elenergin omvandlas i elpatronerna till värmeenergi, som utnyttjas för tappvarmvattenberedning.

Energiflödesdiagrammets vänstra del visar solenergens väg från solfångarna till det befintliga distributionssystemet. Solen tillför systemet energi via ett antal solfångare.

Den i solfångarna uppvärmda antifrysblandningen transporterar energin vidare till en värmväxlare där antifrysblandningens värmeenergi överförs till tappvarmvattnet vilket transporteras till en ackumulator för lagring och behovsanpassning av energitillgången.

5.1 Solfångaryta dimensionering

Vid dimensionering av den erforderliga solfångarytan utnyttjas diagrammet i figur 2, se även tabell 2. I detta diagram visas både energibehovet vid Carlslunds bostadsområde och soltillgången räknat mot en 200 m^2 yta, lutning 10.16° mot söder för den planerade solvärmeanläggningen.



Figur 2 Energibehovsdiagram för Carlslunds varmvattensystem

Den totala elförbrukningen för tappvarmvattenberedning vid Carlslunds bostadsområde är som ovan nämnts cirka 3,06 TJ/år eller 850 MWh/år. Denna förbrukning har med hjälp av tidigare mätningar i Tensta och Bollnäs räknats om för att gälla en simulerad årsförbrukning för Carlslund, se figur 2, energiförbrukningskurva (A).

Mån	Instrålat 200 m ² klara dgr	Upptaget SF 180 m ²	T T 185 m ²	JOCO 176,8 m ²	Belastning
	GJ/mån	GJ/mån	GJ/mån	GJ/mån	GJ/mån
1	12,1	-	-	-	316
2	35				283
3	83,2	29,8	28,3	17,6	319
4	131,8	61,1	59,4	50,9	286
5	172,7	84,9	83,1	76,6	235
6	188,7	94,1	92,2	87,0	214
7	185	89,6	87,9	83,2	168
8	149,7	73,6	72,0	66,6	193
9	96,3	42,6	41,3	34,1	208
10	54,8	15,5	14,4	5,2	256
11	18,6	-	-	-	287
12	7,2	-	-	-	304
	1135,1	491,2	488,6	421,2	3069
	37,0 %	16,0 %	15,9 %	13,7 %	
		43,3 %	43,0 %	37,1 %	

Solfångarfabrikat:

SF = Svenska fläktfabriken

TT = Tekno Term

JOCO = John & Co

Tabell 2 Energibalans Upplands Väsby

Med hjälp av datorprogram för solvärmesystem (f-chart och Liu and Jordan) har den under ett medelår, SMHI's statistik över 30 år, erhållna solenergin beräknats med olika värden för solfångaryta, solfångarfabrikat och temperaturnivå i systemet.

Instrålad solenergi mot en solfångaryta av 200 m² med lutning 10.16° (takvinkel) riktad mot söder illustreras av kurva B i diagrammet. Kurva C visar nyttiggjord energi från 180 m² solfångare av fabrikat Svenska fläktfabriken enligt offert, se senare kapitel, med en ingående temperatur av +10°C och utgående +55°C. Solfångarsystemet skall utnyttjas direkt utan någon temperaturhöjande process typ värmepump.

5.2 Akkumulatorvolym

Den tillgängliga akkumulatorvolymen i varje central är på 2x7 m³. För att utnyttja systemet maximalt tillsammans med solvärme utnyttjas bara en behållare. Det är då möjligt att under sommaren (speciellt under industrisemestern) slå av elen för denna behållare. Under övriga året ligger solvärmens och förvärmer tappvarmvattnet på dagen för nattens elvärme.

6 TEKNISK UTFORMNING

6.1 Allmänt

Val av komponenter samt teknisk utformning har eftersträvat att ske i enlighet med följande grundprinciper:

1. Standardkomponenter utnyttjas i de kompletterande installationerna i så stor utsträckning som möjligt.
2. Anläggningen utformas så enkel, lättskött och driftsäker som möjligt.
3. Så få byggnader som möjligt skall beröras av installationerna (solfångarna).

I syfte att upprätta en realistisk kostnadskalkyl med preliminära kostnader baserade på aktuella standardkomponenter har ett generalanbudsunderlag utskickats till 4 st fabrikanter av solfångare samt 3 st VVSentreprenörer. Anbudsunderlag och teknisk beskrivning, se bilagor.

7 EKONOMISK ANALYS

De inkomna anbudena har givit följande resultat:

Ett system med $3 \times 185 \text{ m}^2$ Tekno Term (TT) solfångare komplett kostar 770 000 kronor.

Ett system med $3 \times 180 \text{ m}^2$ Svenska fläktfabrikens (SF) solfångare kostar 782 000 kronor.

Enligt f-chartmetoden samlar

SF in $1473,6 \times 10^6$ kJ/år eller 409,2 MWh/år och
TT in $1465,8 \times 10^6$ kJ/år eller 407,1 MWh/år.

Detta medför ett första års kWh-pris på för

SF 1:91 kr och för

TT 1:89 kr.

Energisparkostnaden (ESK) och Besparingskostnaden (BK) enligt proposition 1977/78:76. Realprisökning på energi 2 %, kalkylränta 4 % och livslängd 15 år ger:

för TT ESK 0:141 kr/kWh
 BK 0:167 kr/kWh

för SF ESK 0:142 kr/kWh
 BK 0:169 kr/kWh

7.1 Finansieringsplan

Enligt BOFS 1978:17 EN2 existerar ett schablonbelopp på 1 000 kr/m² kollektoryta inklusive värmemagasin, reglerutrustning m m.

Detta skulle innebära ett godkänt belopp på 540 000 kronor för SF och 550 000 kronor för TT.

Förutsättning:

Väsbyhem har ej tagit ut energisparbidrag inom Carls-lund. Godkänt bidrag 35 % på godkänd kostnad dock högst 3 000 kr/lgh.

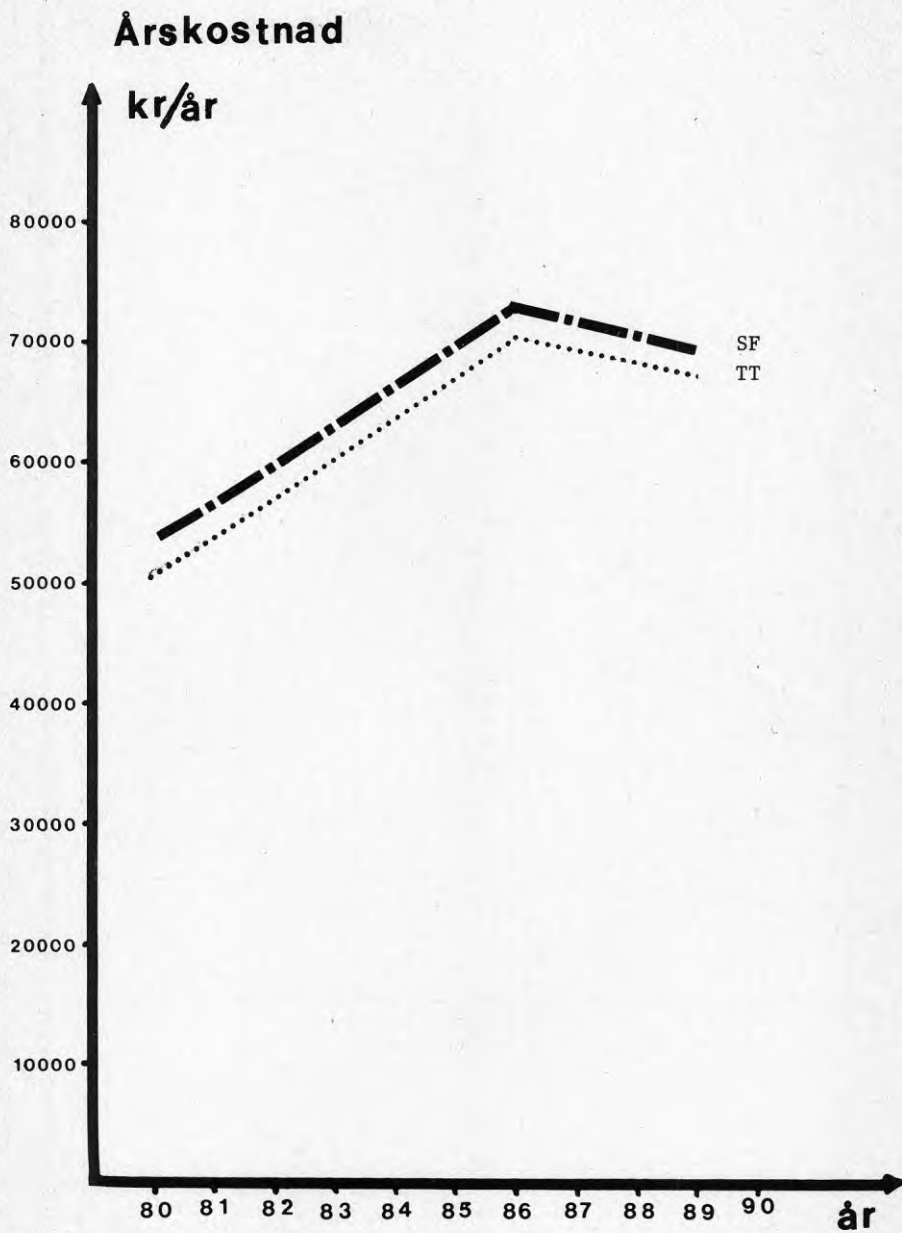
	SF kronor	TT kronor
Verklig kostnad	782 000	770 000
Godkänd kostnad	540 000	550 000
Möjligt bidrag 35 %	189 000	192 500
Årskostnad*:		
1:a året	53 820	50 920
10:e året	70 230	67 640

Tabell med energibesparing i kWh och kronor vid t ex 5 %, 10 % energiprisökning 1:a och 10:e året.

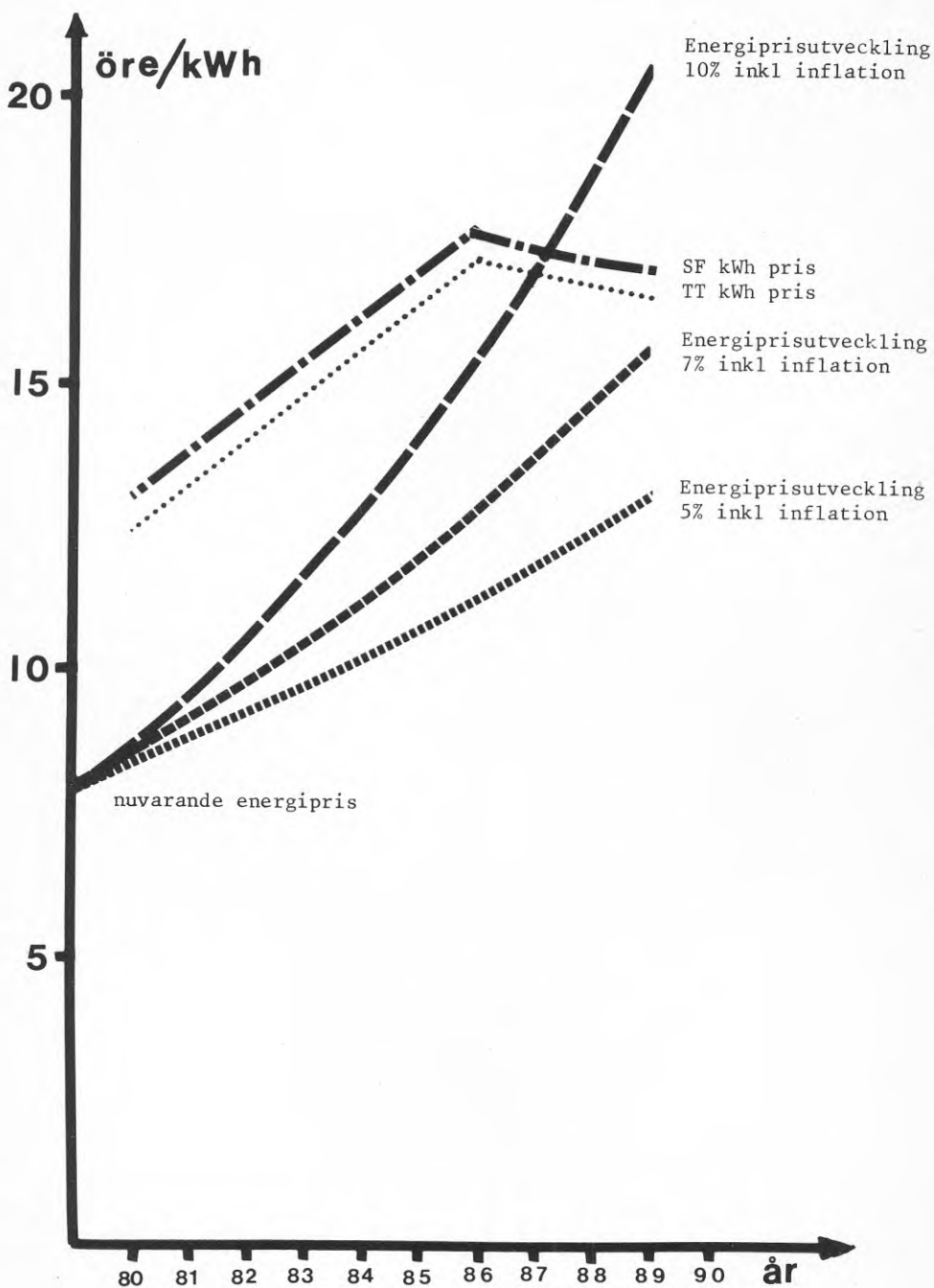
Årskostnad:

Verkliga kostnaden minus godkänd kostnad. Bankränta 10 % 10 år (annuitetslån) (Annuitetsfaktor 0.163) samt godkänd kostnad minus möjligt bidrag gånger räntefaktorn med räntebidrag 10-årigt lån. Diagram över årskostnad och kWh-pris med kostnadsutveckling, se figur 3 och 4.

*) Annuitetslån på kostnader överstigande godkänd kostnad 10 % 10 år, samt kostnader för det 10-åriga lånet från Bostadsstyrelsen.



Figur 3. Årskostnad för det kompletterande solvärmesystemet i Carlslund



Figur 4. Kostnad för av solvärmecentralen producerad energi Carlslund

8 VAL AV ENTREPRENÖR OCH SOLFÅNGARFABRIKAT

På grundval av de systemlösningar som olika fabrikanter har i sina program samt de kvalitetsaspekter man kan ställa på en solfångare bör Svenska fläktfabrikens fabrikat i detta fall väljas under förutsättning att de kan lämna 5 års garanti på solfångarna. Vidare bör man gå ut med en kompletteringsförfrågan för att få fram priser för endast en central.

Det mest avgörande, när nupriserna låg så nära varandra, var den låga ytvikten, de stora modulerna samt det högre utbytet av solenergin.

9 MÄTPROGRAM

9.1 Allmänt

I nedanstående text behandlas syftet med mätningarna och bl a vilka storheter som skall mätas samt vilka mätpunkter som föreslås. Däremot preciseras ej hur insamlingen av erforderliga data skall ske och på vilket sätt materialet skall bearbetas.

En väl genomtänkt lösning för detta är emellertid nödvändigt och föreslås att eventuellt ingå i ett nästa skede av solvärmeprojektet.

9.2 Syfte

Syftet med mätprogrammet är följande:

1. Bestämning av energibalansen för hela värmeanläggningen samt undersökning av andelarna i energibalansen för vissa viktiga anläggningskomponenter.
2. Driftuppläggning med målsättning att kunna optimera hela anläggningens drift.
3. Övervakning av drift och funktion med hänsyn till dagens krav på driftsäkerhet och driftekonomi.

9.3 Energibalanser

De under punkt 1 angivna energibalanserna skall ge svar på bl a följande frågor:

- a) Hur stor blir elenergibesparingen? Uppfyller mätvärdena den prognostiserade besparingen?
- b) Motsvarar solfångarna alla ställda krav? Levererar de så mycket energi som var prognostiserat?
- c) Är förlusterna från ackumulatortank och värmesystem rimliga?

10 PROGNOSE OCH SLUTSATSER

Av diagram i figur 2 framgår energibehovet för bostadsområdet samt solenergitillgången för den föreslagna solvärmeanläggningen.

Dessutom redovisas i figur 3 ett stapeldiagram där månadsvärdena för de beräknade energiförbrukningen anges. För varje månad anges hur stor del av energibehovet som täcks av el- respektive solenergi.

Summering av diagrammets värden över ett normalår redovisas i tabell 3. Av tabellen framgår fördelningen av den konsumerade tappvattenenergin mellan olika energikällor.

Tabell 3

Månad	Solenergi GJ/mån	Elenergi GJ/mån	Totalt behov GJ/mån
1	-	316,0	316
2	-	283,0	283
3	29,8	289,2	319
4	61,1	224,9	286
5	84,9	150,1	235
6	94,1	119,9	214
7	89,6	78,4	168
8	73,6	119,4	193
9	42,6	165,4	208
10	15,5	240,5	256
11	-	287,0	287
12	-	304,0	304

Figur 3 - GJ/mån

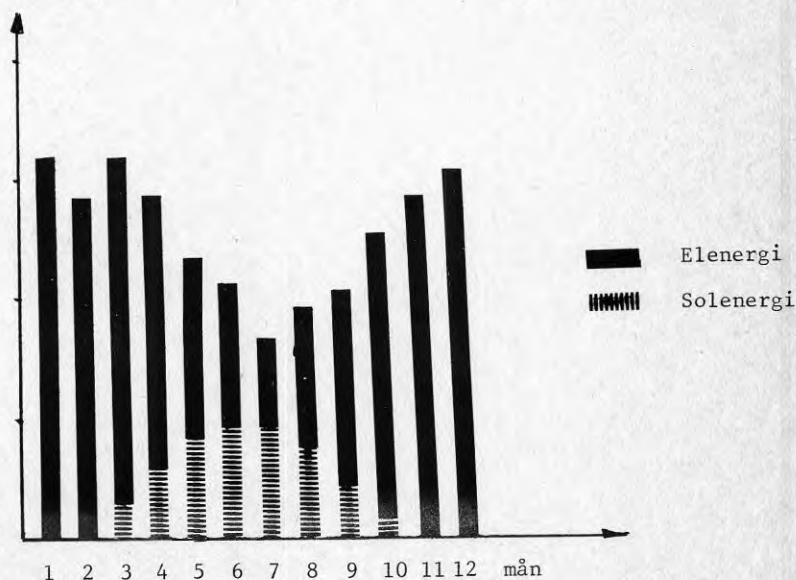
400

300

200

100

491,2 2 577,8 3 069



10.1 Slutsatser

1. Solvärmeanläggningen minskar elförbrukningen med cirka 16 % eller 410 MWh/år.
2. Av taklutningen 10.16° ser man att solenergiinstrålningen blir låg och koncentrerad till sommarmånaderna.
3. Genom att ackumulatorerna måste laddas på kvällen före blir det svårt att styra tillsatsenergin.
4. Investeringskostnaderna är höga.

De höga anbuds kostnaderna beror på att solfångarna måste placeras på en byggnad där ej undercentralen finns, vilket medför en fördyrning på grund av kulvertledningen.

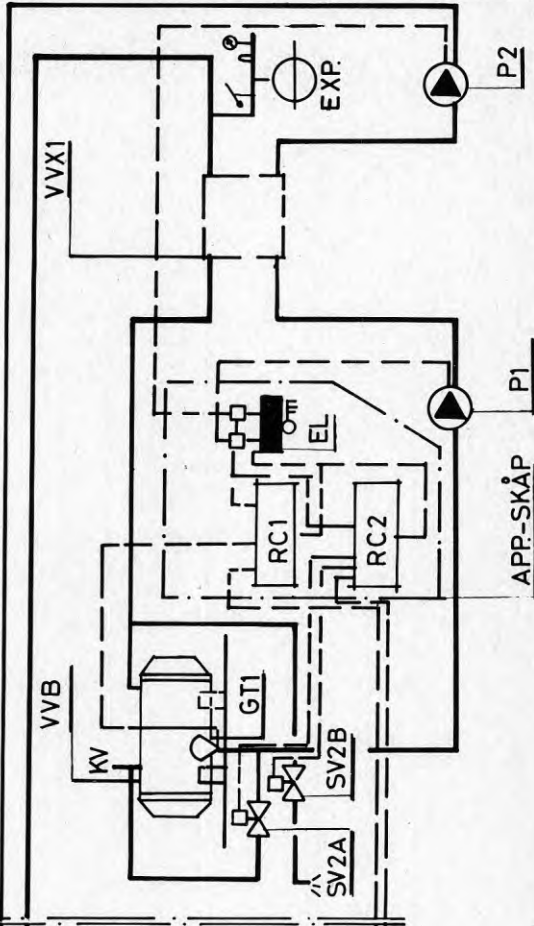
Eftersom bostadsområdet Carlslunds tappvarmvattensystem består av tre identiska system så föreslår vi att man sätter solfångare på två (eller en) centraler och har den återstående (de övriga två) som referenscentral. Dels skulle investeringskostnaden hållas nere samt ingreppen på anläggningarna. I framtiden skulle man kunna bygga på anläggningarna med en som har de senaste rönen inom solfångartekniken för att få vetenskap om teknikens framsteg.

LUFTNIPPEL
 GT2/RC1
 GT1/RC2

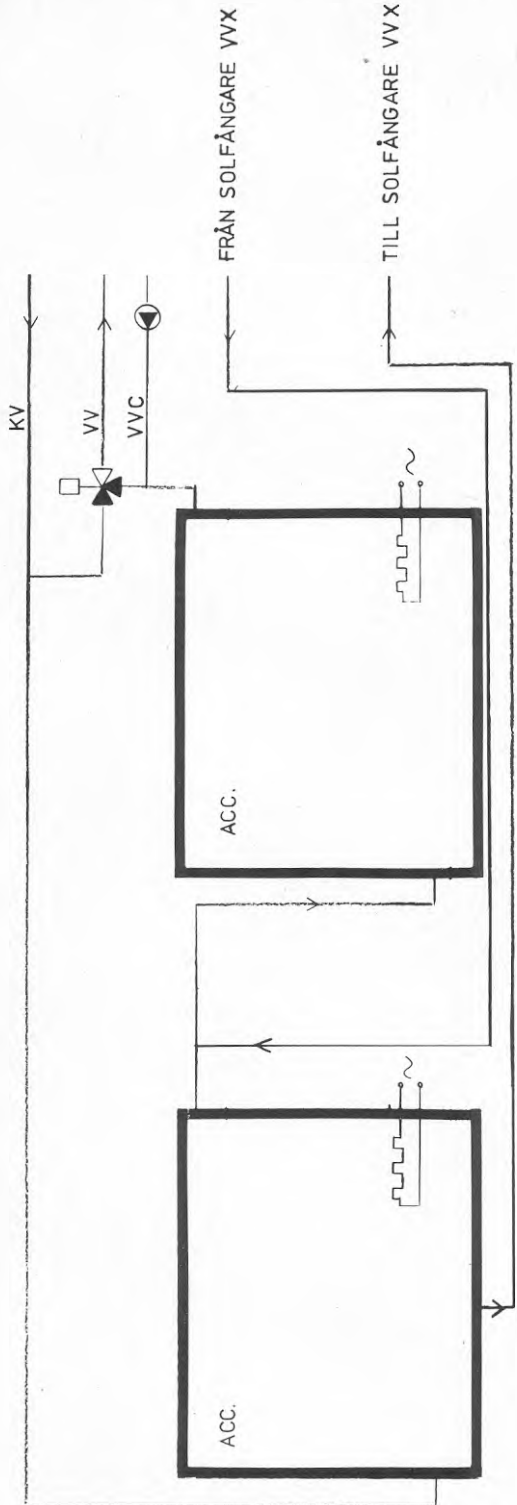
SOLFÅNGARE
 PÅ TAK
 HUS 71 (77 RESP. 80)

Börvärden
 GT1 - GT2/RC1 Differens 5°C inställes i RC1.
 GT1/RC2 +970C Inställes i RC2.

Funktion
 P1 och P2 startas av RC1 då temperaturen är 50C högre vid GT2 än vid GT1.
 SV2A och B öppnas av GT1/RC2 via RC2 då kokningsrisk föreligger.

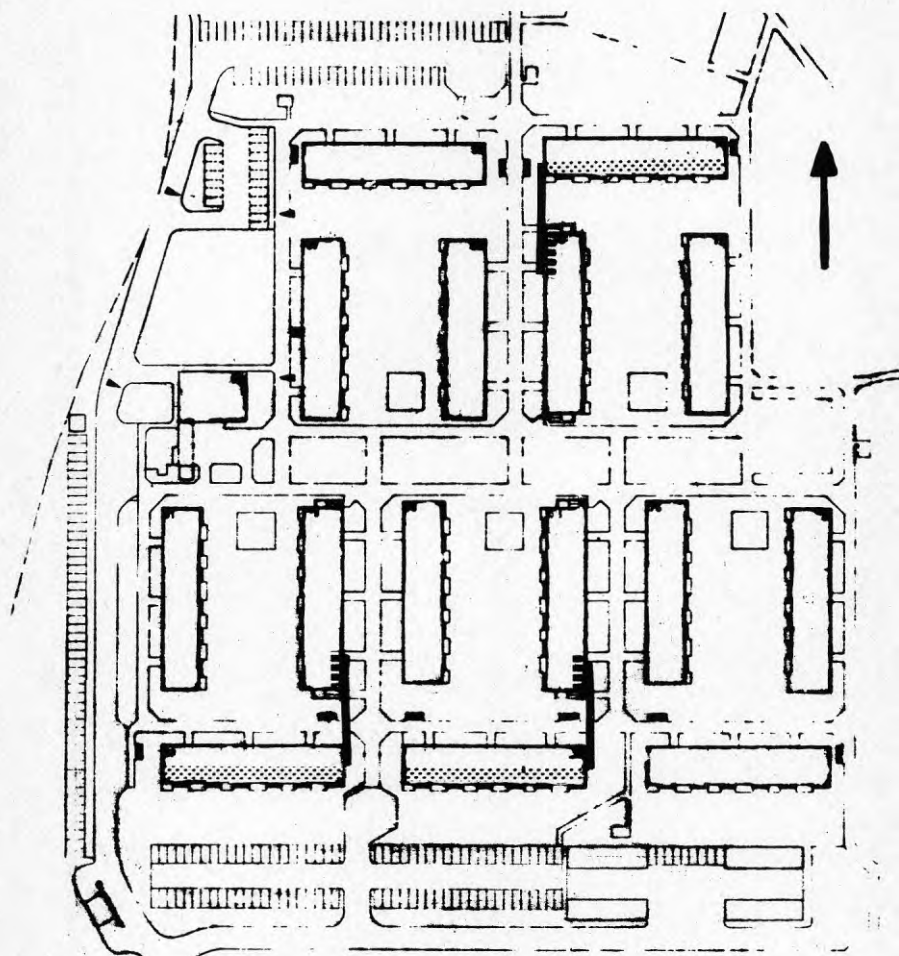


SOLVÄRMESKEMAT PRINCIPSCHEMA

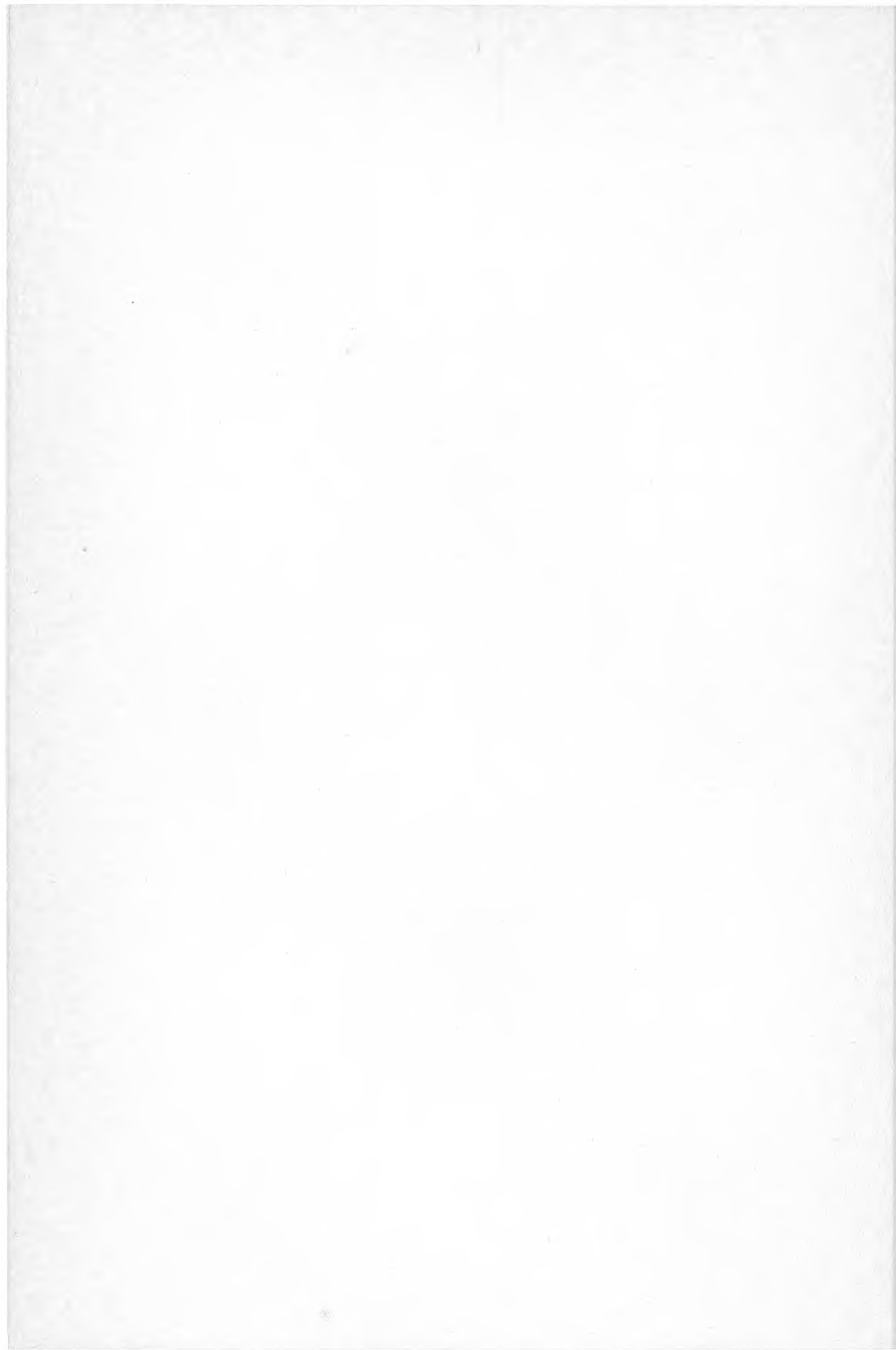


PRINCIPSKISS FÖR VARMVATTENBEREDNING
MHA SOL
CARLSLUNDSOMRÅDET

SOLFÅNGARPLACERING



- Solfångare
- - - - - Undercentral
- Kulvert



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780095-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till Stiftelsen Väsbyhem i Upplands Väsby.**

**R141: 1979
ISBN 91-540-3133-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Art.nr: 6700041

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris 15 kr exkl moms