



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**

**R118:1979**

**Solvärmesystem för  
tappvarmvatten i  
flerbostadshus**

**Förstudie till experimentbygge  
— etapp 2**

**Lennart Berndtsson  
Sören Lindgren**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

**Byggforskningen**

R118:1979

SOLVÄRMESYSTEM FÖR TAPPVARMVATTEN I  
FLERBOSTADSHUS

Förstudie till experimentbygge. Etapp 2

Lennart Berndtsson  
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
781586-4 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Wahlings Installationsutveckling AB, Danderyd.

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

R118:1979

ISBN 91-540-3108-7  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 957191

## INNEHÅLL

1	FÖRORD . . . . .	5
2	SAMMANFATTNING . . . . .	7
3	ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR . . . . .	9
3.1	Solvärmeanläggning enligt ursprungligt förslag . . . . .	9
3.2	Alternativa utföranden . . . . .	9
3.3	Beräkningsförutsättningar . . . . .	10
4	SYSTEM- OCH KOMPONENTVAL . . . . .	11
4.1	Systemval . . . . .	11
4.2	Värmeackumulatorer . . . . .	11
4.3	Dräneringskärl . . . . .	13
4.4	Frysskydd . . . . .	13
4.5	Funktion . . . . .	13
5	SOLFÅNGARE PÅ YTTERTAK . . . . .	17
5.1	Installationer . . . . .	17
5.2	Byggnadstekniska åtgärder . . . . .	17
5.3	Skyddsanordningar . . . . .	19
5.4	Kommunikationsvägar . . . . .	20
5.5	Beräknad energibesparing . . . . .	21
6	SOLFÅNGARE PÅ GAVELFASAD . . . . .	23
6.1	Installationer . . . . .	23
6.2	Byggnadstekniska åtgärder . . . . .	26
6.3	Service . . . . .	27
6.4	Skydd mot åverkan . . . . .	27
6.5	Beräknad energibesparing . . . . .	27
7	SOLFÅNGARE PÅ MARK . . . . .	31
7.1	Installationer . . . . .	31
7.2	Byggnadstekniska åtgärder . . . . .	31
7.3	Skydd mot åverkan . . . . .	32
7.4	Beräknad energibesparing . . . . .	32
7.5	Markalternativets tillämpbarhet . . . . .	34
8	KOSTNADER . . . . .	35
8.1	Allmänna förutsättningar . . . . .	35
8.2	Solfångare på yttertak . . . . .	35
8.3	Solfångare på fasad . . . . .	36
8.4	Markplacerade solfångare . . . . .	36
9	UTVÄRDERING AV ALTERNATIVEN . . . . .	39
9.1	Jämförelse mellan alternativen . . . . .	39
9.2	Takalternativet . . . . .	39
9.3	Gavelalternativet . . . . .	39
9.4	Markalternativet . . . . .	40
9.5	Kostnadsjämförelse mellan det ursprungliga och det nya takalternativet . . . . .	40
10	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE . . . . .	41
11	LITTERATUR . . . . .	43
	BILAGA 1. Reserapport . . . . .	45



## 1 FÖRORD

Syftet med detta projekt är att praktiskt testa ett solvärmesystem för tappvarmvatten i ett befintligt bostadshus i Stockholm. Arbetet omfattar förstudie, installation, provningar samt utvärdering av resultaten. Denna rapport redovisar resultaten från etapp 2 av förstudien.

I rapport R7:1979, "Solvärmesystem för tappvarmvatten i flerbostadshus, förstudie till experimentbygge", redovisas resultaten av en första etapp av förstudien. Rapporten behandlar ett vattenburet solvärmesystem med solfångare placerad på yttertak. Kostnadsuppskattningen för installationen resulterade i en totalkostnad på 0,33 Mkr, varav 0,14 Mkr avser kostnader för byggnadsåtgärder i samband med installationen. Kostnaderna avser kostnadsläget 1979-05-01 och inkluderar moms. Kostnader för projektering samt ränte- och byggherrekostnader tillkommer. Den beräknade energibesparingen uppgick till ca 20.000 kWh/år, vilket innebär en investeringskostnad av ca 16,5 kr för varje under första driftåret inbesparad kWh.

I arbetsetapp 2 har undersökts alternativa tekniska lösningar till ursprungsförslaget med avsikt att nedbringa investeringskostnaden per inbesparad kWh.

Projektets styrgrupp har haft följande sammansättning:

Tekn lic Bengt Johnsson, AB Familjebostäder  
Ingenjör Sten Olsson, AB Familjebostäder  
Civiling Per Isaksson, Inst för Byggnadsteknik, KTH  
Civiling Sören Lindgren, Wahlings Installationsutveckling AB

Arbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB, med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjör Lennart Berndtsson som utredningsman.

Byggnadstekniska frågor har handlagts av byggnadsingenjör Lars Holmberg, Tyréns Företagsgrupp AB.

Kostnadsberäkningar för byggnadsåtgärder har handlagts av AB Familjebostäder.

Datorberäkningar av nyttiggjord solenergi vid olika systemlösningar har huvudsakligen utförts av civilingenjör Per Isaksson vid Institutionen för Byggnadsteknik, KTH.

Under projektets gång har erfarenheter insamlats från befintliga solvärmeanläggningar genom intervjuer och studiebesök. Bl a har en studieresa företagits till en av danska Handelsministeriets solvärmeanläggningar för tappvarmvatten, som är installerad i ett flerbostadshus i Köpenhamn. I bilaga 1 redovisas jämförande data för denna anläggning samt erfarenheter från byggskedet och ett halvårs drift.





## 2 SAMMANFATTNING

I denna utredningsetapp, som är en direkt fortsättning på den förstudie som redovisas i BFR-rapport R7:1979, har alternativa utföranden av en solvärmeanläggning för experimenthuset undersökts. Det har härvid visat sig möjligt att sänka investeringskostnaden för en anläggning med takplacerade solfångare med ca 70.000 kr jämfört med ursprungsförslaget som byggde på standardlösningar. Kostnadsreduktionen beror huvudsakligen på ett till objektet bättre anpassat byggnadstekniskt utförande. Den nya konstruktionen innebär bl a att befintliga tegelpannor avlägsnas och ersätts med tätskikt av papp under solfångarna till skillnad från huvudförslaget där tegeltaket bibehålls. Solfångarmontaget blir därvid ca 40.000 kr billigare. Genom att ställa något lägre krav på kommunikationsvägarna till yttertaget från trapphuset har ytterligare ca 10.000 kr inbesparats. Övriga kostnadsreduktioner avser ändrade detaljutföranden av installationer och byggnadselement.

Placering av solfångare på byggnadens sydostgavel, som saknar fönster, har visat sig vara ett möjligt alternativ. Detta ger en lägre investeringskostnad än takalternativet men den årliga tillgodogjorda solenergin blir mindre till följd av det vertikala montaget och skuggor från omgivande byggnader. Dessutom är denna lösning mindre tilltalande från estetisk synpunkt och medför vidare risk för åverkan. För byggnader som ej är möjliga att förse med takplacerade solfångare kan dock gavelplacering vara ett intressant alternativ.

Även markplacerade solfångare har studerats. Detta alternativ har dock visat sig vara svårt att praktiskt tillämpa för experimenthuset p g a ogynnsamma terrängförhållanden och skuggning från omgivande byggnader och träd. Även vid ideala placeringsmöjligheter för solfångarna medför detta alternativ högre kostnader per inbesparad kWh än takalternativet.

Utredningen visar att takplacerade solfångare är det fördelaktigaste av de studerade alternativen. En sådan lösning ger även de bästa tillämpningsmöjligheterna i befintliga flerbostadshus.

Även alternativa utföranden av solvärmesystemet har studerats. Utredningen visar sålunda att ett luftburet solvärmesystem ger ungefär samma energibesparing som ett vattenburet system. Investeringskostnaderna blir dock något högre varför vattenburen solvärme bedöms vara gynnsammare för den aktuella anläggningen. Andra utföranden såsom en platsbyggd ackumulatortank för hela lagringsvolymen, ändrad reglerutrustning m m har visat sig ge marginella kostnadsbesparingar. Då de även medför vissa praktiska problem har det ej varit motiverat att välja dessa lösningar.

Genom att installera ett gemensamt dräneringskäril i källaren i stället för sex standardkäril på vinden har översvämning- och frysriskerna undvikits i det nya förslaget. Pumpinstallationen blir dock mer komplicerad men totalkostnaden för dräneringsystemet blir ungefär lika stor som i ursprungs-

förslaget.

Energibesparingen beräknas bli ca 40 % av värmebehovet för tappvarmvattnet. Detta ger en årlig energibesparing på ca 20.000 kWh. Totala investeringskostnaden för anläggningen uppskattas till ca 260.000 kronor (1979 års prisnivå, exkl projekterings-, ränte- och byggherrekostnader). Kostnaderna är baserade på de priser och utföranden som gäller för på den svenska marknaden idag tillgängliga komponenter.

På basis av resultaten från denna förstudie rekommenderar projektgruppen att projektet fortsätts med installation av solvärmeanläggningen och efterföljande provnings- och utvärderingsarbete.

### 3 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

#### 3.1 Solvärmeanläggning enligt ursprungligt förslag

Ursprungsförslaget innebär att 60 m<sup>2</sup> plana solfångare monteras på byggnadens sydvästorienterade takyta över befintligt tegeltak och förankras i takreglarna. Vid bärjärnen ersätts takpannorna med plåtgenomföringar. Solfångarna utförs självdränerande med 6 st dräneringskärl placerade på vinden. På byggnadens nordostfasad monteras rörledningar som förbinder solfångarna med 3 st förtillverkade värmeackumulatörer i källarvåningen. För att undvika frysning i dräneringskärl och utvändiga rörledningar inblandas 20 % radiatorglykol i systemet. Se vidare BFR-rapport R7:1979 där även experimenthuset beskrivs samt figur 3.1 nedan.



Figur 3.1. Experimenthuset sett från söder.

#### 3.2 Alternativa utföranden

För att sänka investeringskostnaderna per inbesparad kWh för ovan beskriven solvärmeanläggning, studeras i första hand alternativa lösningar för infästning och installation av solfångarna på yttertak samt principutförandet för värmeackumuleringen.

Som alternativ till takplaceringen undersöks även annan möjlig placering av solfångarna. Byggnadens sydostgavel är härvid ett tänkbart alternativ liksom fristående markplacerade solfångare.

### 3.3 Beräkningsförutsättningar

Nedan redovisas de energimängder som motsvarar experimenthusets tappvarmvattenförbrukning. Dessa inkluderar värmeförluster från tappvarmvattensystemet.

januari-maj, september-december	12,6 kWh/dygn,lgh
juni	9,7 kWh/dygn,lgh
juli, augusti	8,4 kWh/dygn,lgh

Datorberäkningar av nyttiggjord solenergi vid vattenburet solvärmesystem har genomförts vid Institutionen för Byggnadsteknik, KTH. Härvid har dataprogrammet TRNSYS nyttjats, som utvecklats vid University of Wisconsin, USA. Till grund för dessa beräkningar ligger meteorologiska uppgifter beträffande temperatur och solinstrålning timme för timme avseende år 1971, som till stor del kan anses gälla som ett normalår.

Kompletterande beräkningar för vattenburen solvärme har utförts av Tekno Term Systems AB.

Nyttiggjord solenergi vid luftburet system har beräknats av Solaron Corporation, USA.

Resultatet av beräkningarna har bearbetats varvid bl a hänsyn tagits till att snö och rimfrost i praktiken försämrar energiupptagningen vintertid.

## 4 SYSTEM- OCH KOMPONENTVAL

### 4.1 Systemval

Som alternativ till vattenburet system har möjligheterna studerats att installera ett solvärmesystem med luftkylda solfångare. Värmen transporteras härvid från solfångarna via ett kanalsystem till en luftvattenvärmeväxlare placerad på vinden. Värmeväxlaren ansluts via ett rörsystem till värmeackumulatorerna i källaren i enlighet med ursprungsförslaget med vattenburen värme.

En fördel med luftburet värmesystem är att frysriskerna kan elimineras om vatteninstallationen förläggs frostfritt. Detta kräver dock förläggning av luftkanaler på experimenthusets fasad i stället för rörledningar samt att luftvattenvärmeväxlaren placeras i källaren. En sådan kanalinstallation får yttermått ca 1000 x 500 mm, vilket är ogynnsammare från estetisk synpunkt än de mindre platskrävande rörledningarna.

En datorberäkning av ett luftburet system av denna typ med 60 m<sup>2</sup> solfångaryta pekar på att ca 40 % av det totala värmebehovet för tappvarmvatten kan täckas med solenergi. Detta innebär samma täckningsgrad som för ett vattenburet system varför systemen är likvärdiga från energisynpunkt.

Kostnadsuppskattningar visar att ett luftburet solvärmesystem medför något högre installationskostnader än ett vattenburet system.

Med hänsyn till ovanstående bedöms ett vattenburet system vara att föredra för här aktuell byggnad. Det ursprungliga systemutförandet bibehålls sålunda. Se figur 4.1.

### 4.2 Värmeackumulatorer

Med hänsyn till att alternativa lagringsmetoder för värme ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede är endast värmelagring i välisolerade vattentankar aktuellt för detta projekt.

Alternativa utföranden av värmeackumulatorerna har studerats i avsikt att finna mer optimala lösningar. Ett alternativ är därvid att ersätta ursprungslösningens tre beredare av förrådstyp med vattenvärmare av genomströmningstyp där tappvarmvattnet cirkulerar genom värmebatterier medan värmeackumuleringen sker i solvärmevattnet. Detta har fördelen att beredarna blir billigare i utförande eftersom kopparmantling ejerfordras och driftrycket blir lägre. Kostnadsreduktionen blir totalt av storleksordningen 5.000 kr vid jämförelse med ursprungsförslaget. En nackdel med utförandet är dock att vatten-glykolblandningens volym ökar från ca 500 l till ca 3.500 l. Detta medför högre glykolkostnader samt problem vid en eventuell urtappning av systemet eftersom glykolblandningen ej får avtappas via spillvattennätet av miljöskäl.

Som alternativ till de tre fabriksbyggda enheterna, som valts med hänsyn till transportmöjligheterna in i värme-

centralen, har undersökts förutsättningarna för en platsbyggd värmeackumulator som rymmer hela vattenvolymen 3000 l. För att uppnå god temperaturskiktning kan tillförsel av solvärt vatten ske med hjälp av en flytande plastslang. Denna utlopp kommer alltid att befinna sig på motsvarande temperaturnivå i tanken till följd av densitetens temperaturberoende. Kostnaderna för en isolerad vattentank med kopparbatteri för varmvattnet samt med ytbeklädnad av plåt uppgår till ca 15.000 kr på plats. En sådan tank kan emellertid ej utsättas för högre vattentryck än ca 2 m vp varför solvärmevattnet måste avskiljas från vattenlagret med en värmeväxlare. En extra cirkulationspump krävs dessutom. Totalkostnaden för hela arrangemanget uppskattas till drygt 20.000 kr. Jämfört med ursprungsförslaget erhålls således en kostnadsbesparing på drygt 5.000 kr. Denna kostnadsreduktion bedöms ej uppväga nackdelarna med den sämre totalverkningsgraden till följd av den extra värmeväxlingen.

Som tidigare berörts i rapport R7:1979 ökar den årliga tillgodogjorda solenergin några procent om ytterligare en värmeväxlare installeras för eftervärmning av tappvarmvattnet med pannvatten i stället för att som i huvudförslaget blanda in pannvärt tappvarmvatten. Detta bekräftas också av en datorberäkning. Med hänsyn till att installationskostnaden för en pannvattenvärmd beredare uppgår till ca 11.000 kr bedöms dock denna ändring ej vara motiverad.

Ytterligare ett alternativ till inkopplingen av de tre värmeackumulatorerna har studerats. Tappvarmvattnet inkopplas då endast till två av ackumulatorerna. Den varmaste ackumulatorn nyttjas endast för värmelagring. Solvärmevattnet passerar alltid denna beredare där antingen värme lagras eller upptas för vidaretransport till de båda andra enheterna. Härvid ökar tappvattenflödet genom beredarna varma dagar vilket höjer solfångarnas verkningsgrad. Förhållandet blir dock det motsatta under större delen av året till följd av systemlösningen med inblandning av pannvärt tappvarmvatten varför täckningsgraden minskar med några procent med denna lösning enligt genomförda datorberäkningar. Således bibehålls ursprungsförslaget.

Alternativ reglerutrustning för styrning av solvärmevattnet mellan de tre enheterna har vidare undersökts. Möjligheter finns härvid att ersätta reglercentralerna och dess temperaturgivare med termostater som är direktverkande på styrventilerna. Kostnadsreduktionen blir emellertid marginell och den föreslagna installationen bedöms driftsäkrare varför någon ändring ej är motiverad.

Resultatet av undersökningen beträffande alternativa utföranden av värmeackumuleringen visar sålunda att det ej är motiverat att frågå den ursprungliga lösningen.

#### 4.3 Dräneringskärll

Enligt huvudalternativet skall dräneringskärll installeras. Fördelen med dränerade system i allmänhet är att risken för frysning eller kokning elimineras och att energiupptagningen ökar något. I den aktuella anläggningen elimineras dock ej frysriskens på grund av vindsplacerade kärll och rörledningar på fasad. Vidare bedöms risken för vattenskador vid läckage från dräneringskärllerna ganska stor. Dessa aspekter har medfört att en modifierad lösning av dräneringssystemet valts enligt följande:

De vindsplacerade dräneringskärllerna ersätts med ett centralt dräneringskärll som placeras i källaren, ovan ackumulerings-tankarnas nivå. Som dräneringskärll väljs ett hydroforkärll med volymen 300 l och försett med säkerhetsventil. En nackdel med denna lösning är dock att uppföringshöjden vid fyllning av solfångarna ökar med ca 12 m vp, vilket innebär att det krävs en extra pumpeffekt på ca 0,5 kW under varje startperiod, som omfattar ca 5 min. För att minska energiförbrukningen installeras därför två pumpar varav den ena endast nyttjas under uppföringsperioden. Se flödesschemat figur 4.1.

#### 4.4 Frysskydd

För att undvika skador genom frysning i eventuella lågpunkter inblandas 5 % radiatörglykol i systemet.

#### 4.5 Funktion

Figur 4.1 visar flödesschemat för den föreslagna anläggningen. Funktionen är följande:

Då temperaturen på solvärmevattnet som lämnar den sista ackumulatören, understiger temperaturen vid solfångarnas utlopp med 5°C startar cirkulationspumpen P1-VP1 och uppföringspumpen P2-VP1. Härvid trycks vatten upp i solfångarna och systemets vätska cirkulerar.

En givare känner nivån i dräneringskärll och stoppar P2-VP1 och öppnar magnetventilen SV1:3-VP1 i förbigångsledningen då nivån sjunker till driftläget. Därefter är således endast P1-VP1 i drift varvid pumparnas elenergiförbrukning reduceras till för cirkulationen erforderligt värde.

Om vattentemperaturen efter solfångarna sjunker under temperaturen efter sista ackumulatören stoppas även pump P1-VP1 och solfångarnas vatten återförs till dräneringskärll. Förloppet styrs av en reglercentral. Temperaturerna avkänns med temperaturgivare vid den sista ackumulatören och solfångarnas utlopp.

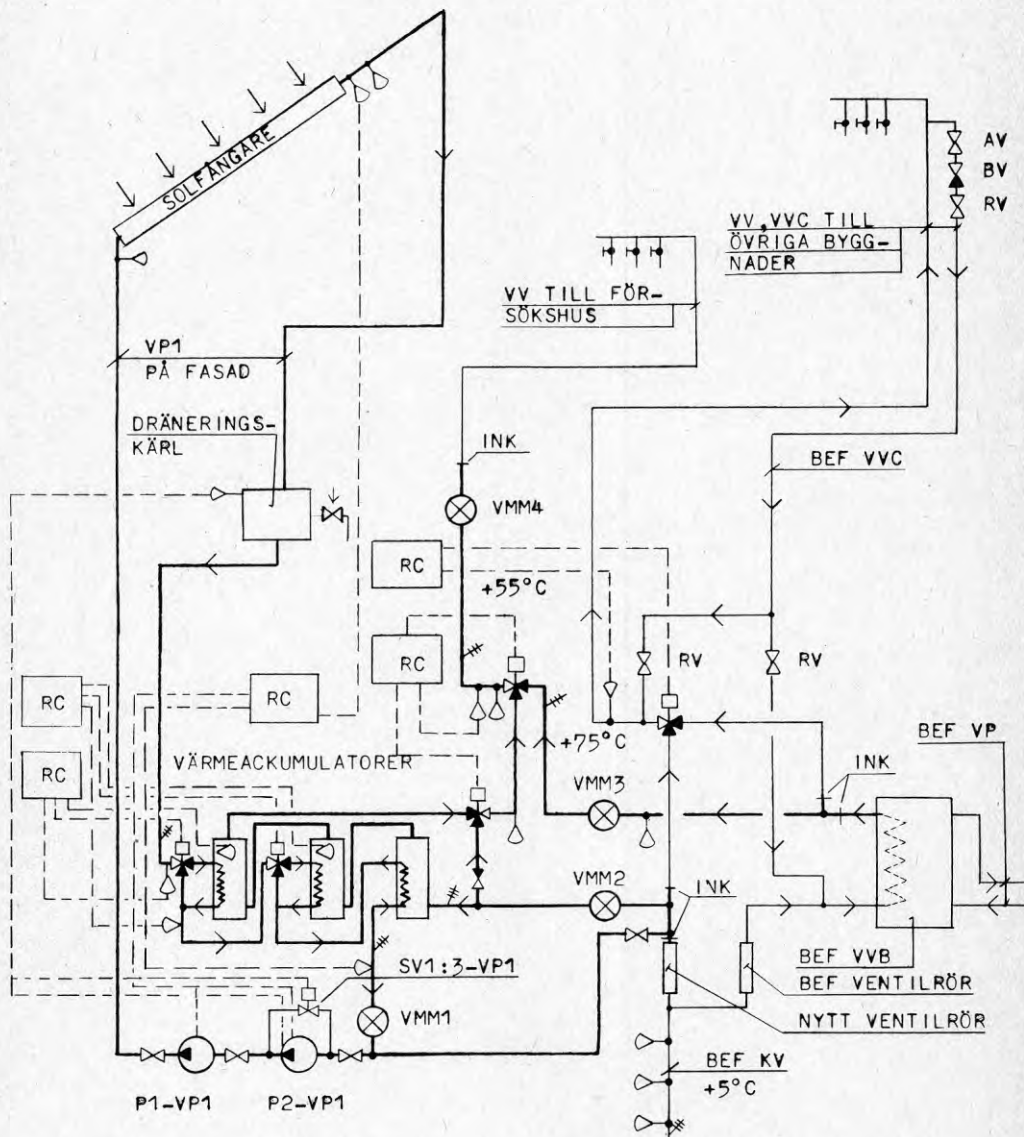
För att tillräckligt varmt tappvarmvatten, +55°C, skall finnas tillgängligt under så lång tid som möjligt shuntas solvärmevattnet förbi den första eller de två första ackumulatörerna om temperaturen i dessa är högre än i solvärmevattnet. Härvid undviks värmetransport från en ackumulator

till en annan. Förloppen styrs av reglercentraler som on-off-reglerar 3-vägs motorventiler. Temperaturgivare i ackumulatorer och solvärmeledning avkänner temperaturerna.

Om tappvarmvattentemperaturerna är högre än +55°C efter värmeackumulatorerna inblandas tappkallvatten i en 3-vägs motorventil som styrs av en reglercentral. Temperaturen efter blandningen avkänns med en temperaturgivare.

Om tappvarmvattentemperaturen efter ackumulatorerna understiger +55°C erfordras tillskottsvärme. Detta sker genom inblandning av pannvärt tappvarmvatten i en 3-vägs motorventil som styrs av en reglercentral. Temperaturen efter blandningen avkänns med en temperaturgivare.





Figur 4.1. Flödesschema för solvärmeanläggningen.



## 5 SOLFÅNGARE PÅ YTTERTAK

### 5.1 Installationer

På experimenthusets takhalva mot sydväst monteras 60 m<sup>2</sup> solfångare. Lutningen överensstämmer med taklutningen 19°. Solfångarna är oskuggade. Anläggningen utförs i enlighet med flödesschemat, figur 4.1 och system- och komponentval, kapitel 4.

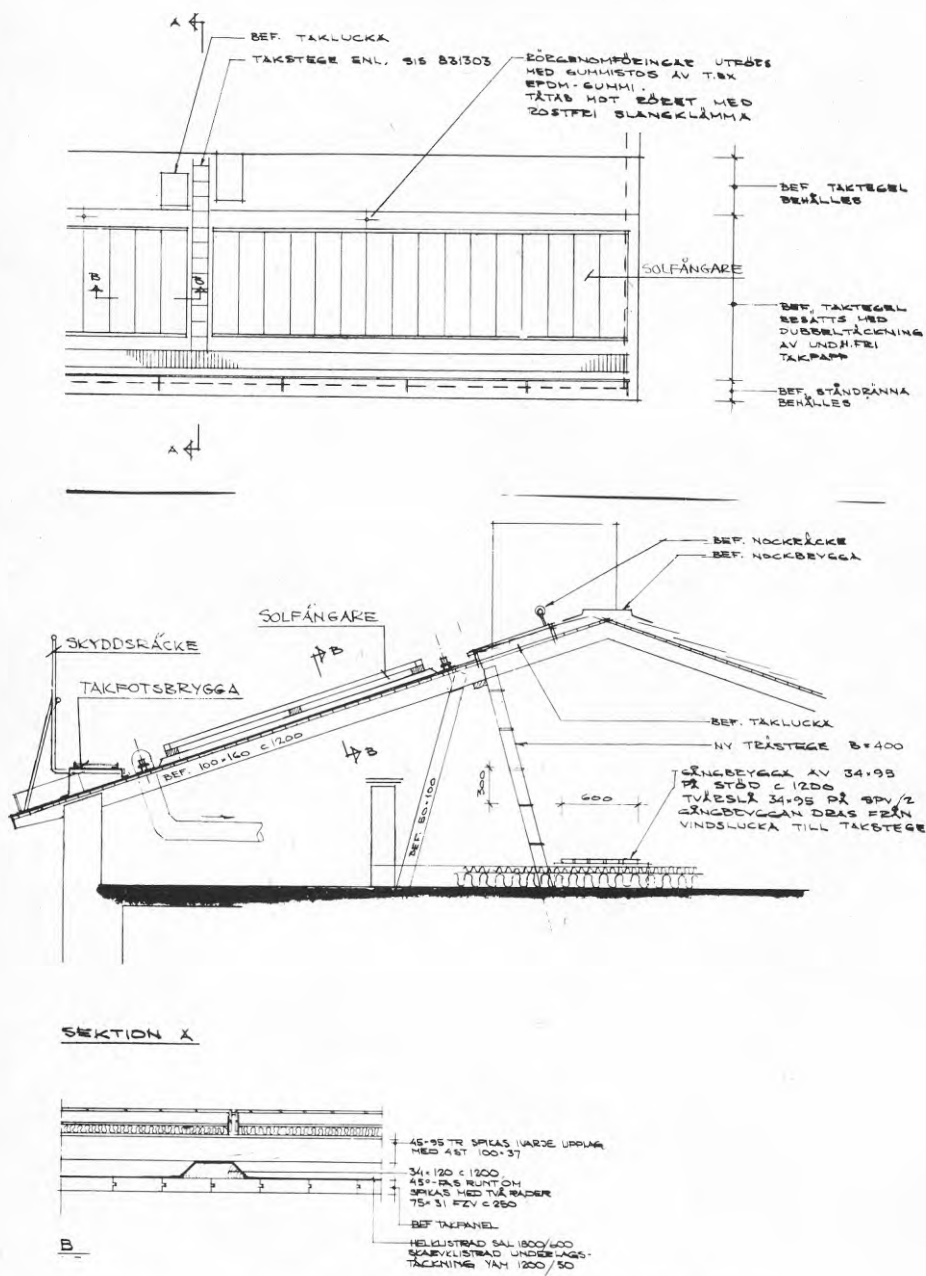
### 5.2 Byggnadstekniska åtgärder

Experimenthuset har ett sadeltak med taklutningen 19°. På takstolarna ligger en 22 mm underlagstäckt råspont. Ytbeklägningen är rött taktegel med plåtklädd takfot och ständerännen. Längs nocken löper en långsgående nockbrygga och ett nockräcke. Vindsutrymmet har en fri gånghöjd på ungefär 1,70 vid nock.

Enligt ursprungsförslaget blir antalet genomföringar stort då montering sker ovanpå befintligt tegeltak. Dessutom medför denna placering höga kostnader och ökad läckagerisk samt svårigheter att justera eller komplettera tegelpannor som eventuellt behöver åtgärdas under solfångarytan. Ett sådant montagesätt innebär vidare att tegelpannorna sannolikt först behöver demonteras på en stor del av takytan under solfångarmontaget för att sedan åter monteras.

En målsättning har därför varit att nedbringa antalet genomföringar. Detta kan t ex ske genom att placera solfångarna på ett galvaniserat metallstativ av RHS-profiler, vilket emellertid ger ogynnsamt stor koncentration av laster till upplagspunkterna. Dessutom har man fortfarande kvar samma problem som i ursprungsförslaget när det gäller hanteringen av tegelpannor och tätheten i takgenomföringarna. Som alternativ till detta förslag har även studerats möjligheterna att försänka solfångarna i tegeltaket. Detta förfaringssätt som kanske är det utseendemässigt bästa, innebär dock att man i skarven mellan solfångarna och angränsande tegeltak måste montera en vattentät plåtbeslagning samt täta mellan de enskilda solfångarna. Vid den låga taklutningen 19° erfordras emellertid en mycket bred anslutningsplåt på översidan för att få erforderligt fall. Även inspektion av de enskilda solfångarna försvåras genom tätningsanordningarna.

Det slutliga alternativet innebär att takteglet demonteras från takfot upp till solfångarytans överkant på den del av takytan som förses med solfångare. Som tätskikt väljs här plåt eller papp. Se figur 5.1.



Figur 5.1. Solfångarmontage på takhalva mot sydväst.

Plåtalternativet är dyrare än papp och ger något mer komplicerade tätningsdetaljer vid genomföringar och infästningar, men på ett befintligt hus med plåttak, utgör detta normalt ett lämpligt underlag för montage. I det aktuella fallet är det däremot fördelaktigast att ersätta takteglet med underhållsfri takpapp. Solfångarna monteras härvid ca 50 mm från takytan så att regnvatten kan passera fritt under. Som distans för regnvattenpassagen och för infästning av montage-reglar, spikas fasade distansreglar c/c 1200 mm i takfallets riktning direkt i råsponten. Det från vattentätningssynpunkt bästa alternativet är att placera reglarna under takpappen. Alla infästningar och genomföringar kan då göras genom en högpunkt. Ett något billigare alternativ vore att spika tryckimpregnerade reglar i asfalt ovanpå takpappen. Reglarna kan dock slå sig och därvid bitvis släppa från den tätande asfalten, varefter vatten kan tränga in till spikhålen och vidare genom taket, varför detta utförande är sämre.

Eftersom takytan ej är synlig från nära håll, kan man inbespara kostnaden för utseendemässiga garneringsplåtar runt kanterna. Tätning mellan enskilda solfångare är ej heller nödvändig. Vissa distansreglar dras lämpligen ut framför solfångarkanten som upplag och infästningspunkt för rörledningarna. Vattentäta rör genomföringar utförs med gummi-manschetter som asfalteras in i pappskikten och tätas mot röret med rostfri slangklämma.

Arbetet med takkonstruktionen kan lämpligen utföras i följande moment:

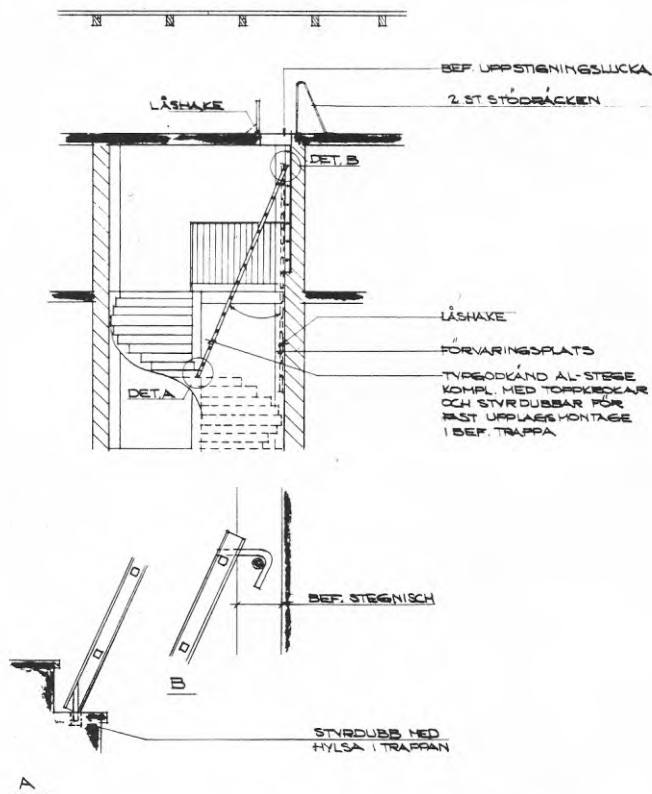
- 1) Takfotsbrygga med handledare (skyddsräcke) monteras. Härvid tillses att infästningspunkterna ej placeras i ståndrännans dal.
- 2) Befintligt taktegel med läkt och papp avlägsnas från takfoten och upp till nederkant på befintlig taklucka.
- 3) Fasade distansreglar spikas på flatan c/c 1200 mm i takfallets riktning. Vattentäta genomföringsmanschetter och rörinfästningar monteras och taket beläggs med dubbeltäckning med underhållsfri takpapp.
- 4) Solfångare med infästnings-, och stödreglar monteras ovanpå de pappklädda distansreglarna. Endast sådan plåtbeslagning monteras som direkt har med solfångarens funktion eller skydd att göra. Regnvatten från takets övre del tillåts passera under solfångarna.

### 5.3 Skyddsanordningar

För service och inspektion av anläggningen finns en befintlig nockbrygga och ett befintligt nockräcke. Vid takfoten monteras en ny längsgående takbrygga med handledare vilken enligt ovan även kan fungera som skyddsräcke under byggnadstiden. Mellan takluckan och takfotsbryggan monteras takstege. Den befintliga ståndrännan bibehålls varför viss anpassning får göras av infästningar för räcke och brygga. Se figur 5.1.

## 5.4 Kommunikationsvägar

I trapphuset placeras en flyttbar aluminiumstege för uppstigning på vinden. Se figur 5.2. Stegen anordnas så att den får erforderlig stadga. Outnyttjad förvaras stegen låst på trapphusväggen. Befintlig vindslucka bibehålls men kompletteras med låshake för öppet läge. Framför luckan placeras två stadiga grabbräcken för att underlätta uppstigning till vinden. På vinden monteras landgångar dels mellan vinds- och takluckor, dels fram till mätutrustning och reglerventiler. En ny stadig trapptege monterats till takluckan.

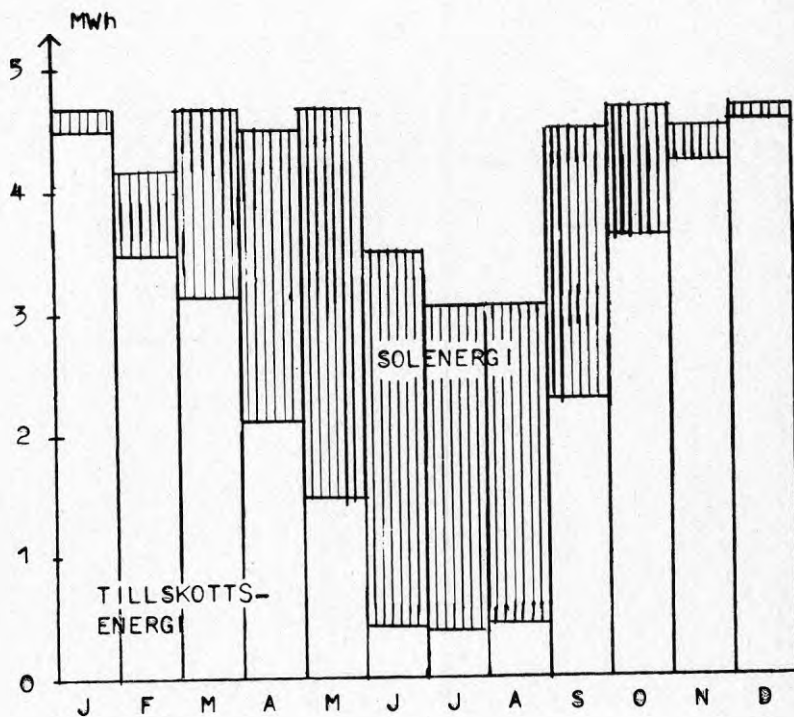


Figur 5.2. Uppstigningsanordning från trapphus till vind. Nyttjas som kommunikationsväg till takmonterade solfångare.

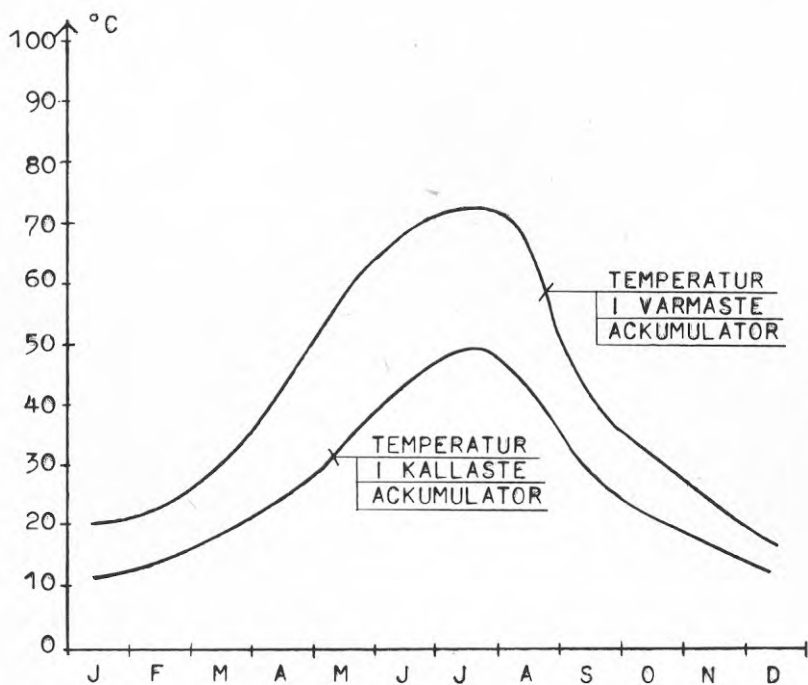
### 5.5 Beräknad energibesparing

Datorberäkningar baserade på solfångare av fabrikat Tekno Term, typ Sun Unit, visar att ca 20.000 kWh solenergi årligen kan tillgodogöras. Detta motsvarar ca 40 % av det årliga värmebehovet för tappvarmvatten (50.000 kWh).

I figur 5.3 har uppritats solvärmens andel av totala energibehovet för tappvarmvatten under året. Figur 5.4 visar resultatet av en beräkning av temperaturvariationen under året i den varmaste respektive kallaste ackumulatorn.



Figur 5.3. Solvärmens andel av totala energibehovet för varmvatten under året. Takalternativet.



Figur 5.4. Temperaturvariation i den varmaste och kallaste ackumulatorn under året. Takalternativet.

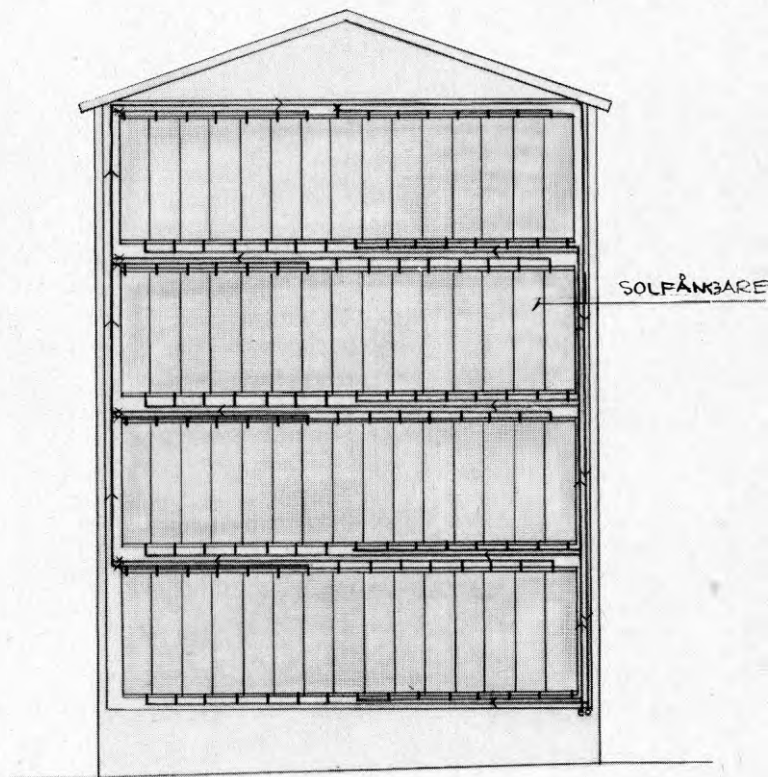


## 6 SOLFÅNGARE PÅ GAVELFASAD

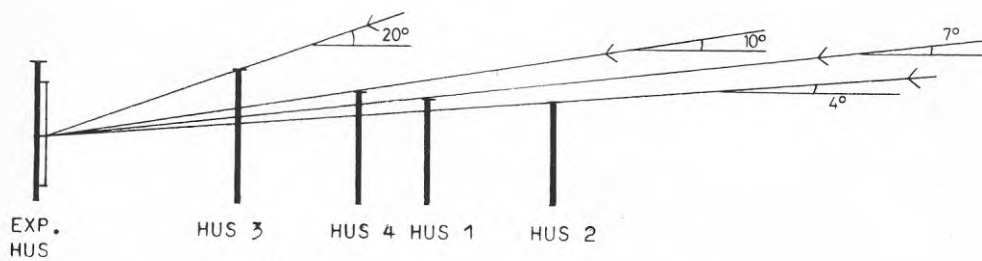
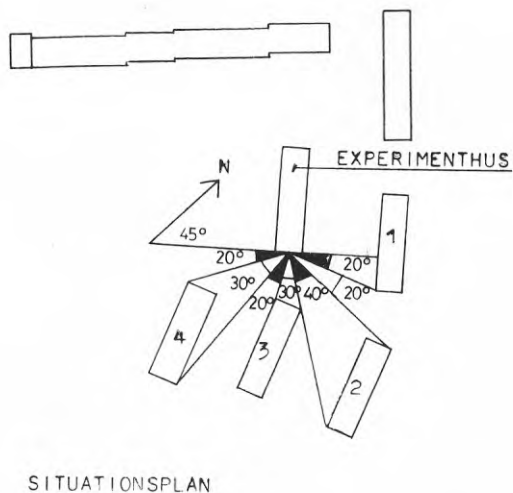
## 6.1 Installationer

På experimenthusets sydostgavel monteras solfångare enligt figur 6.1. Som framgår av figuren sammankopplas solfångar-elementen gruppvis. Varje grupp förses med strypventil. Den disponibla ytan rymmer 60 m<sup>2</sup> solfångare, vilket är samma yta som i takalternativet. Anläggningen utförs i övrigt enligt flödesschemat, figur 4.1.

Solfångarna är delvis skuggade av omgivande byggnader och träd. Ett större och ett par mindre träd förutsätts fällas varvid endast byggnaderna skuggar solfångarna. Skuggningens omfattning framgår av figur 6.2 och 6.3 där de skuggande byggnaderna betecknas 1-4.



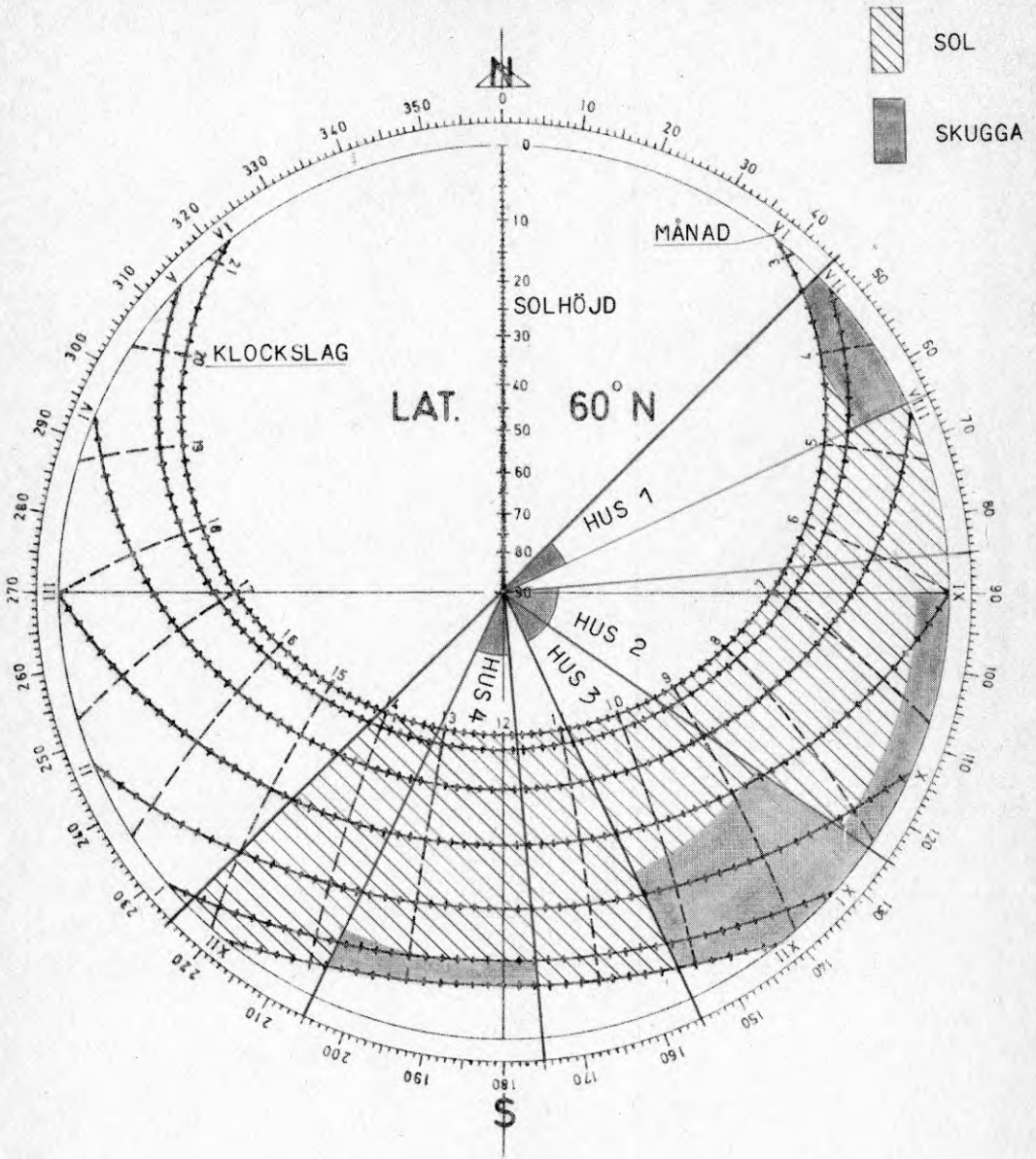
Figur 6.1. Solfångarinstallation på sydostgavel.



Exempel:  
 Halva solfångarytan skuggas av hus 3 vid  
 solhöjd  $\leq 20^\circ$ .  
 Solhöjd vid olika tidpunkter framgår av  
 figur 6.3.

NIVÅER

Figur 6.2. Skuggning av solfångare. Gavelalternativet.



Figur 6.3. Sol-skugga-nomogram. Gavelalternativet.

## 6.2 Byggnadstekniska åtgärder

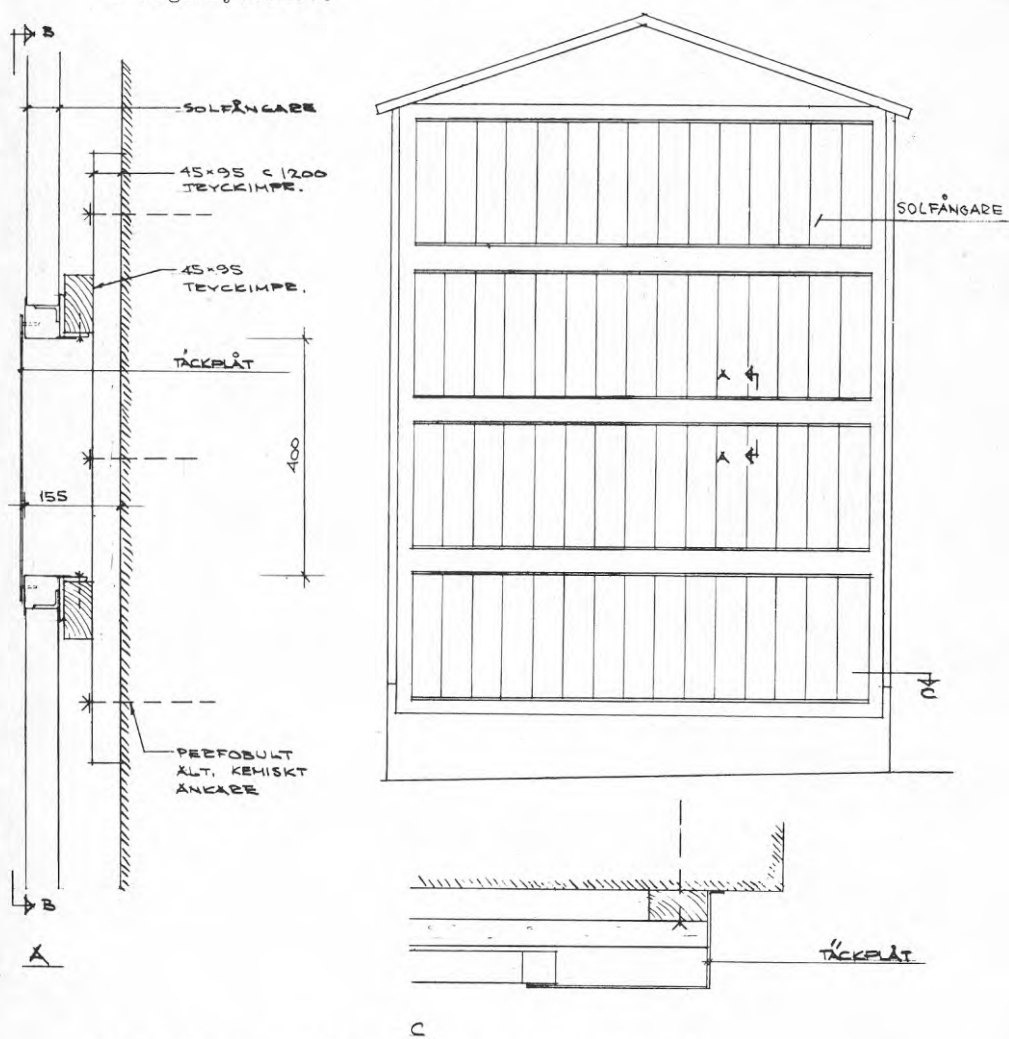
Den befintliga väggen består av murat tegel med en slät målad fasadputs.

Som infästning för solfångarna monteras ett intermittert vertikalt regelsystem. Upplagsreglarna skall vara tryckimpregnerade och fästa till väggen med perfobult eller kemiskt ankare. Se figur 6.4.

Solfångarnas montagelister skruvas till upplagsreglarna med varmförzinkad skruv.

Solfångarna placeras i horisontella rader med vertikala avstånd för rörmontage.

Mellan solfångarraderna och runt kanterna monteras garneringsplåtar som täcker in all rördragning. Plåtarna fästs i regelsystemet.



Figur 6.4. Solfångarmontage på sydostgavel.

### 6.3 Service

Service och liknande arbeten sker enklast från skylift eller rullställning.

### 6.4 Skydd mot åverkan

Som skydd mot mekanisk åverkan på de nedre kollektorerna monteras ett påkörningsskydd ca 75 cm från fasaden. Skyddet skall vara så utformat att det ej blir sittvänligt eller attraktivt som uppehållsplats. Alternativt kan lågväxande buskar planteras som skydd.

### 6.5 Beräknad energibesparing

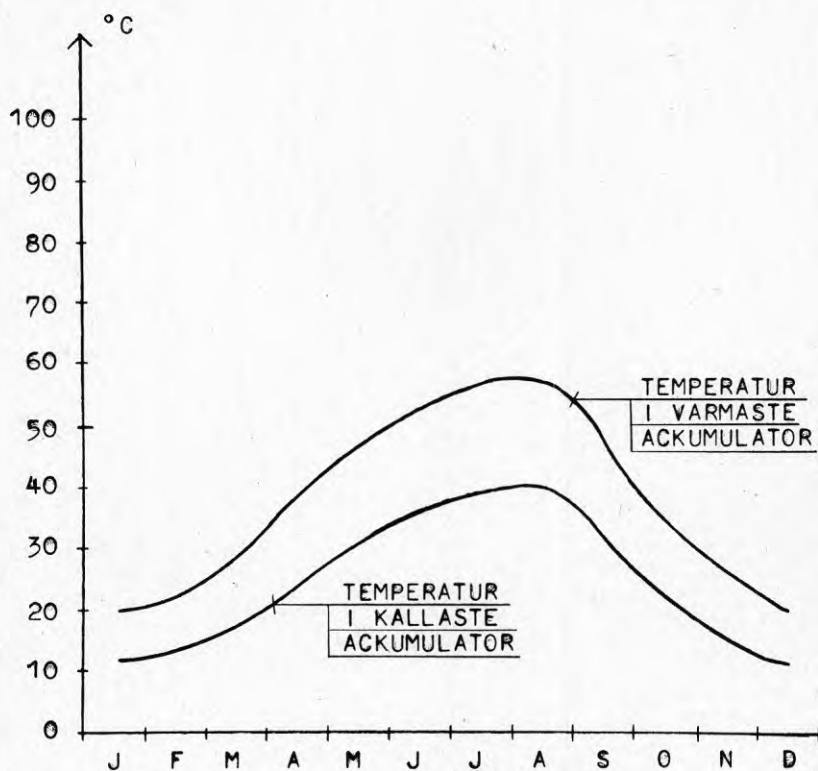
Datorberäkningar baserade på solfångare av fabrikat Tekno Term, typ Sun Unit, visar att ca 16.000 kWh solenergi årligen kan tillgodogöras. Härvid har hänsyn tagits till skuggningens inverkan. Detta motsvarar ca 32 % av det årliga värmebehovet för tappvarmvatten (50.000 kWh).

En datorberäkning har även genomförts för det fall att solfångarna är anslutna till fyra seriekopplade grupper där solvärmevattnet shuntas förbi sådana solfångare som för tillfället ej ger något energitillskott. Gruppindelningen motsvarar höjdläget på fasaden, se figur 6.1. Regleringen innebär att onödig kylning av solvärmevattnet undviks i skuggade solfångare. Beräkningar visar emellertid att den ökade solenergiupptagningen blir högst marginell.

I figur 6.5 har uppritats solvärmens andel av totala energibehovet för tappvarmvatten under året. Figur 6.6 visar resultatet av en beräkning av temperaturvariationen under året i den varmaste respektive kallaste ackumulatorn.

Beräkningsunderlag för skuggornas inverkan på energiupptagningen har varit fyra sol-skugg-nomogram (se figur 6.3) som gäller för respektive solfångargrupp.





Figur 6.6. Temperaturvariation i den varmaste och kallaste ackumulatörn under året. Gavelalternativet.





## 7 SOLFÅNGARE PÅ MARK

### 7.1 Installationer

Som alternativ till tak- och gavelplacerade solfångare har fristående markmontage undersökts.

Den med hänsyn till varmvattenförbrukningen optimala solfångarytan är enligt R7:1979 ca 90 m<sup>2</sup>. Solfångare med denna yta antas monterade fritt från skuggor framför experimenthusets sydvästfasad. Solfångarna har lutningen 40° mot horisontalplanet och är riktade mot söder. De ansluts till dräneringskärll och ackumulator i värmecentralen via en ca 20 m lång markkulvert. Systemet överensstämmer i övrigt med flödesschemat, figur 4.1.

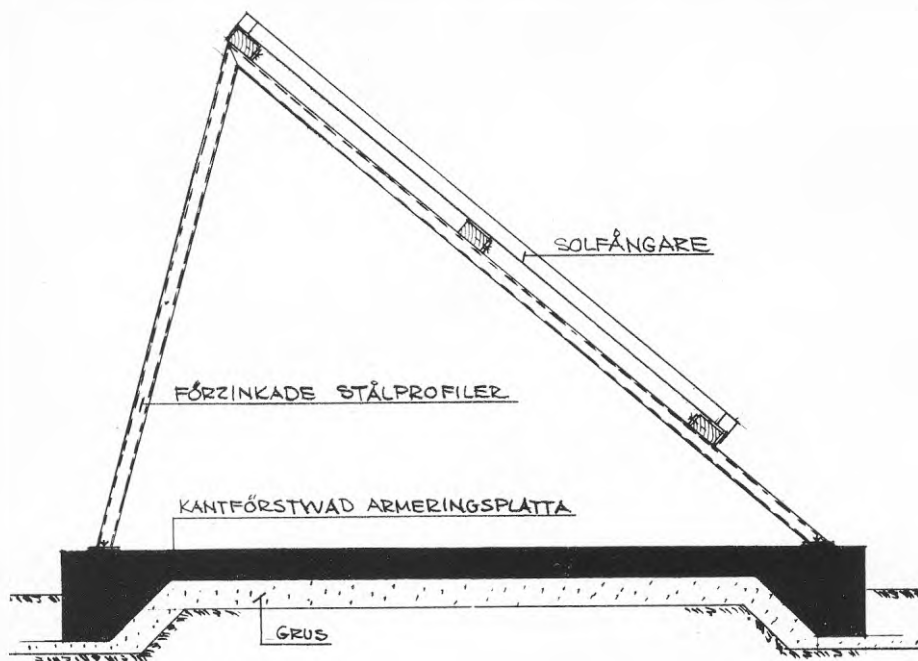
Markkulverten utgörs av en plaströrskulvert med två stålror isolerade med polyuretanskum. Kulverten monteras med fall mot byggnaden så att solfångarna kan dräneras med kärll i värmecentralen.

### 7.2 Byggnadstekniska åtgärder

Den disponibla markytan antas vara jämn och fri från berg samt ej tjälskjutande.

Vegetationstäcknet avlägsnas och en kantförstyvad armerad betongplatta gjuts på den avgrusade marken. I direkt anslutning till plattan utförs en kopplingsbrunn med anslutning till rörkulverten. På plattan monteras ett stativ av förzinkade RHS-profiler på vilka solfångarna monteras. Se figur 7.1.

Alternativt kan stålstativet monteras på betongplintar till fast eller tjälfri botten.



Figur 7.1. Solfångarmontage på mark.

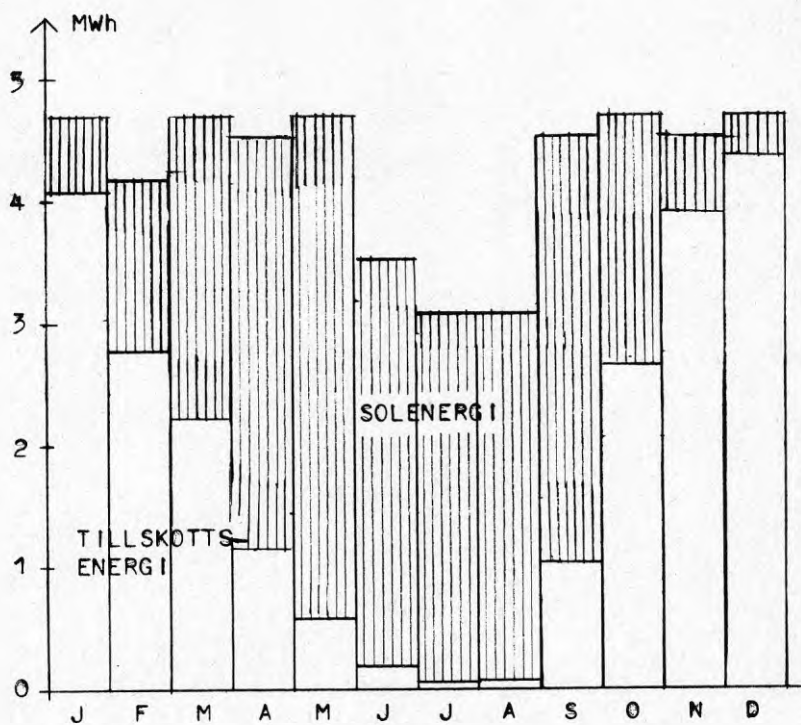
### 7.3 Skydd mot åverkan

Ett låsbart stängsel monteras runt anläggningen som skydd för åverkan och lek.

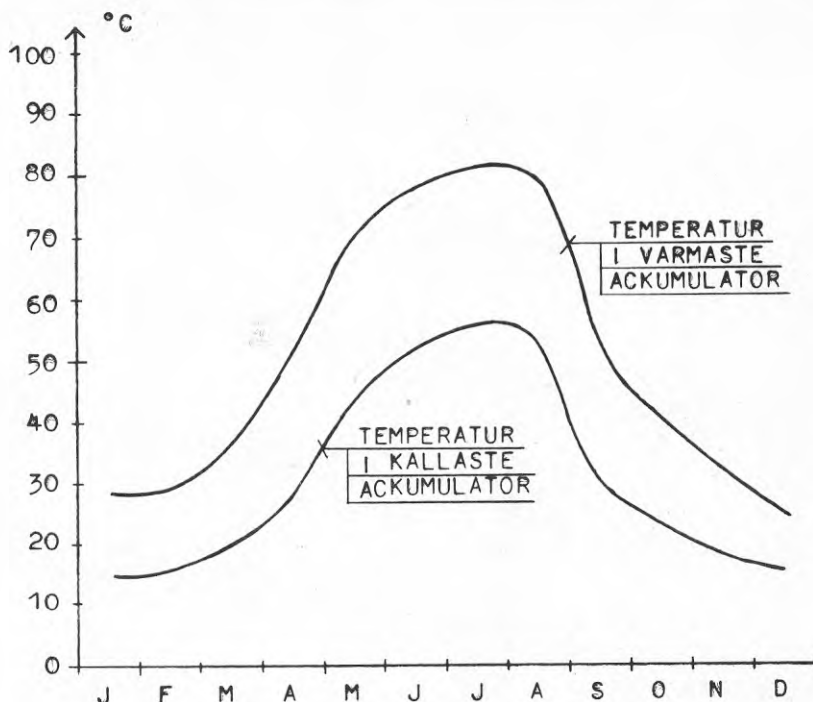
### 7.4 Beräknad energibesparing

Datorberäkningar baserade på solfångare av fabrikat Tekno Term, typ Sun Unit, visar att ca 28.000 kWh solenergi årligen kan tillgodogöras. Detta motsvarar ca 56 % av det årliga värmebehovet för tappvarmvatten (50.000 kWh).

I figur 7.2 har uppritats solvärmens andel av totala energibehovet för tappvarmvatten under året. Figur 7.3 visar resultatet av en beräkning av temperaturvariationen under året i den varmaste respektive kallaste ackumulatorn.



Figur 7.2. Solvärmens andel av totala energibehovet för varmvatten under året. Fristående solfångare med arean  $90 \text{ m}^2$ .



Figur 7.3. Temperaturvariationen i den varmaste och kallaste ackumulatorn under året. Fristående solfångare med arean 90 m<sup>2</sup>.

#### 7.5 Markalternativets tillämpbarhet

Det undersökta markalternativet för solfångarplacering är ett tänkt fall med ideala markförhållanden och utan skuggning. För experimenthuset är denna lösning svår att genomföra. Den bästa placeringen dvs framför sydvästfasaden medför nämligen att en stor parkyta måste tas i anspråk samt att stora ekar får fällas. Vidare är det omöjligt att få solvärmesystemet självdränerande mot värmecentralen till följd av markförhållandena. Dessutom krävs sprängning eftersom man har berg i dagen.

Med hänsyn till de speciella förutsättningar som markplacerade solfångare sålunda kräver är denna lösning sannolikt endast tillämpbart för ett mycket begränsat antal flerbostadshus i landet.

## 8 KOSTNADER

## 8.1 Allmänna förutsättningar

För de olika typlösningarna med tak-, gavel- och markplace-  
rade solfångare har investeringskostnaderna uppskattats.  
Totalkostnaderna anges inklusive moms men exklusive projekte-  
rings-, ränte- och byggherrekostnader.

Kostnadsläget är maj 1979.

Förutsättningarna är desamma som i BFR-rapport R7:1979  
varför direkta jämförelser kan göras.

## 8.2 Solfångare på yttertak

Installationskostnader

Solfångare (60 m <sup>2</sup> ) med tillbehör	48.000:-
Värmeackumulatörer	31.000:-
Dräneringskärl	2.000:-
Pumpar	6.000:-
Rörledningar med isolering, ventiler	35.000:-
Styrutrustning	14.000:-
Elinstallationer	9.000:-
Summa	145.000:-
Moms 11,43 %	17.000:-
Summa	162.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	24.000:-
Installationskostnader totalt	186.000:-

Byggkostnader

Håltagningar	4.000:-
Demontering av taktegel, utläggning av takpapp, montage av regler, plåtbeslag m m	14.000:-
Takbryggor, takstegar, räcken m m	11.000:-
Stege till lucka i trapphus m m	2.000:-
Målningsarbeten	3.000:-
Byggnadshissar	4.000:-
Övrigt (transporter, personalvagn, arbets- ledning m m)	22.000:-
Summa	60.000:-
Moms 11,43 %	7.000:-
Summa	67.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	10.000:-
Byggkostnader totalt	77.000:-
<u>Totalkostnad</u>	<u>263.000:-</u>

## 8.3 Solfångare på fasad

Installationskostnader

Solfångare (60 m <sup>2</sup> ) med tillbehör	48.000:-
Värmeackumulatorer	31.000:-
Dräneringskärl	2.000:-
Pumpar	6.000:-
Rörledningar med isolering, ventiler	35.000:-
Styrutrustning	14.000:-
Elinstallationer	9.000:-
Summa	145.000:-
Moms 11,43 %	17.000:-
Summa	162.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	24.000:-
Installationskostnader totalt	<u>186.000:-</u>

Byggkostnader

Håltagningar	2.000:-
Reglar, bultar m m för solfångarmontage	6.000:-
Profilerad plåt för inklädnad	7.000:-
Målningsarbeten	2.000:-
Byggnadsställning	3.000:-
Påkörningsskydd	2.000:-
Övrigt (transporter, personalvagn, arbetsledning m m)	14.000:-
Summa	36.000:-
Moms 11,43 %	4.000:-
Summa	40.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	6.000:-
Byggkostnader totalt	<u>46.000:-</u>
<u>Totalkostnad</u>	<u>232.000:-</u>

## 8.4 Markplacerade solfångare

Installationskostnader

Solfångare (90 m <sup>2</sup> ) med tillbehör	72.000:-
Värmeackumulatorer	31.000:-
Dräneringskärl	2.000:-
Pumpar	4.000:-
Rörledningar med isolering, ventiler	32.000:-
Markkulvert med rör	35.000:-
Styrutrustning	14.000:-
Elinstallationer	9.000:-
Summa	199.000:-
Moms 11,43 %	23.000:-
Summa	222.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	33.000:-
Installationskostnader totalt	<u>255.000:-</u>

<u>Byggkostnader</u>	
Håltagningar	2.000:-
Markarbeten	8.000:-
Fundament	17.000:-
Kulvertbrunn	2.000:-
Stålställning	23.000:-
Staket	13.000:-
Målningsarbeten	2.000:-
Övrigt (transporter, personalvagn, arbets- ledning m m)	25.000:-
Summa	<u>92.000:-</u>
Moms 11,43 %	<u>11.000:-</u>
Summa	103.000:-
Ändringar och kompletteringar 15 %	<u>15.000:-</u>
Byggkostnader totalt	<u>118.000:-</u>
<u>Totalkostnad</u>	<u>373.000:-</u>

Investeringskostnader har även uppskattats för markalternativet med endast 60 m<sup>2</sup> solfångaryta. Totalkostnaden blir i detta fall 316.000 kr fördelat på installationer 224.000 kr och byggnadsåtgärder 92.000 kr.





## 9 UTVÄRDERING AV ALTERNATIVEN

## 9.1 Jämförelse mellan alternativen

I nedanstående tabell sammanfattas resultatet av energi- och kostnadsberäkningarna. För att få en jämförelse beträffande lönsamheten för de olika alternativen har även investeringskostnader per årlig inbesparad kWh beräknats.

Alternativ	Nyttiggjord solenergi kWh/år	Täckningsgrad %	Investeringskostnad kr	kr/kWh
Takalternativet enl. R7:1979	20.000	40	330.000	16,5
Takalternativet (nya)	20.000	40	263.000	13,1
Gavelalternativet	16.000	32	232.000	14,5
Markalternativet med 90 m solfångare	28.000	56	373.000	13,3
Markalternativet med 60 m solfångare	23.000 <sup>x)</sup>	46 <sup>x)</sup>	316.000	13,7

x) uppskattning

## 9.2 Takalternativet

Som framgår av tabellen ovan ger samtliga nya alternativ lägre investeringskostnad per besparad kWh. Det nya takalternativet ger härvid den lägsta kostnaden, nämligen 13,1 kr/kWh. Det är även den från estetisk synpunkt mest tilltalande lösningen. Takplacerade solfångare bedöms sålunda vara det gynnsammaste av de studerade alternativen för flerbostadshus.

## 9.3 Gavelalternativet

Gavelalternativet ger den lägsta investeringskostnaden (232.000 kr) men energiutbytet är sämre än för övriga alternativ varför kostnaden per kWh blir högre än för dessa. Dessutom är denna lösning sämre från estetisk synpunkt än takalternativet. Vidare finns risk för åverkan vid gavelplacerade solfångare. Täckglaset kan krossas genom stenkastning o dyl. Detta kan medföra ökad driftkostnad för anläggningen. Byte av glas i en solfångare av fabrikat Tekno Term typ Sun Unit medför en kostnad på lägst ca 150 kr men kan bli avsevärt högre om sky-lift måste nyttjas eller om plåtinklädnaden måste demonteras.

Med hänsyn till detta och den högre investeringskostnaden per kWh bedöms takalternativet som klart gynnsammare än gavelalternativet.

#### 9.4 Markalternativet

Markalternativet medför den högsta absoluta investeringskostnaden. Fördelat på den nyttiggjorda solenergin kommer denna att ligga mellan tak- och gavelalternativets kostnader. Utförandet är ej tilltalande från estetisk synpunkt och medför liksom gavelalternativet risk för åverkan.

Det studerade alternativet med markplacerade solfångare är som framgår av kapitel 7, ett tänkt idealfall. Solfångarens yta, orientering och lutning är optimala. Skuggning förekommer ej. Terrängförhållandena är dessutom de gynnsammast tänkbara. För experimenthuset liksom för de allra flesta flerbostadshus är detta alternativ ej intressant p g a ogynnsamma terrängförhållanden och skuggning från omgivande byggnader. Det är sålunda endast vid "ideala" förutsättningar som markalternativet kan vara aktuellt.

#### 9.5 Kostnadsjämförelse mellan det ursprungliga och det nya takalternativet

Som framgår av tabellen i 9.1 är investeringskostnaden för det nya takalternativet ca 70.000 kr lägre än för det ursprungliga förslaget, som bygger på standardlösningar. Huvuddelen av kostnadsreduktionen, ca 40.000 kr, är en följd av det alternativa montaget av solfångarna på yttertakets genom bättre anpassning till den befintliga takkonstruktionen. Genom att de vindsplacerade dräneringskärnen har ersatts med ett kärl i källarvåningen har servicebehovet minskat på vinden. Kraven på kommunikationsvägar mellan trapphus och vind har därför kunnat sänkas, vilket medför en kostnadsreduktion på ca 10.000 kr. Restande ca 20.000 kr avser ändrade detaljutföranden av installations- och byggnadselement.

## 10 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Förstudien, etapp 2, har visat att en solvärmeanläggning med takplacerade solfångare är det gynnsammaste alternativet för experimenthuset. Med en sådan anläggning kan ca 40 % av det årliga energibehovet för tappvarmvatten täckas med solenergi. Investeringskostnaden uppgår till 260.000 kr, vilket motsvarar ca 13 kr per årlig inbesparad kWh.

Projektgruppen föreslår att solvärmeanläggningen installeras i experimenthuset så att projektet kan fortsätta med en praktisk utvärdering. Kostnaderna förutsätts härvid kunna täckas med lån och bidrag.

I en senare försöksperiod föreslås, som även framgår av BFR-rapport R7:1979, att hela bostadsområdets tappvarmvatten värms med den installerade solvärmeanläggningen. Detta ger lägre temperatur i solfångarna och därmed högre verkningsgrad, varför denna lösning bör ge bättre ekonomiskt utbyte för den aktuella anläggningen. Även en sådan systemlösning bedöms vara av allmänt intresse eftersom bostadsområden, med gemensam panncentral, är vanligt förekommande. Projektgruppen föreslår därför att en uppföljning även sker av denna systemlösning i form av mätningar i en fortsatt arbetsstapp.



## 11 LITTERATUR

1. Berndtsson L, Lindgren S. 1977  
Solvärmesystem för tappvarmvatten. R75:1977.  
Statens Råd för Byggnadsforskning. Stockholm.  
(84 s).
2. Berndtsson L, Lindgren S. 1979  
Solvärmesystem för tappvarmvatten.  
Förstudie till experimentbygge, R7:1979.  
Statens Råd för Byggnadsforskning. Stockholm.  
(30 s).
3. Teknologisk Institut, Varmeteknik. 1978  
Solvarme. Vejledning i projektering og udførelse  
af anlæg.  
Teknologisk Instituts Forlag.  
(414 s).



## BILAGA 1. Reserapport

Objekt: Flerbostadshus med solvärmeanläggning för tappvarmvatten i Brøndby, Köpenhamn.  
Danska Handelsministeriets försöksanläggning.

Tid: 1979-06-21

Deltagare: Lars Holmberg, Tyréns Företagsgrupp AB  
Sten Olsson, AB Familjebostäder  
Lennart Berndtsson, Wahlings Installations-  
utveckling AB

Ciceron: Torkild Vest Hansen, Teknologisk Institut,  
Köpenhamn.

Allmänt om projektet

Den besökta solvärmeanläggningen, som varit i drift ett halvår, finns ännu ej redovisad i någon publikation. Mätningar pågår och någon utvärdering har ännu ej gjorts.

Handläggare för projektet är ingenjör Torkild Vest Hansen, Varmeteknik, Teknologisk Institut i Köpenhamn.

Data om byggnaden samt värme- och tappvarmvattenanläggningen

Byggnad: Bostadshus med 18 lägenheter i tre våningsplan samt källare och vindsvåning.

Vinden är försedd med sadeltak med lutningen 40°. Takbeklädnaden utgörs av tegelpannor.

Våningsväggarna är tegelmurade medan källarvåningen är platsgjuten.

Byggnaden uppfördes 1947.

Hyresgäster: Lägenheterna bebos i stor utsträckning av äldre personer. Antal boende per lägenhet är i de flesta fall 1-2 st.

Tappvarmvattenförbrukning: Mätningar av tappvarmvattenförbrukningen pågår i byggnaden. Tillförlitligt underlag saknades vid dimensioneringen. Förbrukningen har uppskattats till ca 150 l/lgh,dygn. Enligt dansk erfarenhet är förbrukningen i ett 4-personers hushåll ca 250 l/lgh,dygn.

Förbrukningen är, på grund av bortovaro, lägre under juni-augusti. Dessa månader har ungefär lika stor förbrukning.

Vattentemperaturer: Kallvattnets temperatur är i genomsnitt +10°C medan tappvarmvattnets temperatur är +50°C.

Värmeanläggning: Byggnaden innehåller en värmecentral, som även betjänar två likadana närliggande byggnader.

Värmeanläggningen är numera ansluten till ett fjärrvärmenät. Tidigare nyttjades oljeeldade värme pannor.

Byggnaden har en invändig skorsten som togs ur bruk vid fjärrvärmeinkopplingen.

Tappvarmvattenanläggning: Tappvarmvatten bereds centralt i värmecentralen och distribueras via kulvertnät till de båda närliggande byggnaderna. Cirkulationsledning finns installerad.

Varmvattenledningarna är dåligt isolerade, vilket medför att värmeförlusterna blir av samma storleksordning som nettoenergi behovet.

#### Data om solvärmeanläggningen

Solfångare: Solfångarna är platsbyggda av fabrikat Corona-Vex. Absorbatorerna har selektiv yta och är täckta med ett plant glas och på baksidan isolerade med 120 mm mineralullsmatta.

Totalt 108 m<sup>2</sup> solfångare är monterade på byggnadens sydvända takhalva, se bild 1.



BILD 1. Försökshuset i Brøndby med solfångare.

Värmeackumulering: Värmeackumulering sker i en cylindrisk, stående förrådsvarmvattenberedare av fabrikat AIVA med volymen 5.400 l. Den är isolerad med 100 mm mineralull.

Solvärmevattnet genomströmmar två batterier i beredarens undre del. Ackumulatören är invändigt korrosionsskyddad men saknar kopparfoder.

Expansionskäril: Ett slutet expansionskäril är installerat på vinden.



Rörledning- Stålrör  
material:

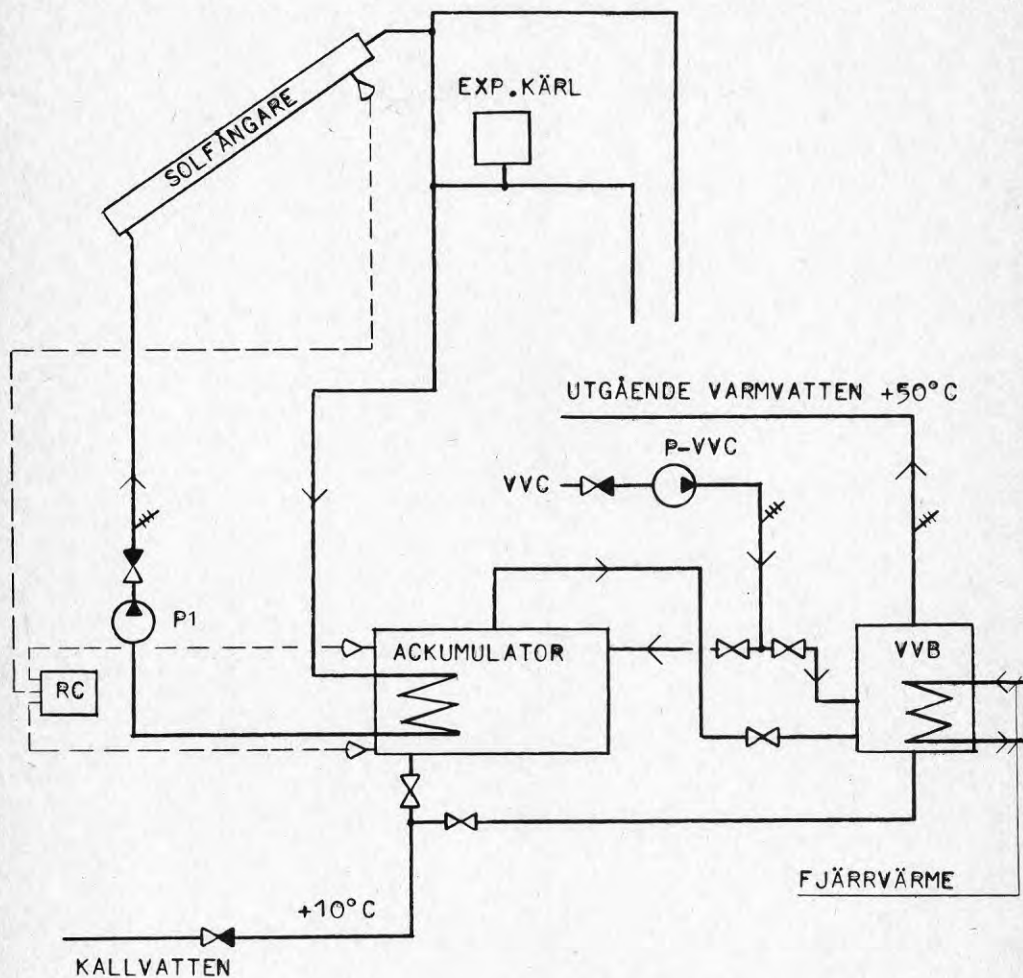


BILD 2. Flödesschema för Brøndby-anläggningen.

Funktion: Se bild 2.

Vid högre temperatur i solfångaren än i ackumulatorns nedre del startar pumpen P1. Härvid cirkulerar solvärmevattnet och avger solvärme till tappvattnet i ackumulatorn.

Vid omvänt temperaturförhållande stoppar pumpen P1.

Det solvärmda tappvarmvattnet eftervärms i en separat beredare för fjärrvärme.

Volymändringar i solvärmesystemet kompenseras av expansionskärlet.

Det återcirkulerande varmvattnet tillförs ackumulatorn om temperaturen i denna är högre. I annat fall leds cirkulationsvattnet till fjärrvärmeberedaren.

För att eliminera frysrisker har 25 % glykol inblandats i vattnet.

Kokning undviks genom att en temperaturgivare har monterats i ackumulatorns övre del, som startar pumpen P1 via reglercentralen RC under solfattiga perioder, ex. nattetid, om tanktemperaturen överstiger ca 90°C. I de enstaka fall kokning ändå kan inträffa öppnar säkerhetsventilen på expansionskärlet och solvärmevatten bortleds till en tank.

Solvärmesystemet är utformat så att även tappvarmvattennätet till de båda övriga byggnaderna kan inkopplas. Eftervärmning sker då i den ursprungliga fjärrvärmevärmda beredaren.

Energibesparing:

Man räknar med att täckningsgraden skall bli 40 % om endast en byggnad är inkopplad. Om däremot anläggningen nyttjas för alla tre byggnaderna täcks 15 % av det totala energibehovet. Den totalt insamlade solenergin ökar således i detta fall med ca 12 % om byggnaderna har lika stor förbrukning.

Investeringskostnad:

Anläggningen byggdes på totalentreprenad av Je-Bu Solenergi. Kostnaden var ca 2.000 Dkr/m<sup>2</sup> solfångare bortsett från arrangemanget att kunna köra alla tre byggnaderna på systemet.

Enligt dansk erfarenhet är kostnadsfördelningen vid nybyggnad av småhus följande:

solfångare	33 %
ackumulator, pumpar, rör m m	33 %
arbetslön	34 %

I denna anläggning blir fördelningen något annorlunda eftersom omfattande ingrepp görs i en befintlig anläggning:

solfångare	30 %
ackumulator, pumpar m m	30 %
arbetslön	40 %

### Erfarenheter från bygg- och driftskedet

Anläggningen installerades under vintern. Arbetet på yttertak försvårades väsentligt av snö och is. Det hade sålunda varit lämpligare att företa montage under en annan årstid.

I Danmark har man i förhållande till Sverige en något annorlunda teknik att bygga tegelyttertak. Den hos oss vanliga papptäckta råsponten saknas i allmänhet. I stället läggs teglet i bruk samt fästs till bärläkt med en metallhake vilken träs genom en hålförsedd knap på tegelpannans undersida. Bärläkten är spikade direkt på takstolarna, vilka har ett varierande c/c-avstånd på ca 1-1,5 meter. Se bild 3.

Nockpannor, anslutningar och även metallsargar till takluckor sätts i bruk. Denna yttertakskonstruktion ger möjlighet att successivt montera solfångare inifrån vindsutrymmet. Detta minskar behovet av ställningar och skyddsanordningar i förhållande till montage enbart utifrån.

Bild 4 visar hur kollektorerna monterades mellan takstolarna. Utvändigt monterades ett vattentätt enkelglas med i princip samma teknik som för ett normalt takfönster. Anslutningarna mot tegeltaket nertill och vid sidorna tätades med en tunn överlappande blyplåt, och på översidan med en förzinkad stålplåt. Under solfångaren och mellan takstolarna isolerades med mineralullsskivor vilka hölls på plats av enkla läkt. Se bild 5.



BILD 3. Tegeltaket sett från vinden.



BILD 4. Solfångarna innan isoleringen monterades.



BILD 5. Färdigmonterade solfångare.

På yttertaket fanns några glasade inspektionsluckor som dock knappast medgav uppstigning.

Takbryggor, skyddsräcken och annan säkerhetsutrustning saknades helt, varför all service måste utföras från skylift eller byggnadsställning. I vissa andra projekt förekommer en inspektionsstege som kan skjutas i sidled fram över solfångarna. Steghjulen löper då på ett i över- respektive underkant längsgående stödrör.

Hittills har ingen service erfordrats på solfångarna.

Befintlig outnyttjad skorstenskanal har nyttjats för vertikal rördragning vilket är en bra lösning. Rören tar inget värdefullt utrymme, blir ej synliga och får minskade värmeförluster.

En viktig erfarenhet från byggskedet är att solfångarinstallatören skall ansvara för tätningen mot omgivande takmaterial.

Drifterfarenheterna har varit goda av denna anläggning. I andra solvärmeanläggningar i Danmark har man haft problem med självcirkulation genom ackumulatortanken. Detta har undvikits genom installation av en fjäderbelastad backventil. Avluftningsproblem har också förekommit i vissa anläggningar. Detta har undvikits i denna anläggning genom att luftklockor har monterats i högpunkterna och rörmontaget har skett så att inga luftfickor kan bildas.

#### Intryck från studiebesöket

Rörledningar, varmvattenberedare och ackumulator var försedda med ytbeklädnad av målad papp och binda. Detta utförande är enklare än den för svenska installationer vanliga plastplåten, som är något dyrare.

Placeringen av expansionskärlet på vinden medför risk för vattenskada vid läckage. Även solfångarmontaget medför risk för vattenläckage in på vinden. Om läckage uppstår exempelvis i en koppling mellan solfångarna rinner vattnet in på vinden eftersom takpanel med tätskikt saknas under solfångarna.

Rördragningar i outnyttjade schakt ex. rökkanaler är en bra lösning som sannolikt kan tillämpas i många byggnader.

Man ansåg det något tveksamt om man kan undvara takstegar, takbryggor och skyddsanordningar under den fortsatta driften, trots att solfångarna hittills ej krävt någon service.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781586-4 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings Installations-  
utveckling AB, Danderyd.**

**R118: 1979**

**ISBN 91-540-3108-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700018**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirkapris: 20 kr exkl moms**