



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

R93:1989

Energisnåla enbostadshus med passiv energiteknik

Partilleprojektet

Gunnar Nordfeldt

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Ar.nr	
Plad	Ser

R
AM

Byggeforskningsrådet

R93:1989

ENERGISNÅLA ENBOSTADSHUS
MED PASSIV ENERGITEKNIK
Partilleprojektet

Gunnar Nordfeldt

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850379-7
från Statens råd för byggnadsforskning till K-Konsult,
Göteborg.

REFERAT

Huvudmålsättningen med de passiva solhusen i Partille var att skapa nya boendemiljöer, utnyttja passiv energiteknik som innebar energibesparing till en relativt låg merkostnad, 3-5% av årsproduktionskostnaden.

Denna huvudmålsättning har gruppen kunnat uppfylla genom ett intimt samarbete med ABV. Merkostnaden per hus uppgick till 26 000 kr. Energisystemet består av tre huvuddelar:

- o glasverandan/solrummet
- o värmeväxlare/eftervärmning
- o kanalregister

I Partilleprojektet har ett platsbyggt elementbyggeri tillämpats vilket ställt speciella krav vid projekteringen.

Utgående från denna restriktion har tre olika hustyper med helt olika arkitektonisk utformning projekterats och byggts.

Syftet var att påvisa att passiv energiteknik inte nödvändigtvis måste innebära enkelsidiga planlösningar och en stereotyp stadsplan.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R93:1989

ISBN 91-540-5102-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. PROJEKTBEKRIVNING	8
1.1 Stadsplanen, Brasebacken	8
1.2 Husutformning	9
2. ENERGIANALYS	11
2.1 Energiförutsättningar småhus	11
2.1.1 Referenshus	12
2.1.2 Direktinstrålning	13
2.1.3 "Tungt" solrum	15
2.1.4 "Lätt" solrum, bjälklagslager	16
2.1.5 Tilluft via solvägg "suntrap" med värmelagring	17
2.1.6 Beräkningsförutsättningar radhus	18
2.1.7 Tilluft via solvägg och bjälklagslager (radhus)	19
3. BERÄKNINGSRESULTAT	20
3.1 Referenshus	20
3.2 Direkt instrålning	21
3.3 "Tungt" solrum	21
3.4 "Lätt" solrum, bjälklagslager	22
3.5 "Suntrap"	22
3.6 Referenshus	23
3.7 Tilluft via solvägg och hålbjälkslager (radhus)	23
3.8 Tilluft via solvägg och hålbjälkslager, 3-glas (radhus)	24
3.9 Systembeskrivning	26
4. VAL AV UPPVÄRMNINGSSYSTEM	28
4.1 Beskrivning av värmeaggregatet	30
5. EKONOMISK BEDÖMNING AV ENERGI-SPARBIDRAGET	32
5.1 Lönsamhetskalkyl	33

6.	UTVÄRDERING	35
6.1	Energibalansdiagram	35
6.2	Transmissionsförluster	36
6.3	Energiförluster p g a luftväxling	39
6.4	Ventilationsförluster med två antagna värden på qutl	40
6.5	Avloppsförluster	41
6.6	Konstruktion av energibalansen	41
6.7	Beräkning av instrålad solenergi enl meddel. 146 Inst. för byggnadsteknik, KTH	41
6.8	Energibalans för mätåret	43
6.9	Normalårets temperatur	44
6.10	Energibalans för normalåret	47
6.11	Mätprogram	48
6.12	Temperaturer utomhus, i solrum och hos den solvärmda luften	54
7.	KOMPLETTERINGSARBETEN	60
8.	BETEENDESTUDIER OCH FORTSATT UTVECKLINGSARBETE	61

BILAGOR

FÖRORD

K-Konsult har sedan årsskiftet 82/83 regelbundet haft kontakter med den franska marknaden.

På uppdrag av Byggforskningsrådet utredde och undersökte K-Konsult möjligheterna att bygga ett svenskt byggforskningslaboratorium i forskningscentrat Sofia Antipolis strax utanför Nice.

Arbetet ledde fram till mycket goda kontakter med franska myndigheter och energiforskningsorganisationer såsom AFME och CSTD vilka båda mycket aktivt har deltagit i det forskningsutbyte som förekommit mellan Frankrike och Sverige.

Intresset för svenskt trähuskunnande och svensk energiteknik var mycket stort och diskussioner fördes kontinuerligt 83/84 för att delta i utvecklandet av den franska trähusindustrin. I detta arbete kom K-Konsult att spela en mycket aktiv roll och det bedömdes som intressant att i samarbete med svensk byggindustri få till stånd ett antal demonstrationsprojekt i Frankrike.

ABV och K-Konsult utarbetade tillsammans ett förslag till samarbetsprojekt mellan Frankrike och Sverige. Huvudidén med projektet var att både i Sverige och Frankrike demonstrera ny energiteknik och långt drivet industriellt trähusbyggande.

Genom de franska kontakter som etablerades kunde mera omfattande och genomgående systemanalyser av olika uppvärmningssystem beräknas och studeras i Frankrike. Avsikten med att parallellt bygga ett område i Sverige och ett i Frankrike var att redovisa svensk byggteknik i detalj för fransmännen och i Partilleprojektet skulle erfarenheter från de passiva energisystemen som fanns byggda i större omfattning i Frankrike tillgodotas här hemma.

Denna rapport redovisar tillvägagångssättet och resultatet utav både projekterings- och systemarbete.

I de diskussioner som fördes med de övergripande franska organisationerna framkom att skulle ett antal demonstrationsprojekt byggas var det nödvändigt att fransk industri fick avsättning för några av sina produkter i Sverige. Av denna anledning sökte K-Konsult och ABV få till stånd ett antal demonstrationsprojekt. För att kunna genomföra detta erhöll K-Konsult bidrag från Byggforskningsrådet och SWEBEX.

Partilleprojektet som kom att bli det svenska experimentbyggnadsprojektet genomfördes i en relativt snabb takt och det medförde att under hösten 1985 påbörjades den första inflyttningen och ett byggprojekt kunde redovisas allt i från grund till färdigt hus.

En stor delegation från Paris studerade mycket ingående husen och konstruktionerna. K-Konsult/ABV kunde då inleda mycket ingående diskussioner med det franska byggföretaget Quille som är ett dotterbolag till den stora koncernen Boige.

Tillsammans med Quille projekterade K-Konsult/ABV ett bostadsområde på 40 hus i La Chapell en Serval. Projekteringsarbetet genomfördes i mycket nära samarbete med Quille och de lokala myndigheterna, d v s länsbostadsnämnden, benämnd HLM. Utgångspunkten för det franska projektet var att kostnaden inte fick överstiga 3 750 franc/m² vilket skulle jämföras med att en normalproduktion kostade 3 250 kr, d v s fransmännen var beredda att satsa ungefär 500 franc/m² för att få till stånd detta experiment och demonstrationsprojekt.

Utan Partille kommuns benägna vilja, både på politiker- och tjänstemannaplanet, att på alla sätt bistå projektgruppen i den snabba projekteringsfasen hade detta intressanta utbytesprojekt ej kommit till stånd.

Jag vill framföra gruppens stora tack.

Stockholm den 31 mars 1989

Gunnar Nordfeldt

SAMMANFATTNING

Huvudmålsättningen med de passiva solhusen i Partille var att skapa nya boende miljöer; utnyttja passiv energiteknik som innebar energibesparing till en relativt låg merkostnad 3-5% av årsproduktionskostnaden. Denna huvudmålsättning har gruppen kunna uppfylla genom ett intimt samarbete med ABV. Merkostnaden per hus uppgick till 26 000 kronor.

Energisystemet består av tre huvuddelar:

- o glasverandan/solrummet
- o värmeväxlare/eftervärmning
- o kanalregister

I Partilleprojektet har ett platsbyggt elementbyggeri tillämpats vilket ställt speciella krav vid projekteringen.

Utgående från denna restriktion har tre olika hustyper med helt olika arkitektonisk utformning projekterats och byggts.

Syftet var att påvisa att passiv energiteknik inte nödvändigtvis måste innebära enkelsidiga planlösningar och en stereotyp stadsplan.

Området kännetecknas av variationsrikedom trots att endast 37 st lägenheter har byggts.

Solrummets miljövärde har analyserats i en särskild beteendestudie och merparten av de boende skulle ännu en gång välja ett hus med solrum före ett utan om valmöjligheten fanns.

Det luftburna värmesystemet har krävt vissa efterjusteringar och ombyggnader för att eliminera väl höga ljudnivåer.

Luftvärmetekniken för småhus var vid projekteringsstillfället i vissa avseenden bristfällig. Projektet har visat att tekniken kan fungera bra.

Den totala energiförbrukningen i forma av köpt energi har i mäthuset varierat mellan 90-112 kWh/m² år normalårsrelaterat. Den totala solinläckningen har utgjort mellan 17-20% av en totalförbrukning på ca 130 kWh/år eller 2 500- 3 000 kWh/år. Det vill säga i välisolerade hus kommer det passiva energibidraget att ha sin betydelse och utgöra ett ännu större bidrag när systemen har förbättrats genom effektivare elapparater.

1. PROJEKTBSKRIVNING

1.1 Stadsplanen, Brasebacken

Stadsplaneförutsättningarna var mycket gynnsamma då området endast har en nivåskillnad på ca 1,5 m från norr till söder.

Angöringen sker från två håll där också garagen har placerats för att undvika trafik inom området.

Centralt i området finns en kvartersstuga med rejäla utrymmen för gemensamma aktiviteter.

Området var bevuxet med vacker björkskog. I samarbete med stadsarkitekt och parkförvaltning märktes och sparades så många björkar som möjligt.

Området är planlagt så att så stor variationsrikedom som möjligt skall finnas. Vid promenad genom området skall utblickarna mellan husen och längs gångvägarna ständigt ändras.



1.2 Husutformning

Cirka 17 km utanför Göteborgs centrum, i Partille, ligger bostadsområdet Brasebacken. Området rymmer 37 st lägenheter, alla med eget solrum. Lägenheterna är av tre olika typer, dels friliggande villor med utvändiga solrum, dels radhus med antingen utvändiga eller inbyggda solrum. Samtliga lägenheter är byggda i två våningar. Upplåtelseformen är bostadsrätt.

Takhöjden är i bottenvåningen 2,40 m och i övervåningen 2,30 m.

Bottenbjälklaget består av en 200 mm betongplatta som vilar på 300 mm lättklinker och 150 mm makadam. Runt huset finns en extra kantisolering på 40 mm mineralull. Mellanbjälklaget är av 200 mm träbjälklag med spånskiva på översidan och gipsplank på undersidan. Vindsbjälklaget är isolerat med 440 mm varmfiber.

Ytterväggarna består utifrån räknat av lackläktpanel, utsalning, gipsskiva, 2 x 120 mm mineralull och reglar, plastfolie, reglar och gipsskiva.

Fönster och fönsterörrar består av en enkel glas-skiva och en dubbel s k isolerruta innanför.

Solrummets golv är av betong med en ingjuten ventilationsslinga. Väggar mellan bostad och solrum är isolerade med 145 mm mineralull.

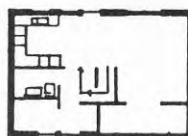
Husutformningen och storleken har till de yttre måtten bestämts av projekteringssättet och den då gällande ytbegränsningen för statlig belåning. I projekteringsfasen fastlades att vissa c/c mått skulle gälla för takstolars och fönsternas placering. Dessa randvillkor utgjorde en god sporre att ändå rita hyggliga och variationsrika hus.

Plan, vån 1 och 2 i hus A, D och L

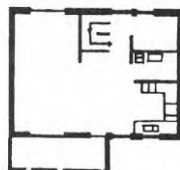
HUSTYPER



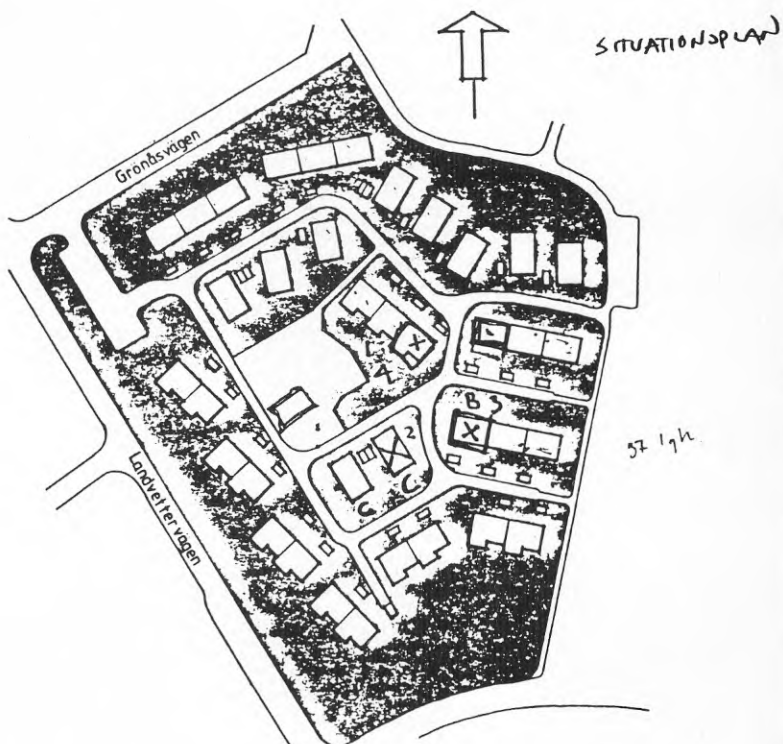
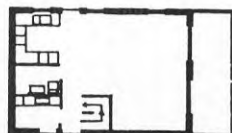
Med indragen glasveranda



Med utanpåliggande glasveranda



Med glasveranda på gavel



2. **ENERGIANALYS**

2.1 **Energiförutsättningar småhus (smh)**

I denna studie har ett antal principlösningar studerats och jämförts. Avsikten har varit att få en uppfattning om hur stort det passiva energibidraget kan vara och att utveckla ett enkelt uppvärmningssystem som inte medför några komplicerade VVS- eller byggnadstekniska lösningar.

Följande beräkningar har genomförts med data-programmet BRIS:

1. Ett referenshus 1 1/2 plan 130 m² SBN-80 lätt konstruktion + torpbjälklag
2. Lätt konstruktion + platta på mark
3. Lätt konstruktion + solrum + betongbjälklag i solrummet
4. Lätt konstruktion + solrum lätt konstruktion + betongbjälklag med lagringsmöjlighet
5. Lätt konstruktion + solvägg inkommande ventilationsluft via väggen
6. Referenshus radhus, lätt konstruktion i väggar, tungt bjälklag
7. Referenshus radhus + solvägg + bjälklagslager

2.1.1 Referenshus (smh)

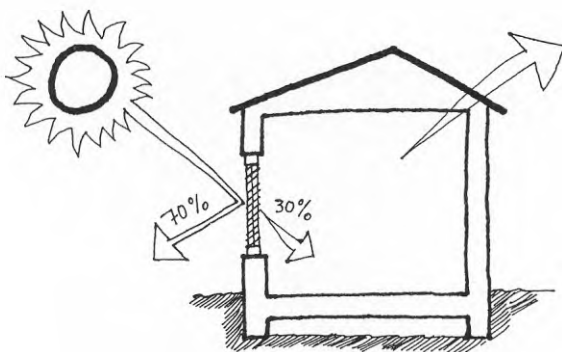


Fig. 1 Ett referenshus 1 1/2 plan 130 m² SBN-80 lätt konstruktion + torpbjälklag med persienner

Småhus byggt enligt SBN-80 (utan värmeåtervinning på ventilationsluften). Detta objekt utgör referens vid bedömning av de olika systemlösningarnas energisparbidrag. Huset är en 1 1/2 plans villa på 130 m² uppvärmd yta.

Fönstersättningen är 8 m² åt söder, 2,5 m² åt norr, 4,5 m² åt öst resp väst (tot 19,5 m²).

Persiennerna anses nerfällda från mars till oktober och reducerar då direkt solinstrålning med 70% för att förhindra övertemperaturen i rumsluften.

Total värmeförbrukning för uppvärmning = 14 000 kWh/år

Specifik förbrukning = 108 kWh/m², år

2.1.2 Direktinstrålning (Smh)

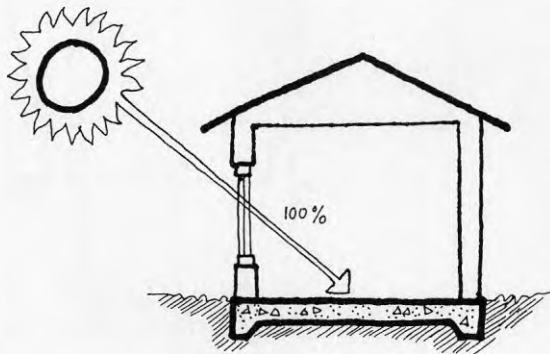
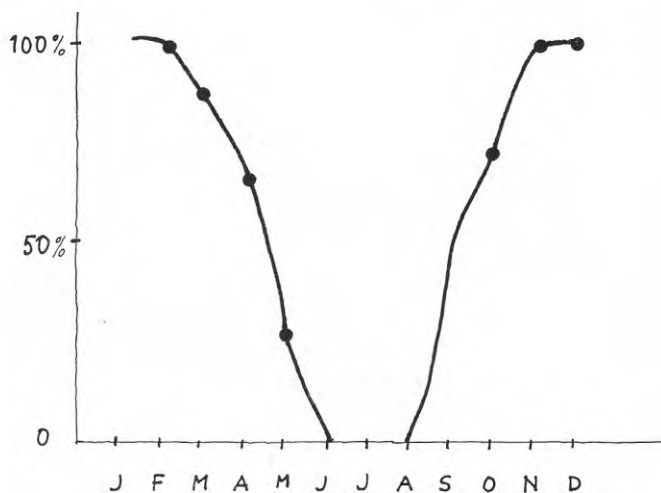


Fig. 2 Lätt konstruktion + platta på mark, inga persienner

Småhus (lika referenshuset) med direkt solinstrålning och tungt bottenbjälklag. Detta objekt påvisar potentialen för utnyttjande av direkt solinstrålning genom fönster.



Möjligt utnyttjande direkt sol via fönster

Det totala uppvärmningsbehovet sänks med 1 620 kWh/år (11%) till 12 380 kWh eller 95 kWh/m², år, men här erhålls tidvis höga rumstemperaturer.

Möjligheten till utnyttjande av direkt solinstrålning har beräknats till:

jan - feb	100%
mars	86%
april	69%
maj	26%
juni - aug	0%
sep	48%
okt	72%
nov - dec	100%

2.1.3 "Tungt" solrum (Smh)

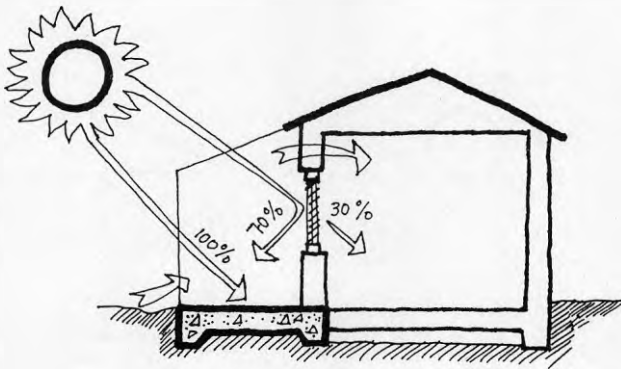


Fig 3. Lika referenshuset + solrum +
betongbjälklag i solrummet

Småhus lika referenshuset samt med solrum (2-glas) genom vilket tilluften tas till huset. Solrummet har stor termisk massa.

I solrummet sker en viss upplagring och utjämning över dygnet av insamlad solvärme. Solvärmen tillgodogörs huset via tilluftsventilationen.

Solrummets projicerade solmottagaryta uppgår till 32 m² på söderfasaden d v s diagonalmått genom solrummet.

Det totala uppvärmningsbehovet sänks jämfört med referenshuset med 3 050 kWh/år (22%) till 10 950 kWh/år eller 84 kWh/m², år. Anm: tidvis höga inomhustemperaturer.

2.1.4 "Lätt" solrum, bjälklagslager (Smh)

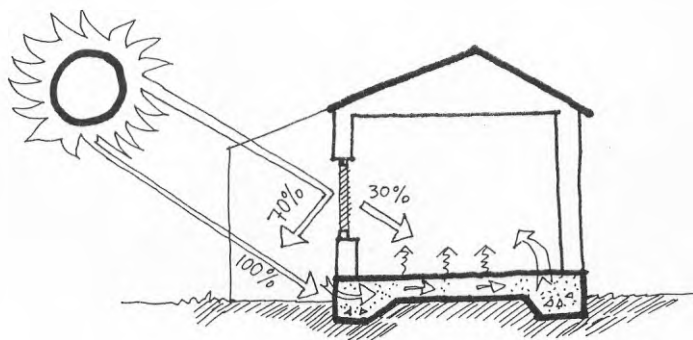


Fig. 4 Lika referenshuset + solrum lätt konstruktion + betongbjälklag med lagringsmöjlighet

Småhus lika referenshuset med termiskt lätt solrum (2-glas) på 32 m² solmottagaryta samt dygnslagring av solvärmens i hålbjälklag i bottenplattan. Tilluften tas via solrummet och hålbjälklaget. Det totala värmebehovet för uppvärmning sänks med 3 430 kWh/år jämfört med referenshuset (25%) till 10 570 kWh/år eller 81 kWh/m², år.

2.1.5 Tilluft via solvägg "suntrap" med värmelagring

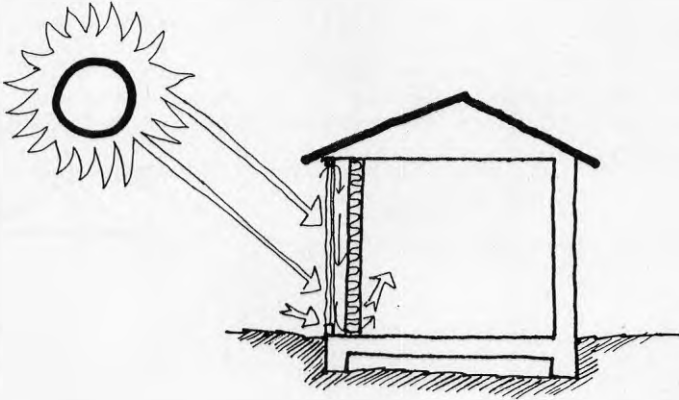


Fig. 5 Lika referenshuset + solvägg inkommande ventilationsluft via väggen

Småhus lika referenshuset men med söderfasaden täckt med solmottagande element "suntrap" samt dygnsutjämnande värmelagring i tunga material. Ventilationsluften till huset tas in genom solväggen.

Med 16 m² solväggsyta sänks uppvärmningsbehovet jämfört med referenshuset med 3 030 kWh/år (22%) till 10 970 kWh eller 84 kWh/m².

Med 32 m² solväggsyta sänks behovet med 4 500 kWh/år (32%) till 9 500 kWh/år eller 73 kWh/m², år.

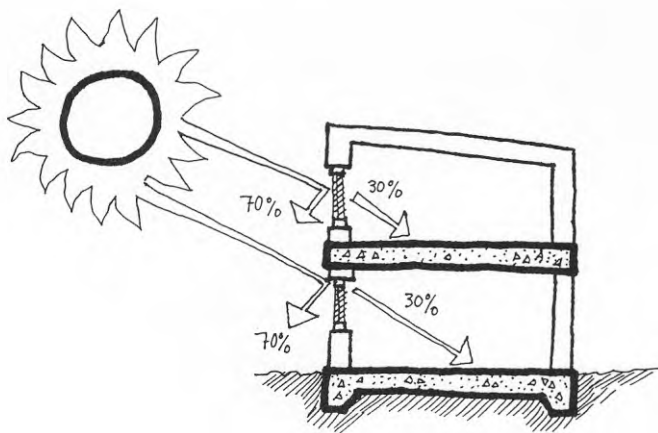
2.1.6 Beräkningsförutsättningar radhus

Radhus byggt enligt SBN-80 (utan värmeåtervinning ur frånluften).

Beräkningen utgör referens mot vilken energibesparingar ställs i de övriga objekten. Den beräknade lägenheten i radhuset är en mellanlägenhet i två plan på totalt 110 m² uppvärmd yta. Fönstersättningen är 10 m² åt söder och 6,5 m² åt norr. Persiener nerfällda fr o m mars t o m oktober och reducerar då direkt solinstrålning med 70% för att förhindra övertemperaturen i rumsluften.

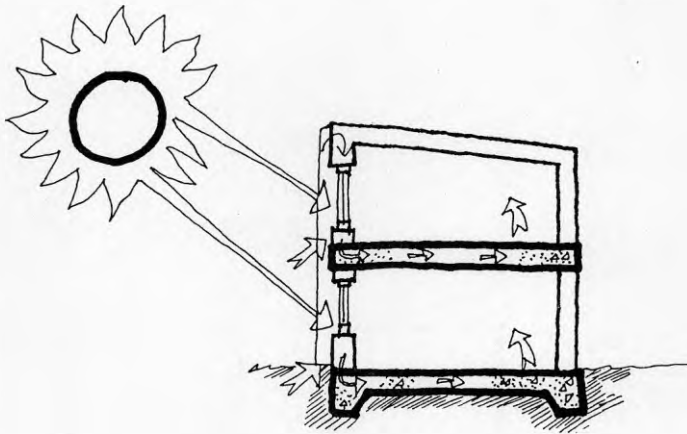
Total värmeförbrukning för uppvärmning = 10 040 kWh/år.

Specifik förbrukning 92 kWh/m², år.



Referenshus (radhus)

2.1.7 Tilluft via solvägg och bjälklagslager (radhus)



Radhusets sydfasad är beklädd med ca 20 m² solmottagaryta (2-glas) genom vilken tilluftsventilation passerar. Insamlade solvärme i tilluften avges dels till rumsluften dels till ett hålbjälklag av betong.

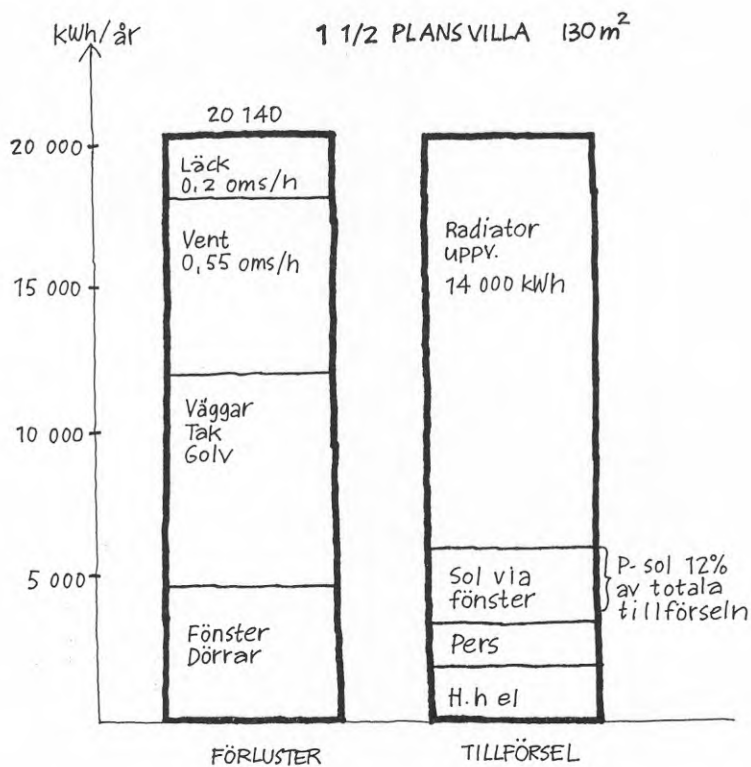
Totalt energibehov reduceras jämfört med referenshuset med 2 500 kWh/år (25%) till 7 540 kWh/år eller 69 kWh/m², år.

Ökas de solmottagande fasadelementens verkningsgrad genom t ex 3-glas täckning, ökas energibesparingen till 3 360 (33%). Totala förbrukningen blir då för uppvärmningen 6 680 kWh/år eller 61 kWh/m², år.

Anm: För alla de ovan beräknade objekten och systemlösningarna gäller att totala energibehovet kan sänkas ytterligare med 2 500 kWh/år (smh) resp 2 000 kWh/år (radhus) om värmeåtervinning ur ventilationsluft tillämpas med t ex frånluftsvärmepump för värmning av tappvarmvatten.

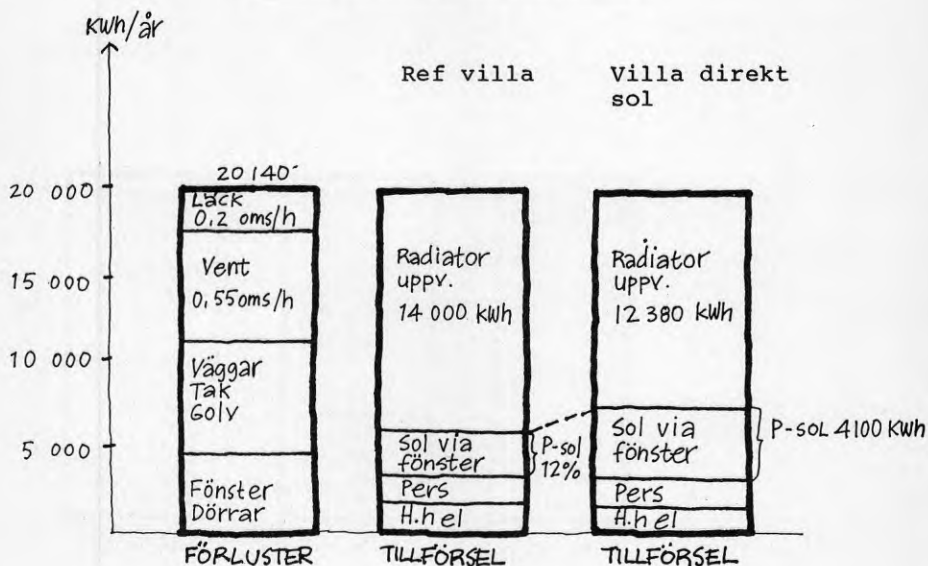
3. BERÄKNINGSRESULTAT

3.1 Referenshus (Smh)

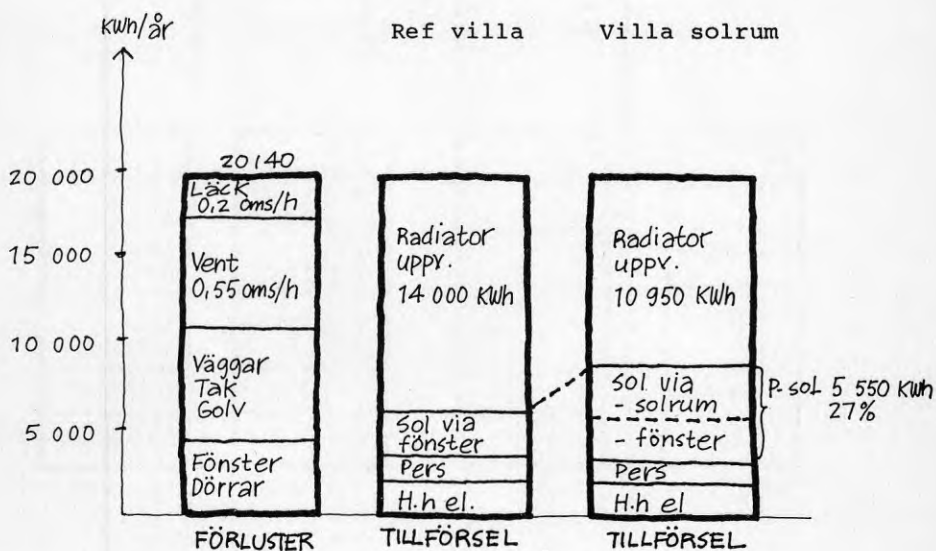


Den passiva solinläckningen utgör ca 2 400 kWh för detta referenshus.

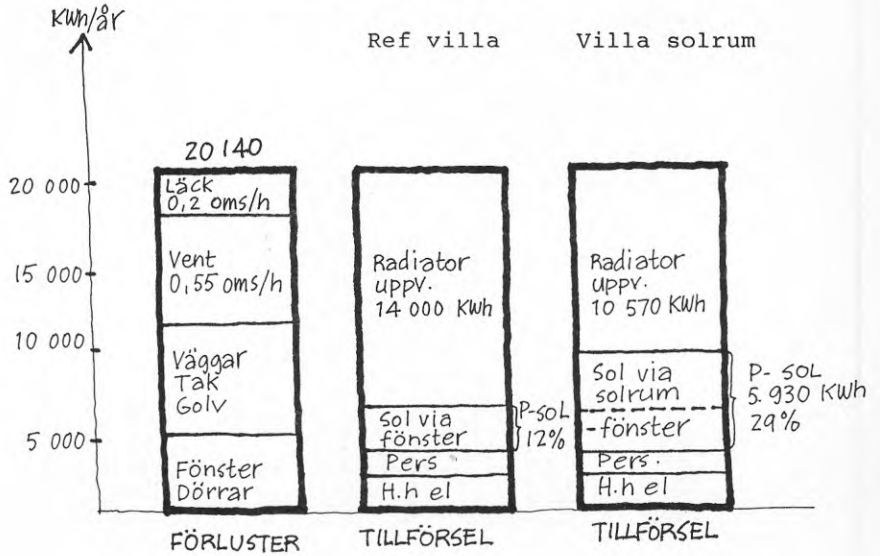
3.2 Direkt solinstrålning (Smh)



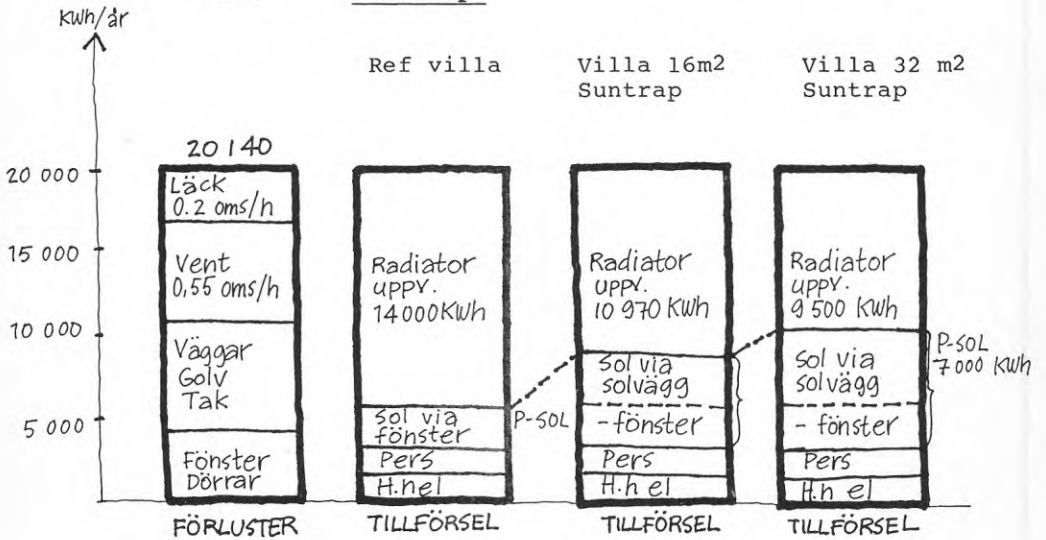
3.3 "Tungt" solrum (Smh)



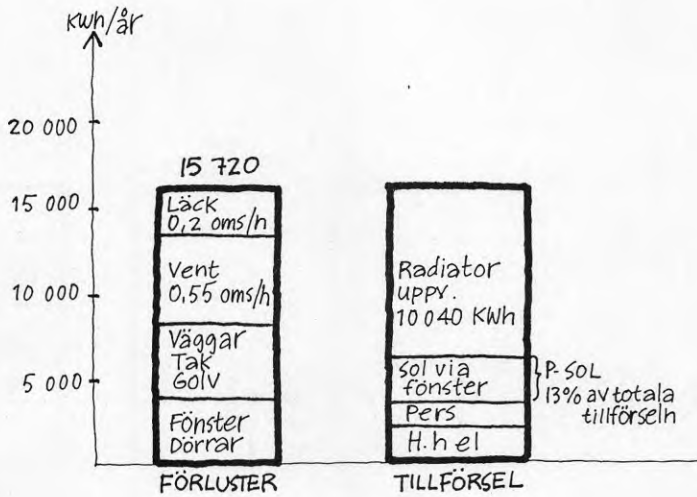
3.4 "Lätt" solrum, bjälklagslager (Smh)



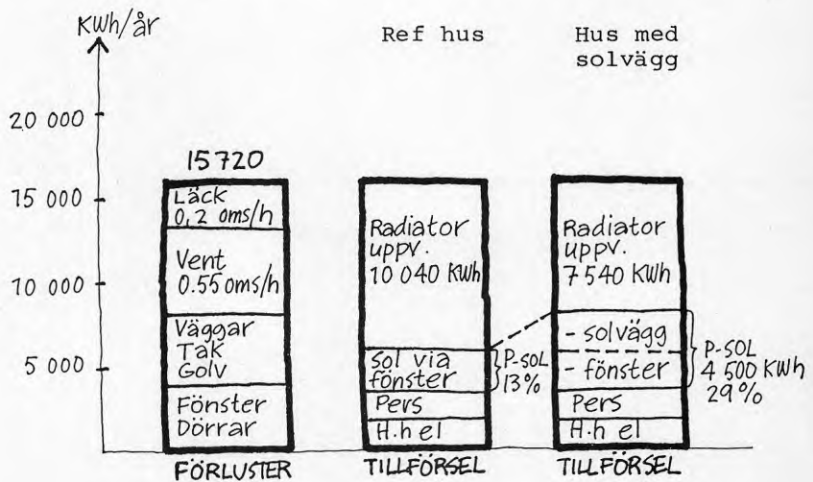
3.5 "Suntrap"



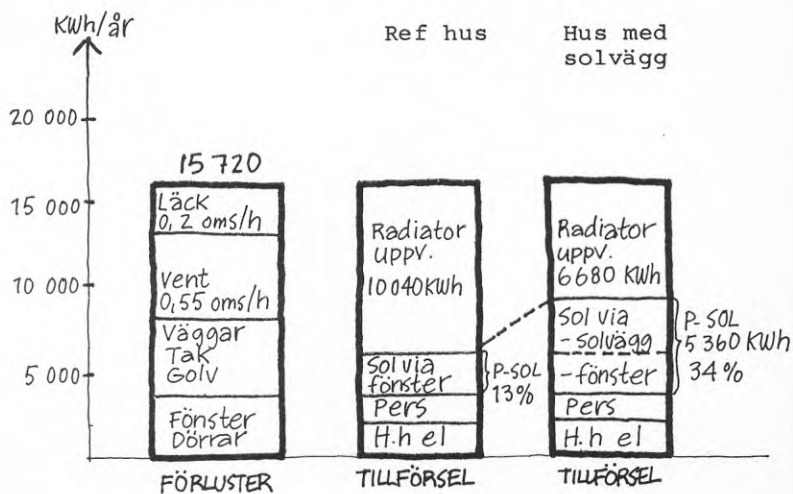
3.6 Referenshus (radhus)



3.7 Tilluft via solvägg och hålbjälklager (radhus)



3.8 Tilluft via solvägg och hålbjälkslager, 3-glas (radhus)



PASSIV SOLVÄRME I SMÅHUS

Objekt system	V.yta m ²	Solmot- tagaryta m ²	Sol via fönster	Energi- behov upp. kWh	kWh/m ²	Besp.	Anm.
<u>Rådhus</u>							
1. Ref. SBN-80	110	-	30% sommar 100% vinter	10 040	92	-	OBS. ej återv.på frånluft
2. Tilluft via sol- vägg med "massa" + motfl.	110	23	" -	6 680	61	33	" -
3. Tilluft via sol- vägg + hålbjäl.	110	23	" -	7 540	69	25	" -
<u>Villa</u>							
1. Ref SBN-80	130	-	30% sommar 100% vinter	14 000	108	-	" -
2. Direkt sol via fönster	130	-	100% hela året	12 380	95	11	" - trumhög
3. Solrum med tung massa. Tilluft	130	32	30% sommar 100% vinter	10 950	84	22	" -
4. Tilluft via sol- vägg + hålbjäl.	130	32	" -	10 570	81	25	" -
5. Tilluft via solv. med "massa" + motfl. a) b)	130	15	" -	10 970	84	22	" -
	130	32	" -	9 500	73	32	" -

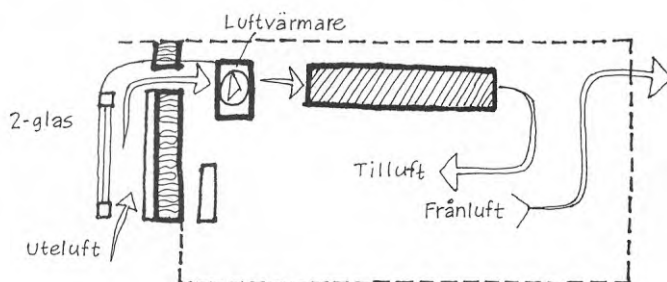
3.9 Systembeskrivning

Årsenergiberäkningar (Stockholms klimat)

Beräkning nr 1

Radhus enligt bifogad grunddatablad för BRIS (huset räknas som ett stort rum).

System: Lätt solvägg plus hålbjälklag

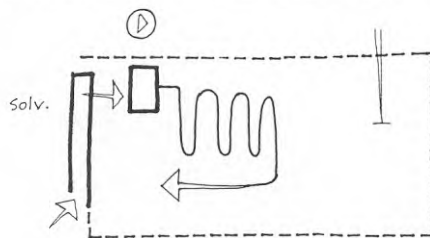


Uteluften tas in via solväggen och förvärms av solen. Om luften ej uppvärms till $+20^{\circ}\text{C}$ tillser en luftvärmare i kanalen att ej kallare luft än $+20^{\circ}\text{C}$ blåses in i bjälklaget.

Då uteluften värms till över $+20^{\circ}\text{C}$ av solen lagras överskottet i hålbjälklaget. Frånluften är utan värmeåtervinning (värmes återvinns gemensamt för flera hus med frånluftsvärmepump).

Beräkning nr 2

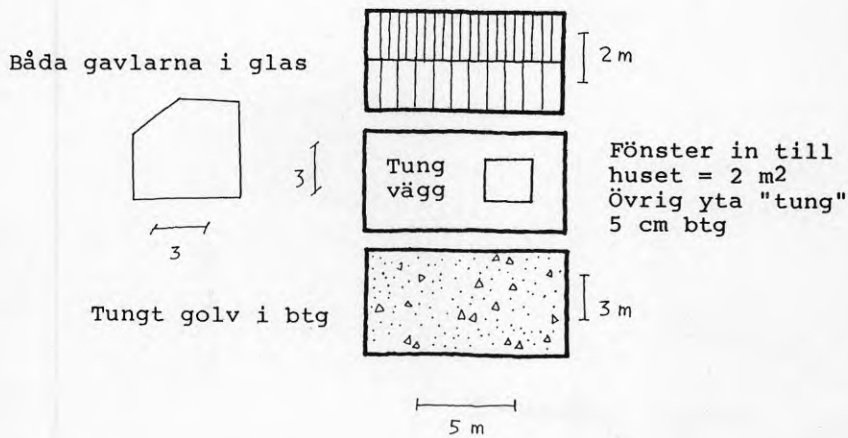
System: Lika radhuset i beskv. nr 1.
Hålbjälklaget $\times 60 \text{ m}^2$ placerat i bottenplattan.
Huset räknas som ett stort rum.
Tilluft genom solvägg $\times 186 \text{ kg/h}$.



Beräkning nr 3

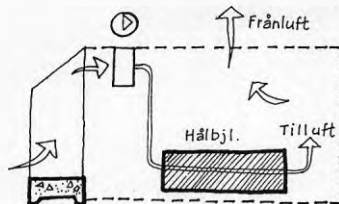
Radhus enligt ovan, helt lätt konstruktion även lätt "bottenplatta".

System enligt besk. nr 1 och 2 men med tungt solrum i stället för solvägg genom vilket tilluften tas. Tilluften blåses in bakom radiatorerna. Solrumsutförande: 2-glas söderyta = 15 m².

Beräkning nr 4

Radhus enligt besk. nr 2 med hålskanaler i bottenplatta av betong.

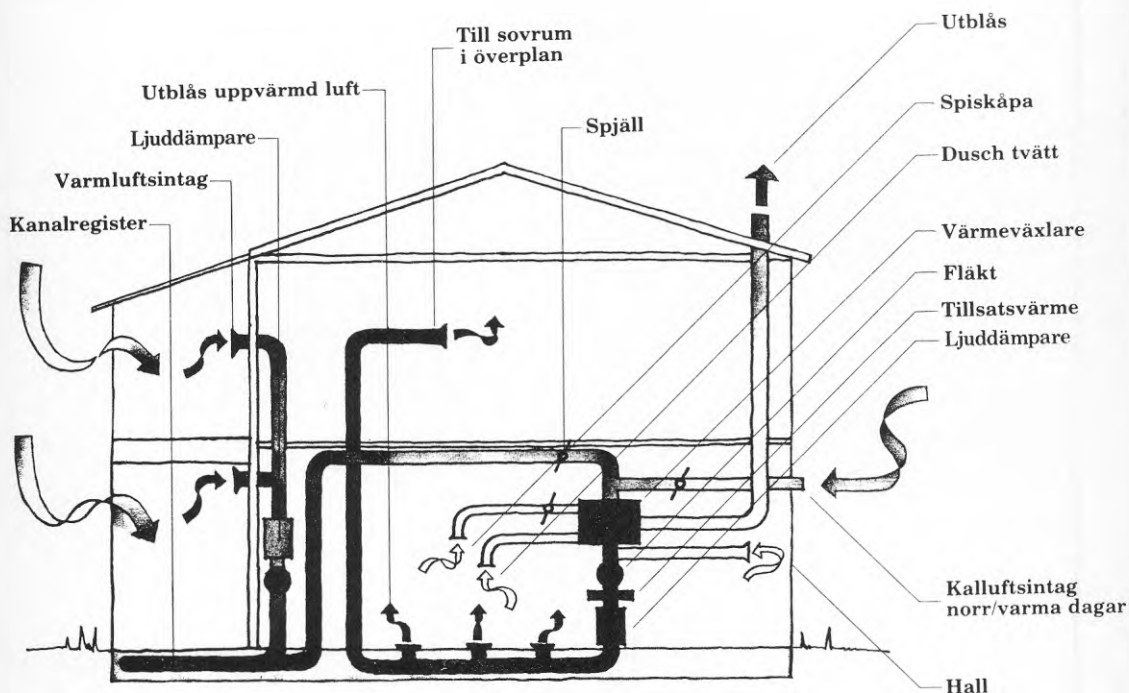
System enligt besk. nr 2 men med "halvlätt" solrum i stället för solväggen.



Betong endast i bottenplattan i solrummet i övrigt samma mått på solrummet som i beräkning nr 3.

4. VAL AV UPPVÄRMNINGSSYSTEM

Det valda systemet består av solrummet i genom vilket den inkommande ventilationsluften tas. Ett kanalregister ca 40 lm lång förlagt i solrummet. Ett filter med eftervärmningsaggregat typ ACJ. Utgående luft värmeväxlas mot den inkommande friskluften i köksaggregatet. Tappvarmvatten bereds med el.



Uppvärmnings- och ventilationssystem är integrerat i ett luftvärmesystem.

Uteluft sugas in i solrummet på husets sydsida. Luften värms av solen och av utläckande värme från bostaden. Temperaturen i solrummet varierar kraftigt, varför luften leds genom en slingrande kanal i solrummets betonggolv som har till uppgift att jämna ut temperaturen över dygnet.

Den solvärmda luften leds därefter till en värmeväxlare placerad ovanför köksfläkten.

Luften går sedan till ett luftvärmeaggregat där den blandas med återluft som tas ifrån hallen. I mån av behov värms luften ytterligare av ett elbatteri innan den blåses ut i de olika rummen via ventilationskanaler. Tilluften kommer in i rummen genom don placerade under fönstren.

Från bostadsrummen sugas luften mot toalett, badrum och hall. Våtrummens och kökets frånluft leds till värmeväxlaren och ut. Från hallen går luften på nytt in i kretsloppet och blandas med förvärd uteluft i luftvärmeaggregatet.

Två temperaturgivare känner av inomhustemperaturen. När inomhustemperaturen är lägre än +19 C kopplas elbatteriet på, tills inomhustemperaturen är +21 C. Vid för hög inomhustemperatur blandas övervärd uteluft, tagen från husets norrsida, med den solvärmda luften.

Detta sker med två steglösa spjällställdon före värmeväxlaren.

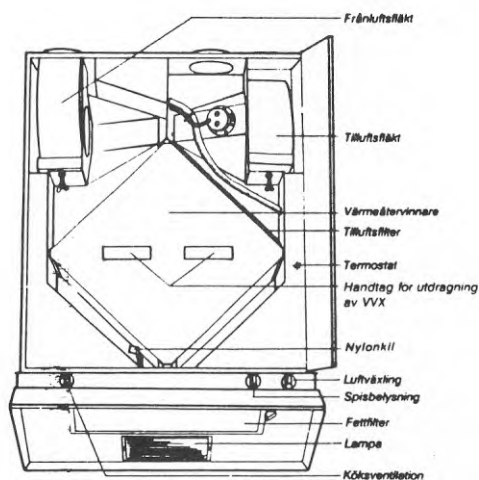
Filtrering av tilluften sker i ett G 55-filter i värmeväxlaren och ett elfilter i värmeaggregatet.

Bottenbjälklagets kanalregister tjänsgör som värmedämpare alla soliga dagar då luften måste kylas ner innan den blåses in i rummen. Under natten när den inkommande luften har lägre temperatur än rumsluften avger betonplattan den värme som lagrats under dagen.

Bottenplattan och kanalregistret är dimensionerat för inkommande temperaturer omkring 40°C och skall klara att dämpa ner denna temperatur till max +23°C. Om luftens temperatur från kanalregistret överstiger 22°C spädes den med kall luft. Under sommaren kommer solrummet att ventileras kontinuerligt och någon inblåsning i kanalregistret kommer inte att ske.

Styrsystemet baseras på utomhusgivare i solrummet som känner av den insugna luftens temperatur. Vid utblåsen i sovrummen sitter termostater som stänger respektive öppnar spädning med kall luft. Dessutom reglerar dessa termostater eftervärmningsbatteriet om den inkommande luften har lägre temperatur än 20°C.

4.1 Beskrivning av värmeaggregatet



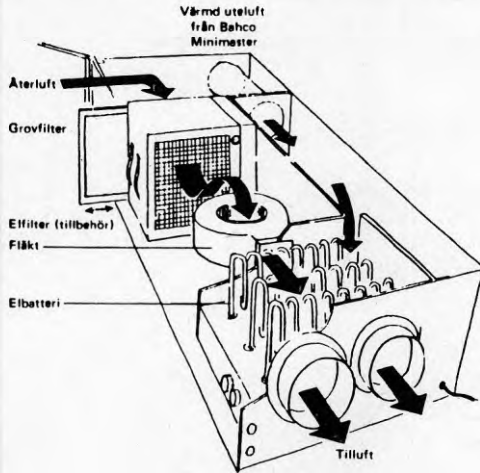
Bacho värmeåtervinningsaggregat ACF

Aggregatet är placerat ovanför köksspisen. Det innehåller en plattvärmväxlare i två seriekopplade steg. Fläktarna är direktdrivna och har framåtböjda skovlar. De kan varvtalsregleras stegvis. Fläktarnas motoreffekt är på 45-85 W per motor.

Aggregatets avfrostningsanordning träder i funktion vid -5 C temperatur hos tilluften. På grund av förvärmningen av luften i glasrummet behöver avfrostningen ej användas.

Värmväxlaren har två G55 grundfilter, vars skötsel de boende svarar för.

Temperaturverkningsgraden vid ett tilluftsflöde på 90% av frånluftsflödet, är 0,75 vid 38 l/s.



Bacho luftvärmearregat ACJ

Aggregatet är placerat i köket. Det innehåller ett elbatteri på 3 kW som svarar för den tillsatsvärme som behövs när värmväxlaren inte räcker till. Genom aggregatet passerar omkring 35 l/s solvärm� uteluft och 65 l/s återluft. Aggregatets fläkt har en effekt på 195 W.

Ett G55 grundfilter och ett elektrofilter renar återluften. Elfiltret avskiljer pollen och tobaksrök.

Aggregatets placering ovanför köksskåpen är olämplig. Gipsväggen förmår inte dämpa fläktens vibrationer och ljudnivån blir störande.

5. EKONOMISK BEDÖMNING AV ENERGISPARBIDRAGET

Den totala energiförbrukningen i hus C har beräknats till följande:

Tillförsel (19 650 kWh/år)

Gratis	6 880 kWh/år
Solrum (förvärmning)	2 750 "
Värme-ventilationsbatteri	3 850 "
Återvinning frånluft*	3 700 "
Varmvatten (el)	2 670 "
	<hr/>
	19 850 kWh/år

Förluster

Återvunnen frånluft*	3 700 kWh/år
Ventilation (8 080-3 700)	4 380 "
Transmission	9 690 "
Varmvatten (avlopp)	2 080 "
	<hr/>
	19 850 kWh/år

* Återvinningsaggregatets verkningsgrad antas till ca 70% och ger då energibesparing på 5 655 kWh/år. Den totala återvinningen minskas dock då den inkommande ventilationsluften redan är förvärmad av solrummet. Andelen återvunnen energi minskar till 3 700 kWh.

$$\frac{(2+10)}{(21-4)} \quad \times \quad 5 \, 655 \, \text{kWh}$$

solrumstemp	sep - maj	10°C
utetemp	"	4°C
innetemp	"	21°C

Total energiåtgång = köpt + solinstrålning

Personvärme etc	19 850 kWh/år
Köpt energimängd	<hr/> - 6 520 "

Energibesparing 13 330 kWh/år

Antal hus 37 st

Total energibesparing 37 x 13 300 kWh =
= 493 210 kWh/år

Av den totala energibesparingen hänför sig följande till det passiva systemet:

Besparing:

Fövärmad luft från solrummet	2 750 kWh
Extra isolering	<u>1 200 "</u>
Total besparing	3 950 kWh/år

$$37 \times 3\,950 = 146\,150 \text{ kWh/år}$$

Kapitaliseras detta medför det

$$\frac{146\,150 \times 0,3 \text{ kr/kWh}}{9,5\%} = 461\,520 \text{ kr}$$

Total experimentbyggnadskostnad = 975 000 kr

Att täcka med medel från BFR:

$$975\,000 - 462\,000 = 513\,000 \text{ kr}$$

5.1 Lönsamhetskalkyl

Den totala merkostnaden för experimentbyggnadsprojektet uppgick enligt redovisad specifikation till 975 000 kr eller 26 000 kr/lgh.

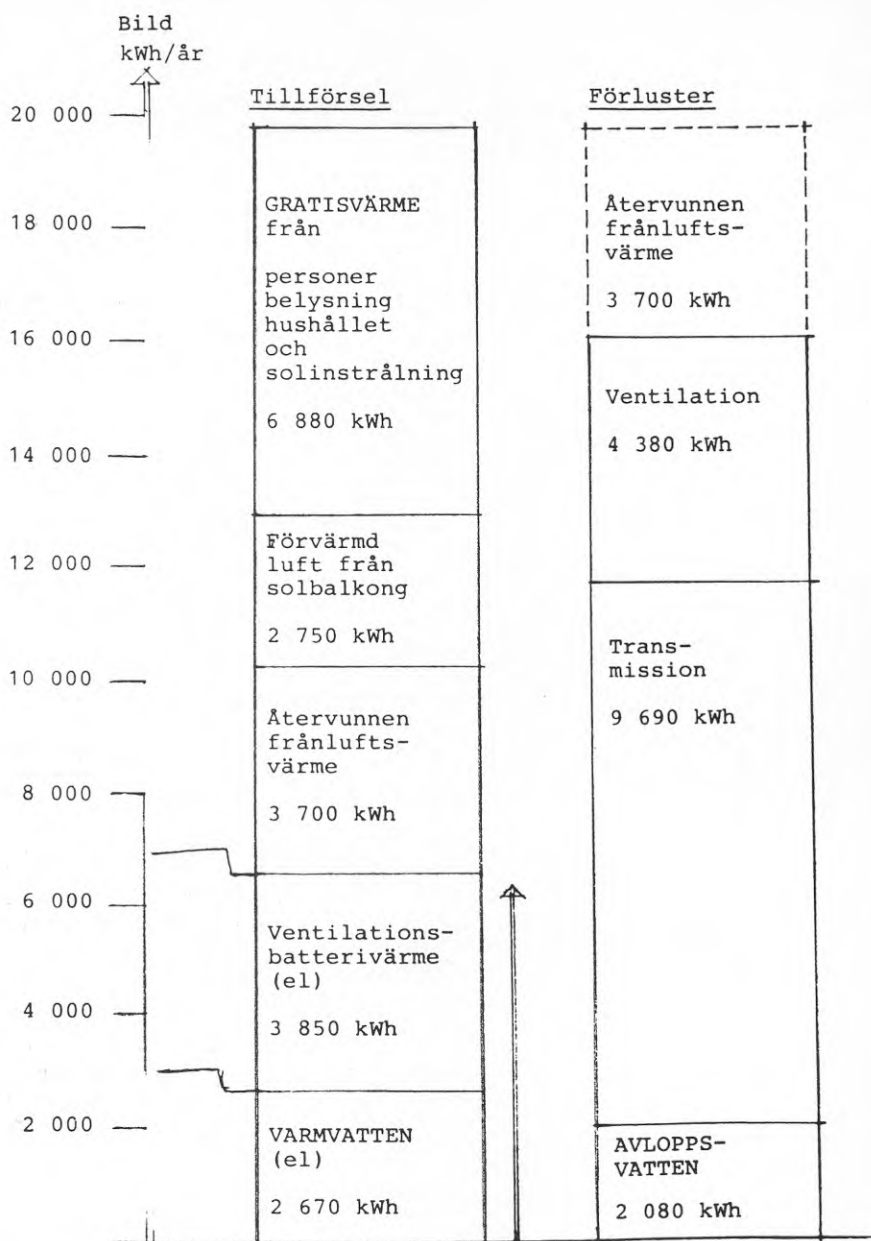
Av dessa kostnader kan med stor sannolikhet en sänkning med ca 15% göras när de byggnadstekniska erfarenheterna får genomslagskraft i den normala byggproduktionen; d v s de byggnads- och energitekniska merkostnaderna för dessa hus blir
 $26\,000 - 15\% \text{ av } 26\,000 = 22\,100 \text{ kr}.$

Nuvärdesberäkning med en realränta på 4% och 35 öre/kWh. Energiprisstegring och inflation antas ta ut varandra under den tekniska livslängden (30 år) för de vidtagna byggnadstekniska åtgärderna.

Nuvärdet av investeringen blir då:

$$3\,950 \text{ kWh/år} \times 0,35 \text{ kr/kWh} \times 17\,292 = 23\,900 \text{ kr}$$

D v s de byggnadstekniska passiva åtgärderna är lönsamma att vidtaga.



Köpt energi för uppvärmning och tappvarmvattenberedning 6 520 kWh/år

6 UTVÄRDERING

6.1 Energibalansdiagram

Elförbrukningen i tre fastigheter av olika typ har mätts under ett års tid. För att åskådliggöra hur lägenheternas energiförluster och de olika typerna av energitillförsel är fördelade, upprättas en s k energibalans anpassad till normalåret.

Först beräknas energiförlusterna för det studerade året; därefter jämförs det studerade årets klimat med normalåret.

Det bör påpekas att förlustberäkningarna försåras av osäkerheten i flödesmätningarna. De antaganden som görs försvaras av syftet med beräkningarna; att ge en ungefärlig bild av de olika förlusternas storlek under normalåret.

6.2 Transmissionsförluster

Beräkningen av lägenhetens transmissionsförluster utförs i två delar; ena delen utgörs av ytor som vetter mot utomhusluften, den andra delen består av de ytor som vetter mot glasrummet.

Golvets k-värde beräknas enligt SBN-80, med ett yttre och ett inre randfält. Kantisoleringen antages komma det yttre randfältet tillgodo. Husen är byggda på morän.

$$\begin{aligned}
 \text{Yttre randfält: } M &= m_{\text{betong}} + m_{\text{klinker}} + m_{\text{makadam}} + \\
 &+ m_{\text{jord}} + m_{\text{kantisolering}} \\
 M &= 0,20 + 0,30 + 0,2 + 0,70 + 0,04 \\
 \text{tot} & 1,7 \quad 0,09 \quad 0,05 \\
 &= 515 = k=0,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Inre randfält: } M &= m_{\text{betong}} + m_{\text{klinker}} + m_{\text{makadam}} + \\
 &+ m_{\text{jord}} \\
 M &= 0,20 + 0,30 + 0,2 + 2,20 = 585 \\
 \text{tot} & 1,7 \quad 0,08 \\
 &k= 0,17
 \end{aligned}$$

$$\text{Hus A: Yttre randfältets yta} = 22,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Inre - " -} = 35,2 \text{ m}^2$$

$$\text{KA golv} = 0,10 \times 22,2 + 0,17 \times 35,2 = 10,4 \text{ W/C}$$

$$\text{Hus B: Yttre randfältets yta} = 25,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Inre - " -} = 28,2 \text{ m}^2$$

$$\text{KA golv} = 0,20 \times 25,2 + 0,17 \times 28,2 = 9,8 \text{ W/C}$$

$$\text{Hus C: Yttre randfältets yta} = 27,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Inre - " -} = 32,8 \text{ m}^2$$

$$\text{KA golv} = 0,20 \times 27,6 + 0,17 \times 32,8 = 11,1 \text{ W/C}$$

Hus A	yta	k-värde	area	kA
ytor	golv			10,4
mot	tak	0,10	57,4	5,7
utomhus	fönster	1,80	9,6	17,3
temp-	dörrar	1,50	1,9	2,8
eratur		1,00	4,0	4,0
	vägg	0,17	74,7	12,7
totalt mot ytterytor			52,9 W/ C	
ytor	fönster,			
mot	dörrar	1,80	7,9	14,2
glasrum	vägg	0,34	15,6	5,3
rum	totalt mot glasrum			19,5 W/ C
Hus B	yta	k-värde	area	Ka
ytor	golv			9,8
mot	tak	0,10	56,2	5,6
utomhus	fönster	1,80	9,6	17,3
	dörrar	1,50	1,9	2,8
		1,00	4,0	4,0
	vägg	0,17	85,7	14,6
totalt mot ytterytor			54,1 W/ C	
ytor	fönster,			
mot	dörrar	1,80	4,1	7,4
glasrum		1,50	1,9	2,9
	golv,			
	tak	0,40	9,6	3,8
	vägg	0,34	23,0	7,8
totalt mot glasrum			21,9 W/ C	
Hus C	yta	k-värde	area	kA
ytor	golv			11,1
mot	tak	0,10	60,5	6,0
utomhus	fönster	1,80	5,7	10,3
	dörrar	1,50	1,9	2,8
		1,00	4,0	4,0
	vägg	0,17	106,8	
totalt mot ytterytor			52,4 W/ C	
	fönster,			
	dörrar	1,80	11,4	20,5
	vägg	0,34	18,9	6,4
totalt mot glasrum			26,9 W/ C	

Beräkningarna görs månadsvis, med månadsmedelvärde

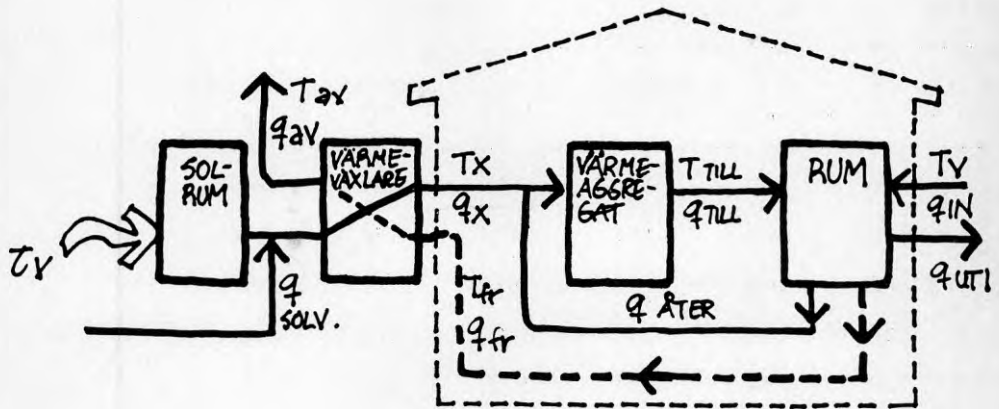
Beräkning av transmissionsförlusterna

Hus A Qtr = (52,9 (Ti-Tu) + 19,5 (Ti-Tglsr)) x tid

B Qtr = (54,1 (Ti-Tu) + 21,9 (Ti-Tglsr)) x tid

C Qtr = (52,4 (Ti-Tu) + 26,9 (Ti-Tglsr)) x tid

Månad	Qtr. A	Qtr. B	Qtr. C
aug	378	341	330
sep	547	564	458
okt	634	631	587
nov	690	753	712
dec	999	1 085	1 087
jan	1 428	1 530	1 582
feb	958	1 027	1 041
mars	1 065	1 163	1 133
april	640	685	609
maj	515	529	474
juni	401	426	365
juli	281	301	272
Total			
kWh/år	8 536	9 035	8 650
kWh/år, m2	74	83	72



DE VÄRDEN SOM MÄTTIS ÄR: $T_{\text{u}}, T_{\text{solrum}}, T_{\text{av}}, T_{\text{x}}$ $\frac{2}{4/5}$
 $q_{\text{solrum}}, q_{\text{av}}$

6.4 Ventilationsförluster med två antagna värden på q_{utl}

Månad	Hus A		Hus B		Hus C		
	$q_{utl}=5$ l/s	10 l/s	$q_{utl}=5$ l/s	10 l/s	$q_{utl}=0$ l/s	3 l/s	
Aug	116	138	110	131	180	193	
Sep	120	150	111	141	156	172	
Okt	132	163	133	163	193	210	
Nov	126	158	156	190	206	226	
Dec	229	274	211	260	273	301	
Jan	192	256	265	354	414	454	
Feb	173	219	190	239	277	306	
Mars	160	213	212	268	305	338	
April	85	118	128	163	71	90	
Maj	73	100	101	129	114	131	
Juni	39	60	59	80	114	125	
Juli	72	89	52	70	127	138	
Totalt	1 517	1 938	1 748	2 188	2 430	2 684	kWh/år
/ m ²	13	17	16	21	20	22	kWh/år, m ²

De mindre utläckande luftflödet i hus C motiveras av den stora uppmätta skillnaden i tillufts- och frånluftsflöden.

Med ledning av ovanstående beräkning antages ventilationsförlusterna för hus A till 15 kWh/m² år, och för hus B och C till 20 kWh/m², år.

6.5 Avloppsförluster

Inga mätningar har utförts för att bestämma storleken hos avloppsförlusterna. Normalt är förlusterna större än tillskottet från det uppvärmda vattnet. B Adamsson anger 3 600 Wh/dygn som ett troligt värde för ett normalhushåll. För de betraktade lägenheterna skulle detta betyda ca 10 kWh/m² år i avloppsförluster, netto.

6.6 Konstruktion av energibalansen

Diagrammens tillskottssida utgörs av tillförd el-energi samt uppskattad, tillgodogjord värme ifrån perosner och solinstrålning.

Förlustsidans delposter är beräknade transmissionsförluster, beräknade ventilationsförluster samt uppskattade avloppsförluster och övriga förluster. I övriga förluster inryms elförluster och avvikelser ifrån antagandena.

Utifrån dessa diagram konstrueras sedan energibalanser för det sk normalåret, som är varmare än det studerade året.

6.7 Beräkning av instrålad solenergi enl meddel. 146 Institutionen för byggnadsteknik, KTH

Avskärmningsfaktor $F_v = 81\%$ för treglasfönster

Medelantalet klara, halvklara och mulna dagar i Göteborg 580 N

	kl	hkl	m	s	so/sv	no/nv	n
Jan	4.1	8.9	18.1	30	11	4	4
feb	4.1	9.2	18.1	50	38	9	9
mars	7.1	10.2	13.7	81	69	24	19
april	6.2	11.3	12.5	83	82	43	31
maj	7.6	13.2	10.2	90	99	68	48
juni	5.5	13.5	11.0				
juli	5.0	13.8	11.2				
aug	4.8	14.1	12.1				
sep	4.6	12.4	13.0	78	71	31	24
okt	3.8	10.9	16.3	62	49	15	13
nov	1.8	8.1	20.1	31	23	5	5
dec	2.1	8.1	20.5	19	14	2	2

S: 525 456 201 154

$I = \text{Area } F \cdot S$

Hus A Fönster (ej solrum)

Mot sydväst: 3,5 m² = 3,5x0,8x456 = 1 277 kWh/år

Mot nordost: 4,8 m² = 4,8x0,8x201 = 772 = 2 049 kWh/år

18 kWh/år m²

Hus B Fönster

Mot söder: 2,2 m² 2,2x0,8x525 = 924

Mot norr: 6,8 m² 6,8x0,8x154 = 838 = 1 762 kWh/år

16 kWh/år m²

Hus C

Mot sydväst: 0,9 m² 0,9x0,8x456 = 328

Mot nordväst: 1,5 m² 1,5x0,8x201 = 241

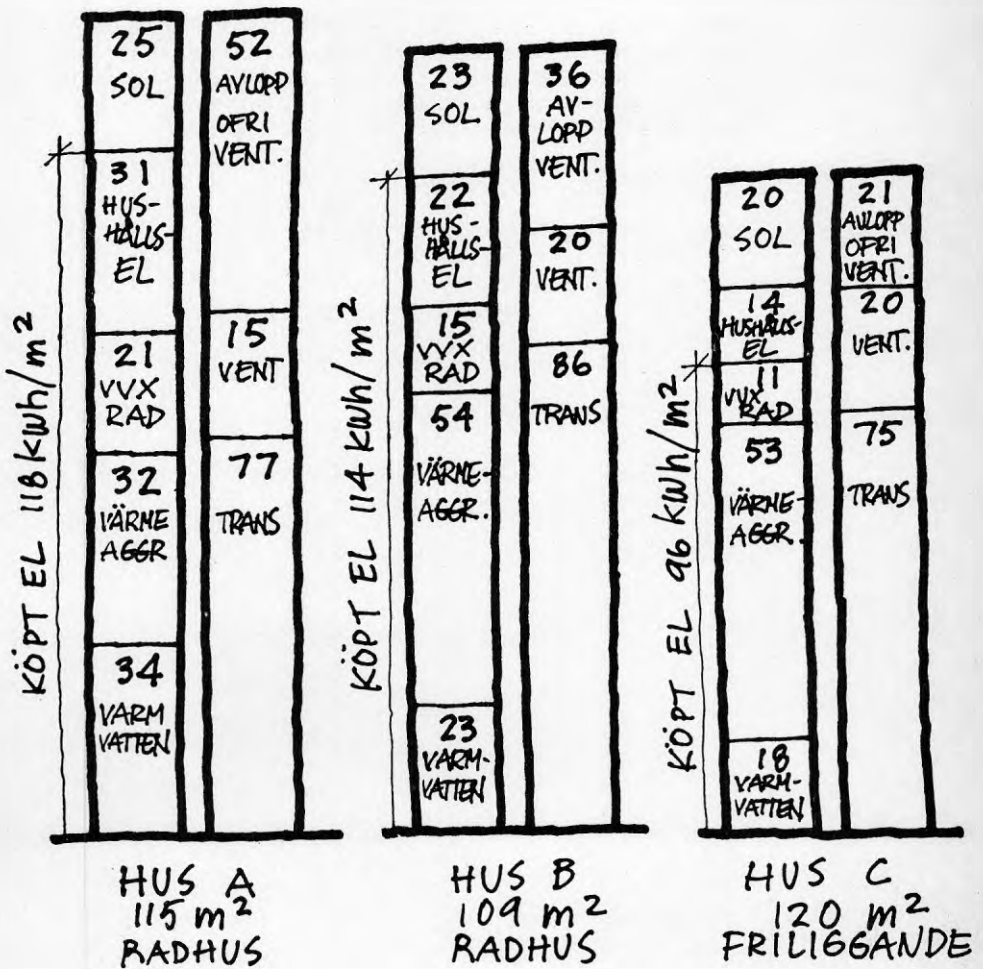
Mot nordost: 4,0 m² 4,9x0,8x201 = 643 = 1 213 kWh/år

10 kWh/år m²

Fönsterarea +- 15%

I energiblansen antages soltillskott 15 kWh/år m² för Hus A och B samt 10 kWh/år för Hus C.

Boendevärme från personer antas vara 10 kWh/år m².



6.9 Normalårets temperatur

För att få en uppfattning om hur utomhustemperaturen under det år mätningarna pågått, förhåller sig till normalårets temperatur på platsen, jämförs SMHI:s årsmedeltemperaturer för Göteborg.

Normalårets årsmedeltemperatur i Göteborg	7,9 C
Mätårets	- " - " " 6,3 C

Då mätvärden för normalårets årsmedeltemperatur för Brasebackenområdet saknas, antas normalåret, i likhet med Göteborg, vara 1,6 C varmare än mätåret.

Under förutsättning att Brasebackens månadsmedeltemperatur, på samma sätt som Göteborgs månadsmedeltemperatur avvikit ifrån Göteborgs normalmånadstemperatur, beräknas Brasebackens transmissionsför-luster för "normalåret".

Temperaturer och solinstrålning enl. SMHI; Landvetter

Månad	Göteborg			Brasebacken			Solinstrålning kWh/m ² globalstr	
	Mätåret SMHI	Normal året	Differ	Mätåret MCTH	Differ	Normal året	SMHI året	Normal år
aug	14.8	16.8	+4.0	12.9	+4.0	16.9	124	139
sep	10.2	13.1	+2.9	7.9	+2.9	10.8	87	84
okt	8.9	8.6	-0.3	7.5	-0.3	7.2	37	40
nov	6.8	4.5	-2.3	5.7	-2.3	3.4	15	15
dec	1.2	1.8	+0.6	-0.2	+0.6	0.4	7	8
jan-87	-7.9	-0.9	+7.0	-9.5	+7.0	-2.5	13	11
feb	-1.0	-1.2	-0.2	-2.4	-0.2	-2.6	30	28
mar	-2.0	1.3	+3.3	-3.6	+3.3	-0.3	70	71
april	6.4	6.0	-0.4	5.4	-0.4	5.0	101	111
maj	9.6	11.5	+1.9	8.8	+1.9	10.7	142	154
juni	12.3	15.2	+2.9	11.3	+2.9	14.2	107	182
juli	15.7	17.5	+1.8	15.3	+1.8	17.1	143	169

Beräkning av transmissionsförluster "normalåret"

Månad	Qtr A	Qtr B	Qtr C
Aug	206	173	168
sep	396	406	293
okt	650	648	605
nov	810	879	843
dec	967	1 051	1 052
jan	1 051	1 134	1 169
feb	968	1 037	1 050
mars	887	976	938
april	662	707	632
maj	413	422	362
juni	250	267	199
juli	209	222	202
Tot kWh	7 469	7 922	7 513
	65/m ²	73/m ²	63/m ²

Glasrumstemperaturen antas avvika på samma sätt som utomhustemperaturen, den antas dock ej överstiga 250C någon månad.

Transmissionsförlusterna minskar med 9 - 10 kWh/m², år under normalåret.

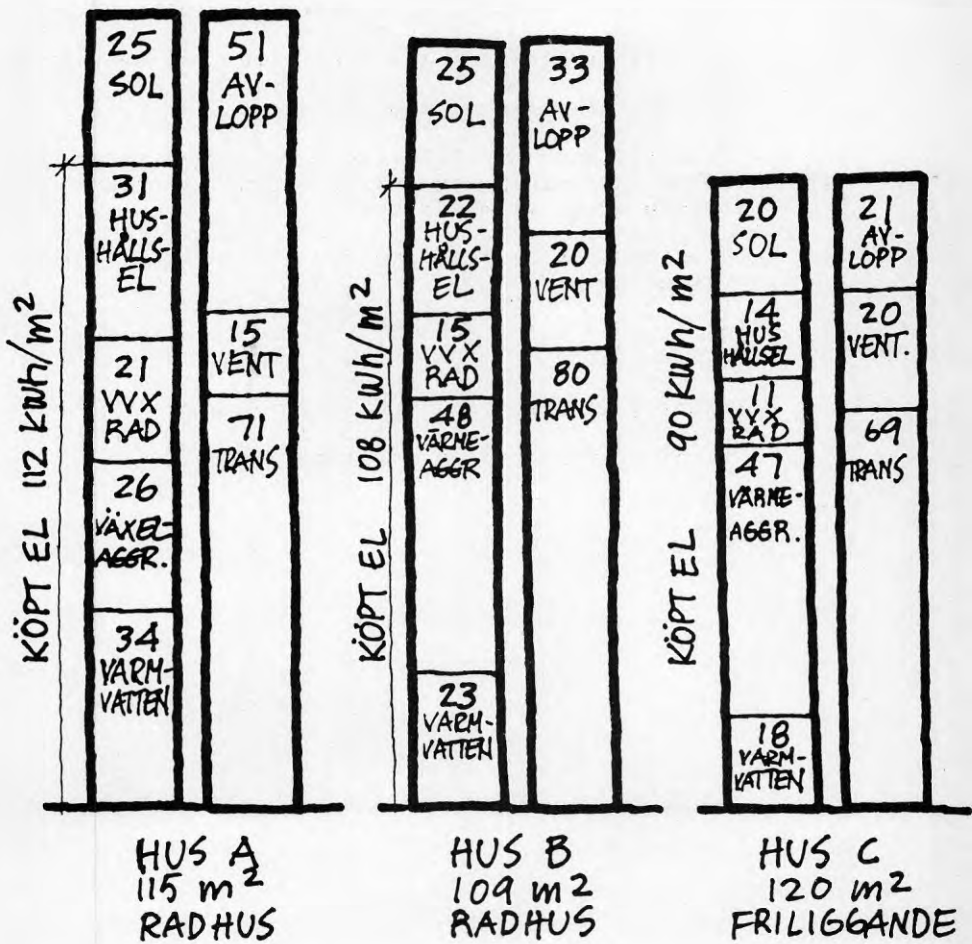
Under mätåret har augusti, juni och juli varit kallare än normalt. Man kan dock räkna med att de ökade transmissionsförlusterna under dessa sommar-månader täcks av sol, hushållsel och boendevärme.

Om man endast tar hänsyn till perioden september till och med maj, blir normalårets transmissionsförluster 6 kWh/m², år lägre än för mätåret.

Ventilationsförluster under normalåret

Ventilationsförlusterna påverkas betydligt mindre av utomhustemperaturen än vad transmissionsförlusterna gör. Det är främst den del av ventilationsförlusterna som utgörs av läckluft som ändras. Skillnaden mellan normalåret och mätåret blir endast ett par kWh/år, m². Från denna skillnad bortses följande energibalans.

Boendevärme antagen 110 kWh/m², år.

6.10 Energibalans för normalåret

6.11 Mätprogram

Mätcentralen vid Chalmers Tekniska Högskola, MCTH, har utfört mätningar i tre av lägenheterna, en av varje typ. Mätningarna påbörjades i augusti 1986, i september var samtliga mätenheter installerade. I varje lägenhet har följande mätuppställning gjorts.

- temperaturmätning i tre olika bostadsrum
- temperaturmätning på tre nivåer i ett av glasrummen
- temperaturmätning i tilluften före värmeväxlaren efter ev. inblandning av övermd uteluft
- temperaturmätning i avluften efter värmeväxlaren
- temperaturmätning i utomhusluften
- flödesmätning av tilluften före värmeväxlare, efter inblandning av övermd uteluft av frånluften efter värmeväxlare
- mätning av elförbrukning för beredning av varmvatten
- mätning av elförbrukning i värmeväxlare och radiatorer
- mätning av elförbrukning i värmeaggregat
- mätning av instrålad solenergi

Månad	Dagar	Tu	Ti	Tsolv	Tglasr	Tav	qtill	qfrån	Elvarmv	Elvent	Elluft	Elhush	Eltot
aug	31	12.9	22.9	15.6	20.4	19.9	28.5 ^l	32.8 ^l	200 ^l	50 ^l	50 ^l		
sep	30	7.9	21.5	16.3	19.4	19.5	28.5	32.8 ^l	300 ^l	148.7	69.0		
okt	31	7.5	21.2	15.1	14.7	18.8	29.6	33.9	349.5	216.7	148.3		
nov	30	5.7	20.2	12.0	10.4	16.5	28.1	31.2	333.3	295.2	216.1		
dec	31	-0.2	19.7	7.5	4.8	13.8	29.7	35.1	424.0	605.8	295.8		
jan	31	-9.5	19.2	2.5	-1.4	9.8	28.1	29.1	438.1	1 037.2	317.9		
feb	28	-2.4	19.8	9.1	6.9	14.9	29.0	32.5	365.6	472.4	346.1		
mars	31	-3.6	19.7	11.4	9.5	16.1	20.0	32.4	391.6	515.2	355.2		
april	30	5.4	20.5	16.4	15.9	19.4	20.0	31.6	383.9	173.6	265.6		
maj	31	8.8	21.0	17.7	18.6	20.2	28.4	30.1	333.6	86.9	143.4		
juni	30	11.3	20.8	18.0	18.0	20.3	28.1	27.8	190.2	74.9	108.8		
juli	31	15.3	23.1	17.4	24.9	20.8	22.3	25.1	150.6	18.8	44.2		
									3 860	3 695	2 360	3 711	13 626

HUS A Bras. 2 Radhus med utanpåliggande balkong

Månad	Dagar	Tu	Ti	Tsolv	Tglasr	Tav	qtill	qfrån	Elvarm	Elvent	Elluft	Elhush	Eltot
Aug	31	12.5	22.3	16.5	24.6	20.5	36 ¹⁾	40 ¹⁾	120	93	58.0		
Sep	30	7.9	21.7	18.6	20.0	20.7	36 ¹⁾	40 ¹⁾	202.2	243.3	73.6		
Okt	31	7.5	21.2	16.1	16.3	19.0	87.1 ¹⁾	41.2 ¹⁾	255.6	346.2	78.4		
Nov	30	5.7	21.4	13.3	12.4	17.4	35.0 ¹⁾	38.9	226.2	611.8	92.6		
Dec	31	-0.2	21.3	9.6	7.8	15.4	33.7 ¹⁾	37.4	277.2	864.8	204.0		
Jan	31	-9.5	21.1	5.4	2.8	12.8	33.7 ¹⁾	37.4	269.7	1295.7	318.0		
Feb	28	-2.4	21.4	11.1	10.4	16.2	33.7 ¹⁾	37.3	230.0	740.0	222.0		
Mars	31	-3.6	21.6	12.5	12.5	16.9	33.4 ¹⁾	37.1	231.3	783.9	237.5		
April	30	5.4	21.5	17.3	17.8	19.7	28.9	33.1	188.5	439.0	119.9		
Maj	31	8.0	21.3	19.3	19.7	21.0	29.7	34.2	206.4	196.5	115.5		
Juni	30	11.3	21.3	18.8	19.0	20.8	30.5	32.1	155.2	165.1	107.5		
Juli	31	15.3	23.3	19.4	24.6	21.9	28.5	29.0	135.7	88.8	67.4		
									2 498	5 868	1 694	2 404	12 464

Hus B Brasebacken 51 Radhus invr balkong

1) qtill antaget 0.9.qfrån där tillförlitliga
mätvärden saknas. För aug, sep antages
qfrån = 40l/s

Månad	Dagar	Tu	Ti	Tsolv	Tglasr	Tav	qtill	qfrån	Elvarmv	Elvent	Elluft	Elhush	Eltot
Aug	31	12.9	22.5	14.5	24.7	19.2	35.7 ¹⁾	48.8 ¹⁾	169.5	81.8	54.1		
Sep	30	7.9	20.2	20.3	20.5	21.4	35.7 ¹⁾	48.8 ¹⁾	170.3	182.8	74.3		
Okt	31	7.5	20.4	16.5	16.2	19.1	35.7	48.8	170.3	391.0	99.4		
Nov	30	5.7	20.2	12.6	11.7	16.7	34.0	45.7	188.5	571.3	129.1		
Dec	31	-0.2	20.3	8.0	5.9	14.0	32.7	43.0	184.2	988.5	185.2		
Jan	31	-9.5	20.6	2.9	0.2	11.1	33.4	44.5	175.9	1527.0	196.5		
Feb	28	-2.4	21.1	10.2	9.3	15.4	32.3	43.3	278.6	874.2	156.6		
Mars	31	-3.6	21.2	13.4	12.9	17.4	31.4	42.6	151.7	909.3	141.2		
April	30	5.4	20.2	17.3	17.6	19.2	27.6	31.5	147.3	457.5	91.7		
Maj	31	8.8	20.8	16.5	20.5	19.3	26.0	33.8	296.8	119.3	71.9		
Juni	30	11.3	20.0	16.5	18.1	19.0	28.9	39.8	167.0	107.4	76.1		
Juli	31	15.3	23.2	15.6 ²⁾	25.0	20.3	28.9 ¹⁾	38.9	105.2	85.0	61.6		
									2 0205	6 295	1 337	1 635	11 472

Hus C Brasebacken 16 Friliggande hus (hus 2 enl. MCTH)

1) Till- och frånluftsflöden antages för aug och sep som för okt. För juli antages qtill som för juni.

2) Osäkert värde pga störningar hos mätutrustningen.

Temperaturerna har mätts med strålningsavskärmade PT 100-givare. Givarna använder fyrtrådsteknik och har ett egenfel på 0,03 C. Givarna är anslutna till en systemvoltmeter HP 347 A. Mätvärden lagras som timmedelvärden i en HP 86 B-dator.

Flödesmätningarna har utförts med STIFABS mätfläns CME. Differenstrycket i mätflänsen mäts med MICATRONE. Det totala felet för flödesmätningarna uppskattas till 10% av uppmätt flöde.

Elförbrukningen har mätts med MCTHS egentillverkade pulsräknare.

Mätning av temperaturgradienter

Under de två sista veckorna i april-87 mättes temperaturgradienter i en av lägenheterna. Fyra temperaturgivare placerade med 50 cm inbördes avstånd, registrerade temperaturer i ett norr- och ett södervänt bostadsrum, samt i ett av solrummen. Givarna uppmätte temperaturer 5 cm ifrån en av innerväggarna. Fyra värden i timmen registrerades.

Det södervända rummet har under soliga dagar fått en temperaturskillnad i höjddled på ca 1 C/m.

Skillnaden mellan det norr- och södervända rummets temperatur under soliga dagar, uppgick till endast ett par grader. Genom att återluft cirkulerar i lägenheten fördelas överskottsvärme i ett rum till hela lägenheten.

Beräkning av energitillskott från glasrum och värmeväxlare

Energitillskottet från glasrummet beräknas utgående ifrån den temperaturhöjning av uteluften som fås i glasrummet med dess betonggolvs.

$$Q \text{ glasrum} = q_{\text{sol}} \times x \times c_p \times (T_{\text{sol}} - T_u) \times t_{\text{id}} \quad (\text{Wh})$$

Energitillskottet från värmeväxlaren beräknas utgående ifrån den temperaturhöjning av den solvärmda tilluften som fås i värmeväxlaren. Temperaturen efter värmeväxlaren beräknas med hjälp av definitionen på temperaturverkningsgrad.

$$\eta_T = \frac{T_x - T_{solv}}{T_f - T_{solv}} \Rightarrow T_x = \eta_T (T_f - T_{solv}) + T_{solv}$$

$$Q_{vux} = \rho_{solv} \cdot \beta \cdot c_p (T_x - T_{solv}) \cdot l \cdot d \quad (Wh)$$

	Qgl. A	Qvux A	Qgl.+ vux A	Qgl. B	Qvux B	Qgl.+ vux B	Qgl. C	Qvux C	Qgl.+ vux C	
aug	71	163	234	119	168	287	53	237	290	
sep	212	118	330	339	97	436	388	22	410	
okt	207	145	352	293	156	449	294	128	422	
nov	159	175	334	239	214	453	211	210	421	
dec	216	278	494	310	301	611	253	328	581	
jan	325	359	684	478	402	880	398	480	878	
feb	283	216	499	384	241	625	344	260	604	
mars	420	195	615	500	235	735	494	205	699	
april	293	102	395	304	100	404	290	76	366	
maj	231	83	314	283	61	344	183	101	284	
juni	166	71	237	201	70	271	133	92	225	
juli	43	102	145	106	95	201	8	183	191	
Total	2626	2007	4633	3556	2140	5696	3049	2322	5371	kWh/år

6.12 Temperaturer utomhus, i solrum och hos den solvärmda luften

Diagrammet på nästa sida visar temperaturerna under tio dagar i februari. Den solvärmda luftens temperatur har mätts just före värmeväxlaren. Luften sugas från solrummet ner i solrummets betonggolv och därefter i en kanal på vinden till värmeväxlaren i köket. Luften som värms av solen kommer att värmas ytterligare något i kanalen på vinden under vissa temperaturförhållanden.

Avsikten med diagrammet är att visa betonggolvet temperaturutjämnande funktion, samt temperaturvariationer under den betraktade perioden.

Man kan se att 38 C i solrummet dämpas till 17 C av betongplattan och att plattan sen värmer luften från solrummet efterföljande två dygn innan nästa soldag åter värmer plattan. Vid varje solig dag stiger solrummets temperatur och plattan laddas med värme för natten och ibland längre. Fördelen med detta är att man får en jämn tillförsel av solvärme och en viss lagring från soliga dagar med lägre uppvärmningsbehov till kalla dagar och nätter. Utan en sådan korttidslagring finns risk att man måste ventilera bort solvärmad luft och sedan stå utan när det blir kallare.

Om man jämför temperaturkurvorna för utomhusluften och den solvärmda luften ser man att solrummet värmer luften 10-15 C under denna period.

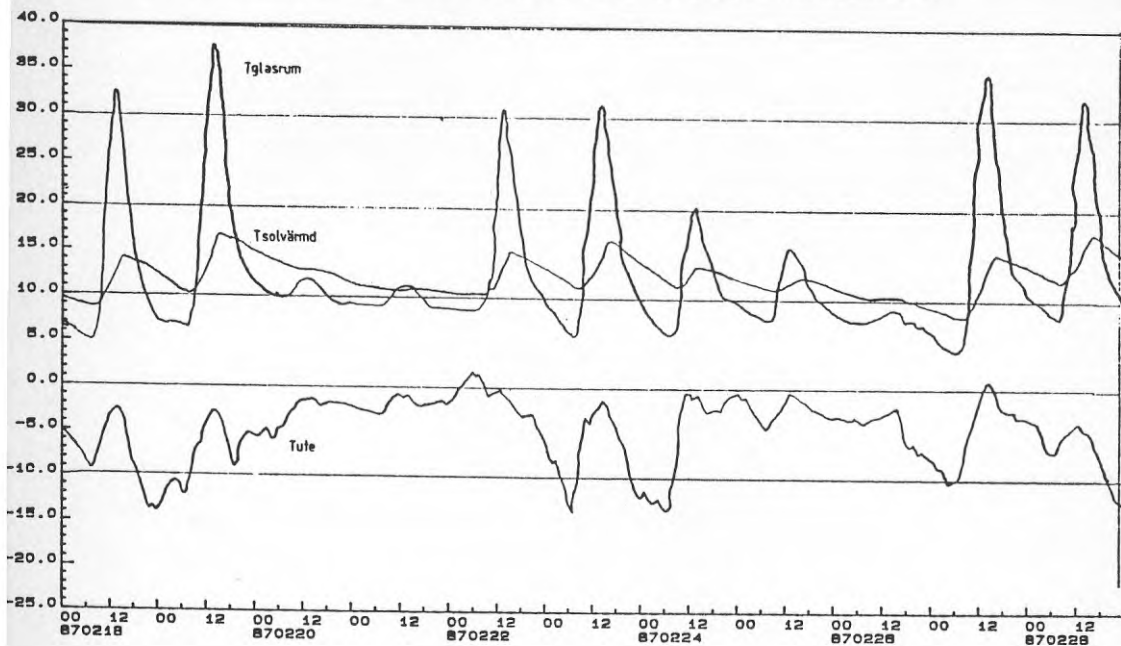
Solförvärmningen gör också att värmeväxlarens avfrostningsfunktion inte behöver utnyttjas. Den solvärmda luften var aldrig kallare än -1 C under vintern. Avfrostningen startar för tilluftstemperaturer på -5 C. Detta är en fördel dels genom att ingen energi används för avfrostning, dels för att avfrostningen ofta krånglar i värmeväxlare.

Det undre diagrammet visar frånluftsflöde och elförbrukning i värmeväxlare och luftvärmeaggregat. Den övre prickade kurvan är frånluftsflödet, topparna visar forcerad ventilation med köksfläkt. Den heldragna kurvan med såttandsutseende visar elförbrukning i värmeaggregatet, i kW. De horisontella bitarna sammanfaller med topptemperaturer i solrummet.

Det kan nämnas att inomhustemperaturen under perioden legat stadigt mellan 21 och 22 grader, utom under solrummets topptemperaturer, då temperaturen ökat till 24-25 grader.

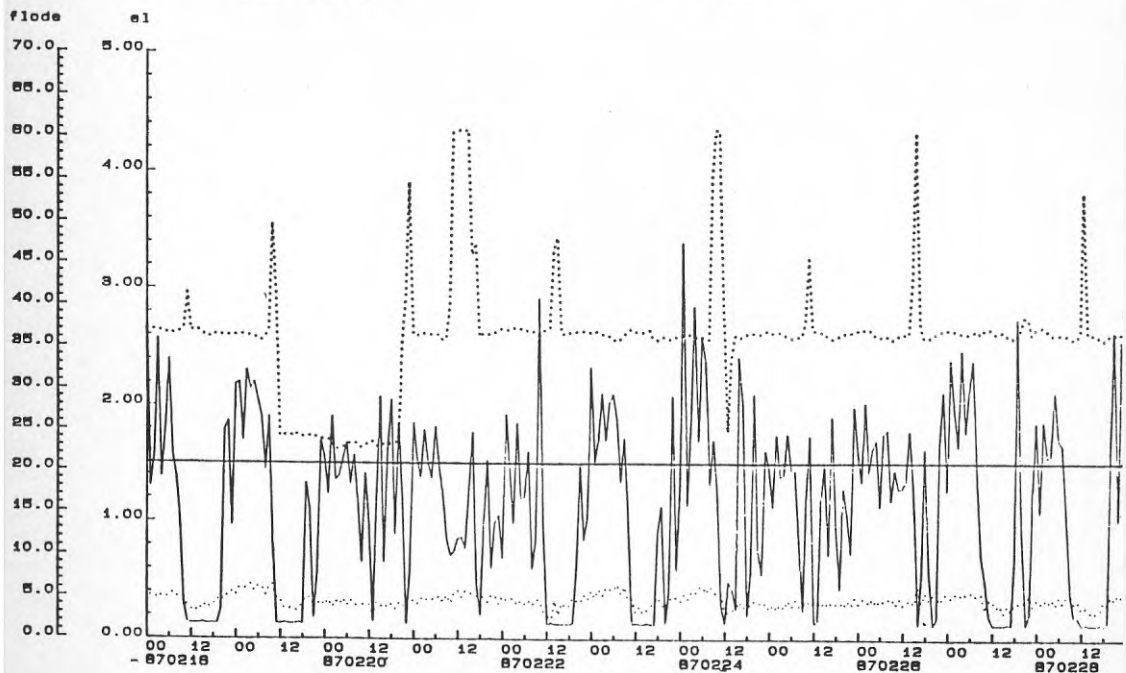
Av luftens temperatur som mätts efter värmväxlaren ligger ca 5 C under den solvärmda tilluftens temperatur, utom vid forcerat frånluftsflöde då avluftstemperaturen blir högre, värmväxlaren förmår inte sänka temperaturen lika mycket då flödet ökar.

Exempel på temperaturvariationer och glasrumsgolvets temperaturutjämning



1:37 PM THU., 14 MAY, 1987

..... Flöde tilluft 3
 Flöde frånluft 3
 E1 luftvärme 3
 E1 vent 3



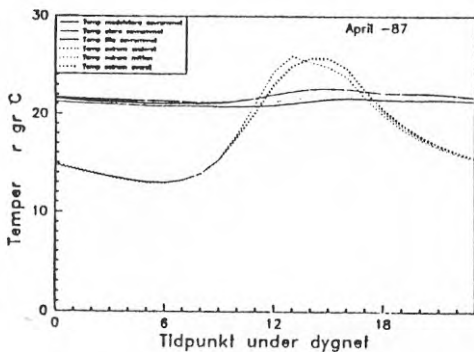
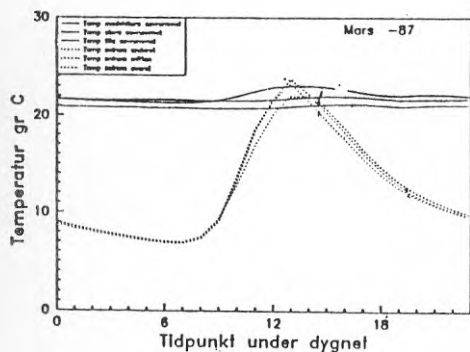
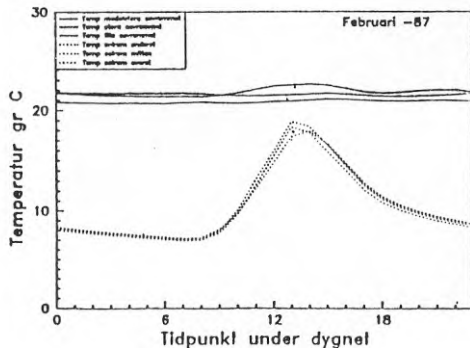
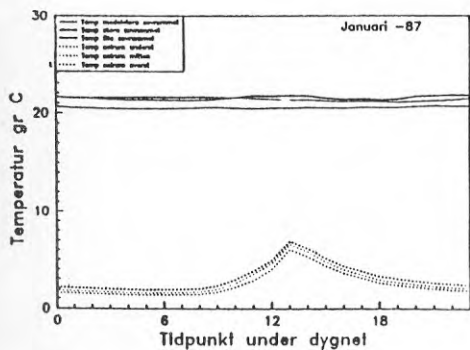
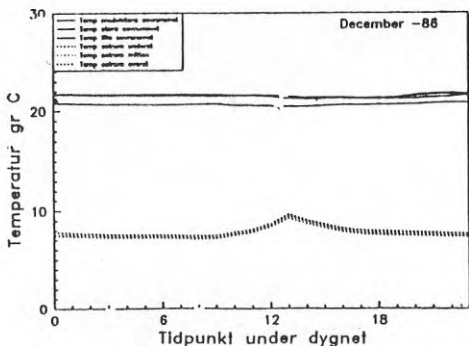
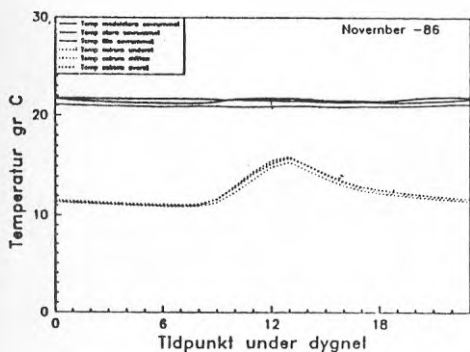
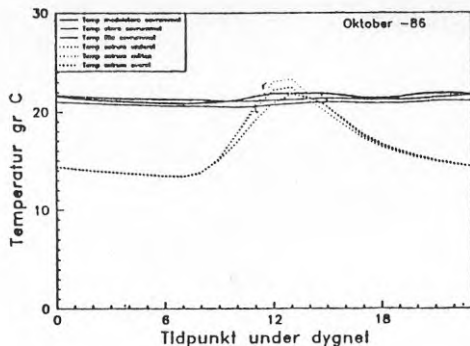
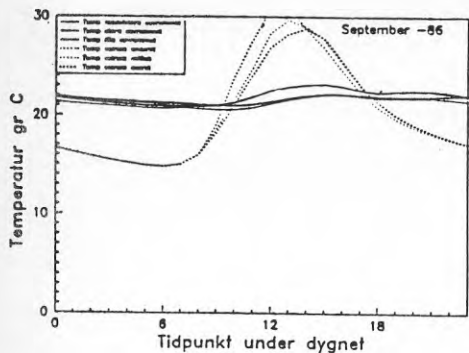
Från MCTH kommer även temperaturkurvor för perioderna 861010-870228 och 870610-870620. Dessa visar temperaturer i glasrum; solvärmd tilluft och utetemperatur.

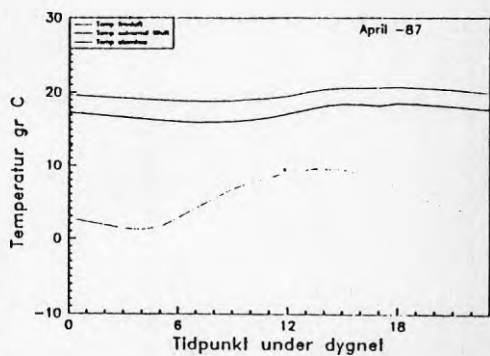
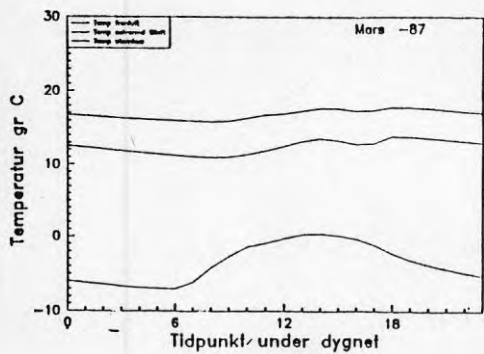
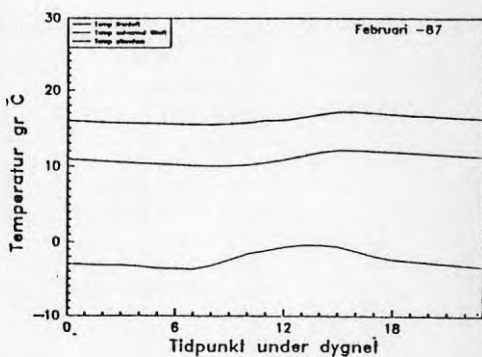
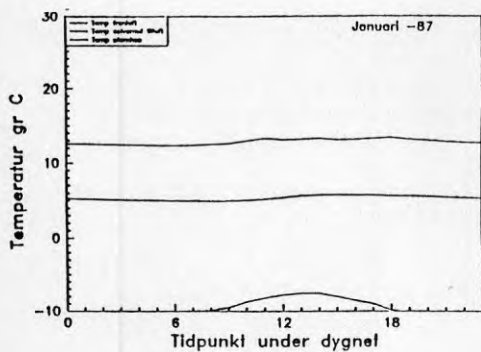
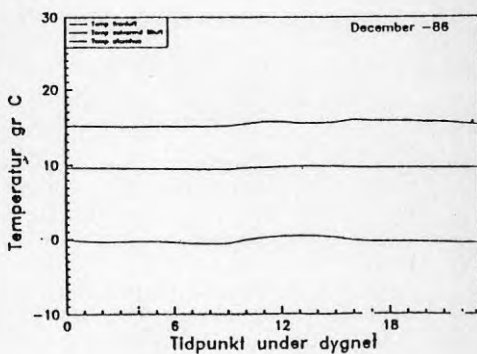
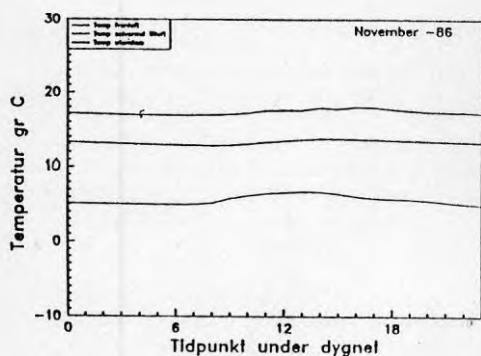
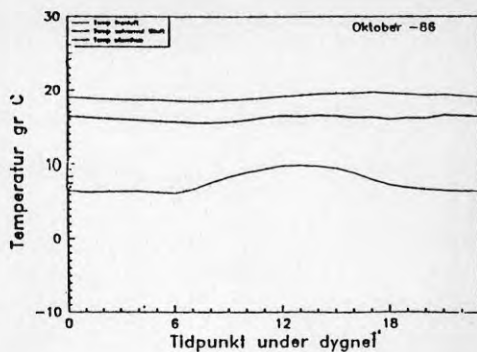
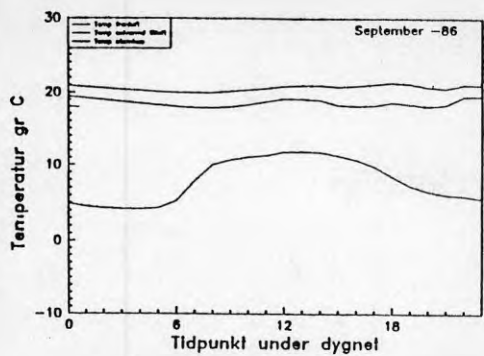
Dessutom ett varaktighetsdiagram för utomhus- och tilluftstemperatur.

Medeldygnstemperaturer för åtta månader

Följande två sidor visar temperaturer under ett medeldygn varje månad. De är konstruerade genom att för varje dygn under månaden ta medelvärdet av temperaturerna t ex klockan tolv. Kurvorna visar alltså förhållandena för ett "medeldygn" varje månad. Första sidans diagram visar temperaturer i solrum och inomhus, andra sidan visar avlufts-, solvärmd tillufts- och utomhustemperatur.

Kurvorna ger en uppfattning om möjligheten att vistas i solrummet under vintern, samt temperaturhöjningen av luften i solrummet.





7. KOMPLETTERINGSARBETEN

Vid tidpunkten för projekteringen av Brasebacken var intresset från tillverkande industrier mycket stort till att delta i detta experimentbyggnadsprojekt.

Värmesystemets utformning diskuterades ingående med berörda parter. De projekteringsanvisningar som fanns följdes.

Den öppna planlösningen i husen har medfört att de ljud som alstras i köket sprids i stora delar av huset.

I köket finns värmeväxlaren med sin fläkt och eftervärmningsbatteriet med sin fläkt. I hallen i direkt anslutning till köket sitter återluftsdonet.

Sammantaget med en hög grad av återluftscirkulation ca 75% av luftomsättningen har alla fläktar och övriga apparater genererat oacceptabelt hög ljudnivå.

Genom sänkning av återluftsflödet, vilket lät sig enkelt göras i detta mycket välisolerade hus samt att kanalerna och ACJ aggregatet i köket extra isolerats har ljudnivåerna kraftigt sänkts (se bilga 2).

Merkostnaden för detta arbete har bestridits med extra experimentbyggnadslov.

Hittills har endast 3 hus åtgärdats men resterande hus kommer att åtgärdas under våren -89.

8. BETEENDESTUDIER OCH FORTSATT UTVECKLINGS- ARBETE

Som ett följdprojekt har sociolog Karin Engwall genomfört en beteendestudie av de boendes förväntningar, upplevelser och besvikelser över solrummets funktion.

Projektet är i sin helhet ännu ej avslutat men en första delrapport anger att flera frågeställningar har glömts bort eller ej tillräckligt väl beskrivits vid försäljningen av detta bostadsområde.

Den färgglada broschyren gav större förväntningar på färdigställandegraden av solrummet. Temperaturvariationen blev större än förväntat trots att det i broschyren talades om detta.

Systemets enkelhet var en central frågeställning vid projekteringen men det är tveksamt om gemene man har förstått enkelheten.

Å andra sidan säger merparten av de tillfrågade att de skulle välja ett solrum även nästa gång om valmöjligheten finns.

En fördjupad analys av utnyttjandegraden av solrummet i samarbete med den sociologiska utredningen skulle kunna ge mycket intressant och värdefull information som skulle kunna ligga till grund för fortsatt utvecklingsarbete kring solrummens utformning.

Utnyttjandegraden styrs till mycket stor del av vilka möjligheter systemet medger. Om rummet är dragfritt, om kompletteringar av ytskikten kräver mycket byggtekniskt kunnande etc? Dessa plus många andra tvärfackliga frågeställningar bör belysas mer ingående för att de nästa gång ej skall bli bortglömda.

Ett experimentbyggnadsprojekt av denna karaktär, där ett huvudsyfte har varit att skapa enkla system och bra boendemiljö, borde avslutas med en kom-ihåg-lista eller kravlista på väsentliga problemområden som måste genomarbetas på ett adekvat sätt vid nästa projekteringstillfälle.

BRASEBACKEN, PARTILLE

Protokoll ljudmätning: Luftvärme- och ventilations-
system efter ljudreducerande
åtgärder

Mätning av ljudnivå har utförts med decibelmätare i de tre husen Brasebacken 9, 21 och 31 efter det att ljudreducerande åtgärder utförts i november 1988.

Åtgärderna har bestått i att återluftsflödet genom ACJ-aggregatet har sänkts. Dessutom har en ljuddämpande inklädnad av kanaler i kök ovan ACF-aggregatet utförts.

Bakgrundsnivån var vid mättillfället 1989-03-01 ca 22 dBA i alla tre husen.

Enligt mätningar i mars 1988 skulle de genomförda ljudreduceringarna förväntas ge följande ljudnivåer:

Kök	34-35 dBA
Matplats	32-33 dBA
Vardagsrum (i matplatsens förlängning)	30 dBA

Sammanfattande resultat

Effekten av åtgärderna varierade i de tre husen men i stort uppnåddes det förväntade resultatet. Vid mätning av ljudnivån (med kyl och frys avstängda) visade det sig att hus 9 och 31 hade de högsta värdena. Nivån i hus 9 var:

Kök	34 dBA
Matplats	32-33 dBA
Vardagsrum	
- i matpl. förl	31 dBA
- inre del	28 dBA

I hus 31 gav motsvarande mätningar följande resultat:

Kök	36 dBA
Matplats	33 dBA
Vardagsrum	
- i matpl. förl	30 dBA
- inre del	28 dBA

I hus 21 var nivån ett par dBA lägre. Här var det dock fel på solrumsfläkten som suger in uteluft till ACF-aggregatet. Flödet från solrumsfläkten var mycket lågt. Följande ljudnivåer uppmättes:

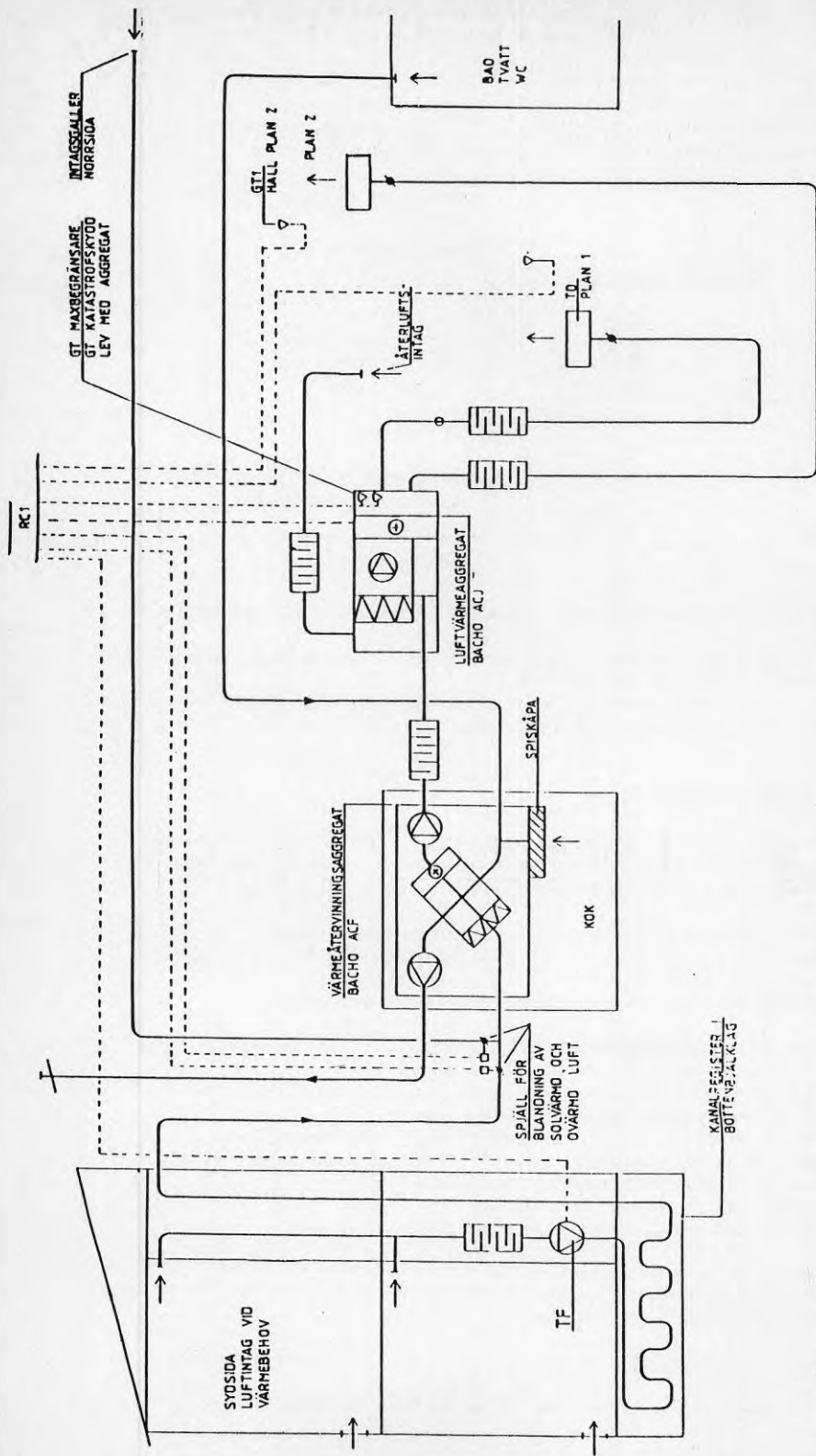
Kök	31 dBA
Matplats	29 dBA
Vardagsrum	
- i matpl. förl	27 dBA

Huruvida det lägre flödet från solrummet påverkar det totala flödet i systemet gick ej att konstatera vid mättillfället. Det är således oklart om detta påverkar den uppmätta ljudnivån.

I samtliga tre hus var ljudnivån i sovrummet över kök låg:

Hus 9	25-27 dBA
Hus 31	26-27 dBA
Hus 21	23-24 dBA

Prov utfördes också med att stänga av ACF-aggregatets tilluftsfläkt. Mätningarna visade då att ljudnivån sjunker i kök och vid matplats med 2-3 dBA i hus 31 och med 0,5-1 dBA i hus 9 och 21. I vardagsrummet blir nivån då under 29 dBA i alla tre husen.



Reglerstrategi

De båda spjällen före värmeåtervinningsaggregatet reglerar temperaturen hos den inkommande luften så att inomhustemperaturen håller +21 C.

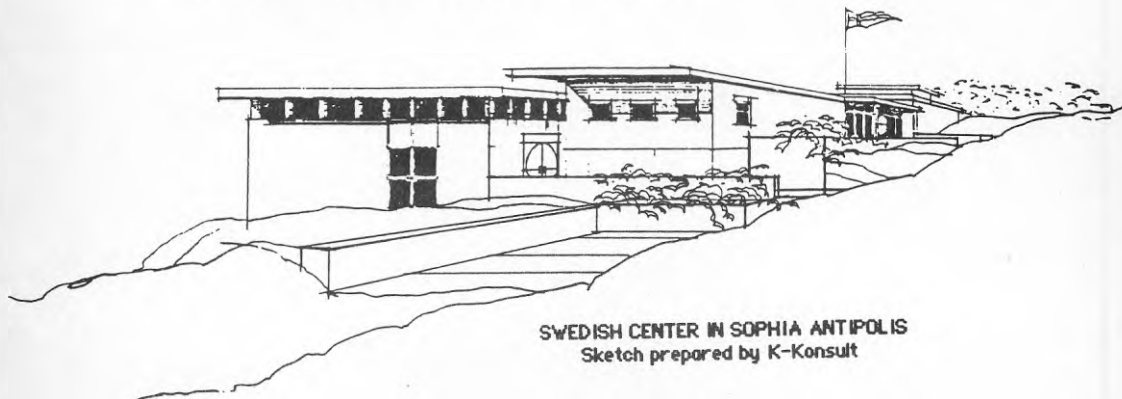
Om inomhustemperaturen sjunker till +19 C, kopplas luftvärmesaggregatet in tills +21 C uppnåtts.

Project 9 : SWEDISH ENERGY AND BUILDING CENTER IN SOPHIA ANTIPOLIS (in progress).

Since the AFME ground is no longer available for this Center, BFR is now considering other alternatives of establishing a Swedish center in Sophia Antipolis.

The aim of the Center is to facilitate :

- bilateral research projects, seminars, etc.
- information on research, development and experimental construction
- contacts and information towards the general research activities in Sophia Antipolis
- demonstration of Swedish and French energy and building techniques.



Project 10 : ENERGY SAVINGS IN EXISTING BLOCKS OF BUILDINGS IN FRANCE AND SWEDEN (in progress).

The project is proposed to start with a French-Swedish expert meeting with the aim to design and realize common projects in France and Sweden.

A project summary with a detailed programme of the first phase of the project will be discussed at the third meeting of the Steering Committee.

PROJECTS UNDER CONSIDERATION

- Common realization in France of a large solar collector array (>2,000 m²) suited for domestic hot water production. The project could be divided into two phases : pre-study and realization. A project summary to be approved by the Steering Committee is under preparation.

- Development of methods and techniques concerning the use of ground heat sources. An agreement is to be signed between the BRGM and the University of Lund concerning the common project. A project summary to be approved by the Steering Committee is under preparation.

- Development of a common test method for the testing of solar domestic water heating systems. The project comprises the following activities and objectives :

- * highly reproducible laboratory experiments to be performed at the Solar Simulator Test Stand of the Swedish National Testing Institute, NTI, at Borås
- * the French testing method will be spread to another country, which will consolidate its position in ISO TC 180 Solar Energy
- * Sweden will have a modern testing method at its disposal.

The project could be completed by the end of April 1985.

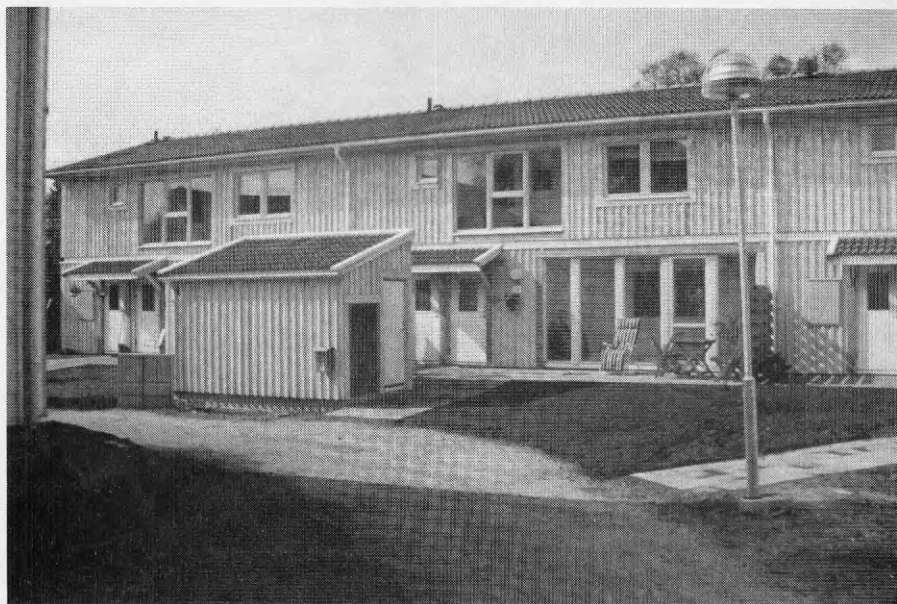
A project summary will be presented at the third Steering Committee meeting.

- Development and market investigation of low cost solar and wind measurement devices. From the French side information has been given to BFR about low cost pyranometers. BFR will investigate potential Swedish partners and users.

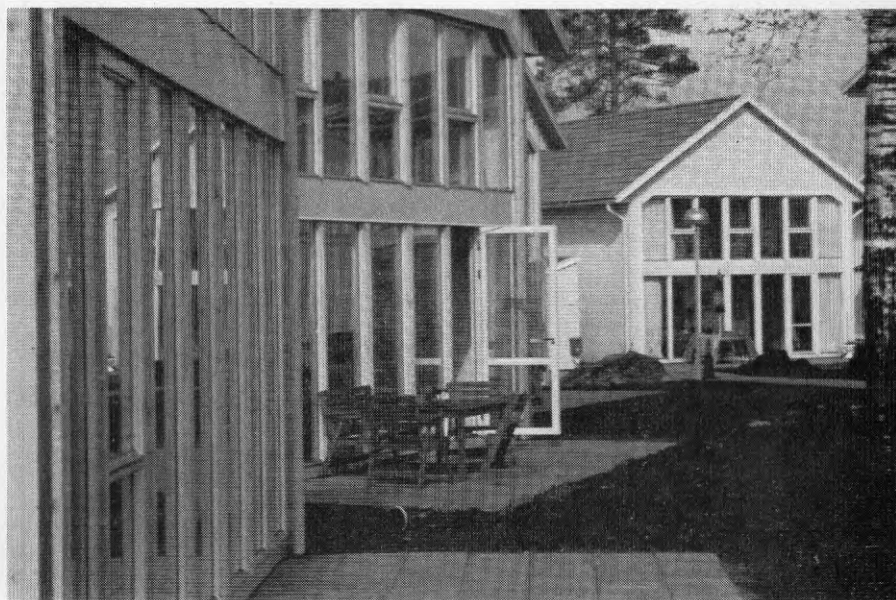
- Joint venture between CRISTOPIA and CRISTOPIA AB on latent heat storage of energy for buildings.

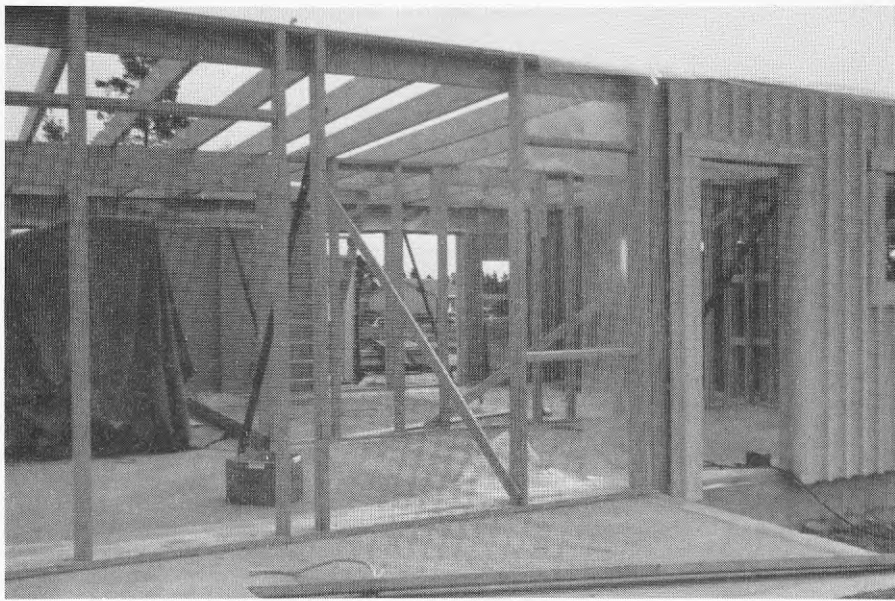
The AFME has decided to grant CRISTOPIA in 1985 as the BFR is considering the support of CRISTOPIA AB.

A new project summary will be discussed at the 3rd Steering Committee meeting.

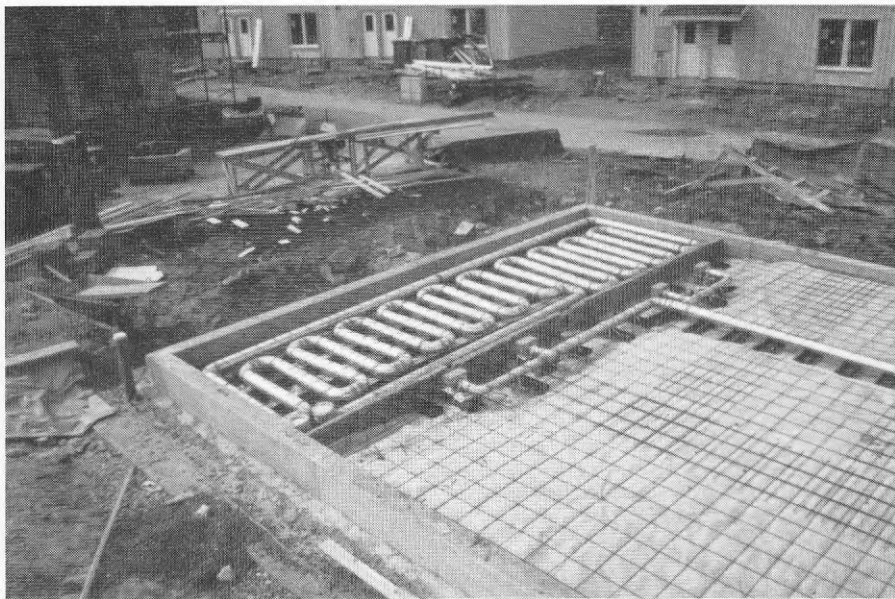


De olika utblickarna vid en rundvandring i området

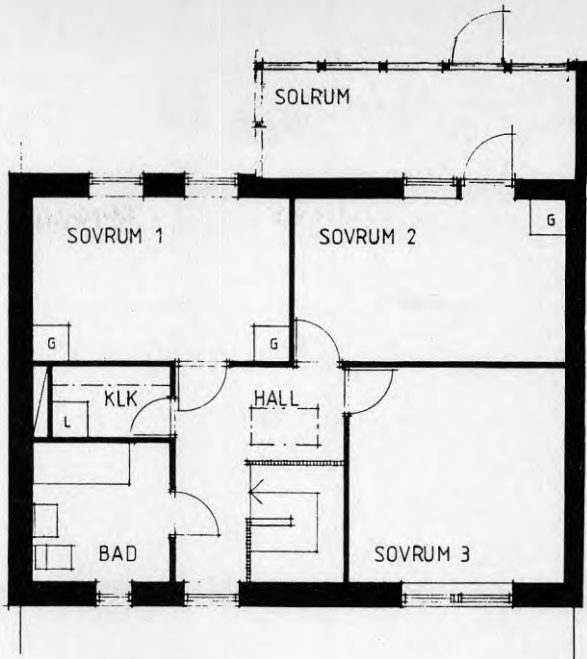




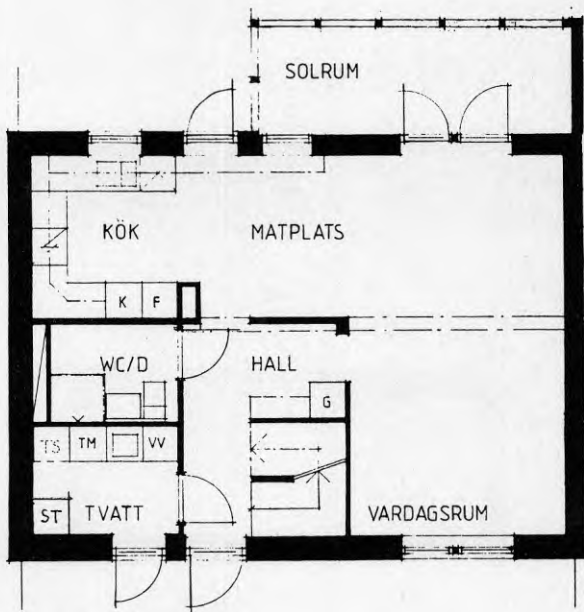
Rationellt småhusbyggande



Det enkla distributionssystemet

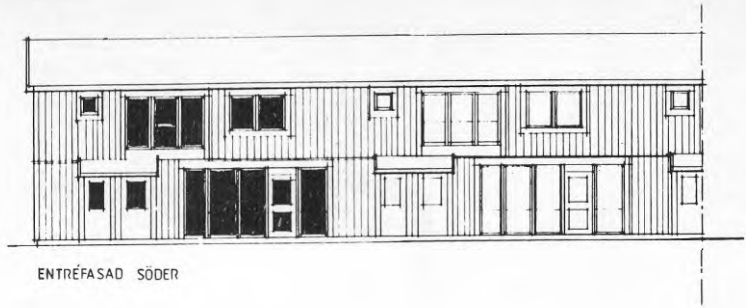


PLAN 1 TR

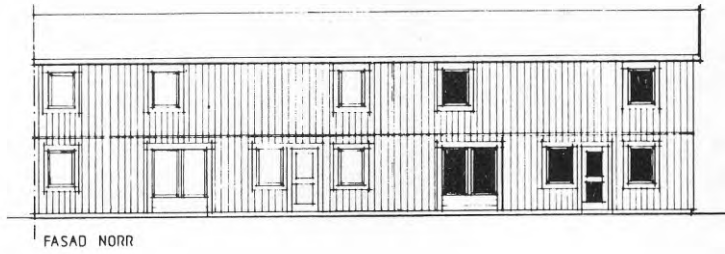


BOTTENPLAN

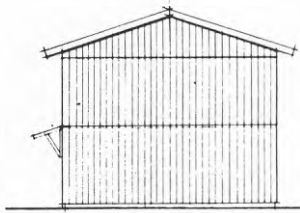
HUS A



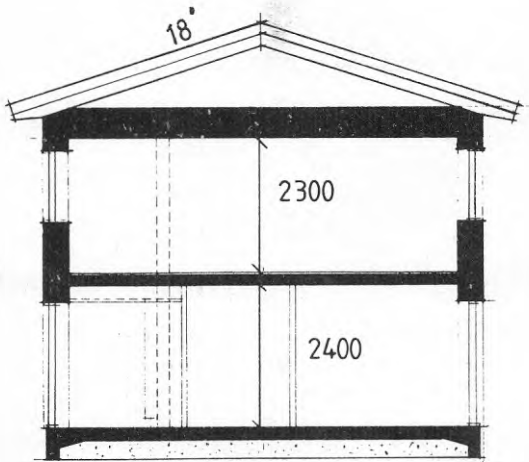
ENTRÉFASAD SÖDER



FASAD NORR

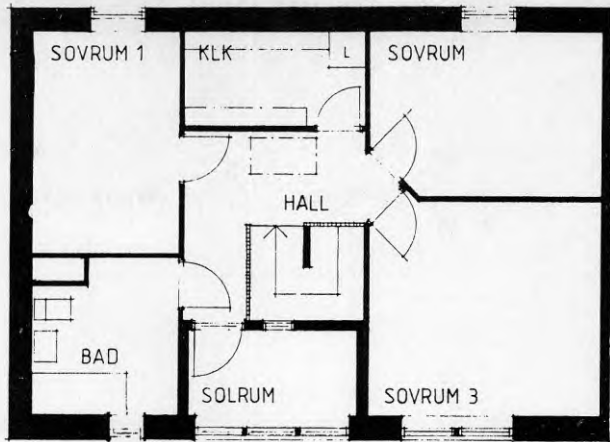


GAVEL

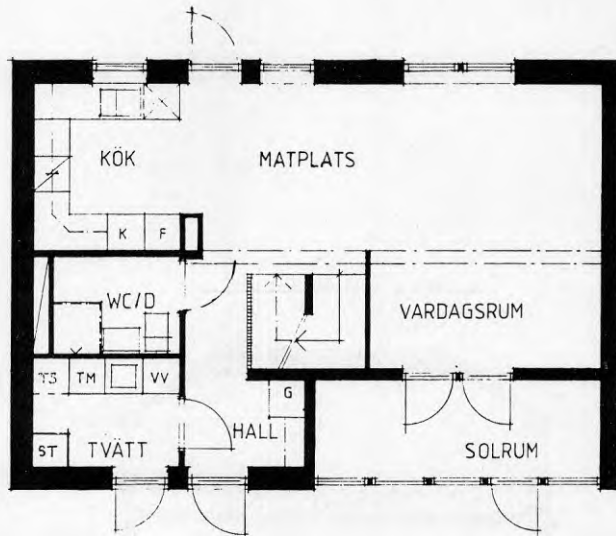


SEKTION

HUS B

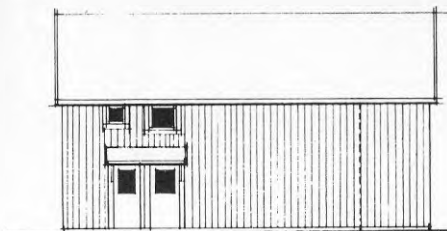


PLAN 1 TR



BOTTENPLAN

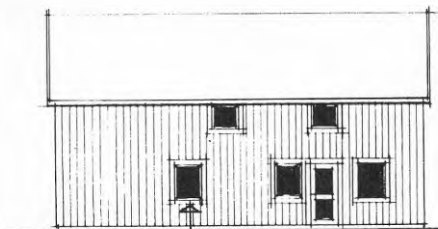
HUS B



ENTRÉFASAD VÄSTER

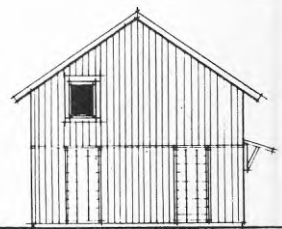


GAVEL SÖDER

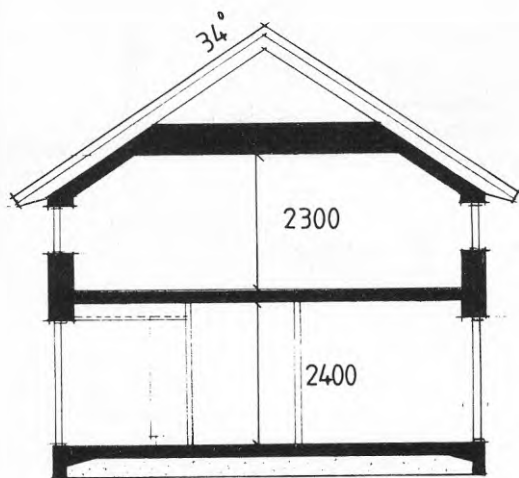


FASAD ÖSTER

gäller endast hus 9,11,12,14,21,22

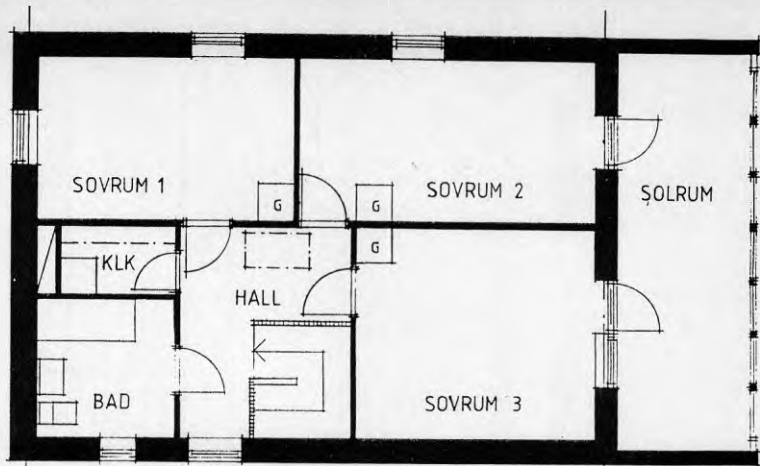


GAVEL NORR
spaljé endast hus 12,13,14, 21,22

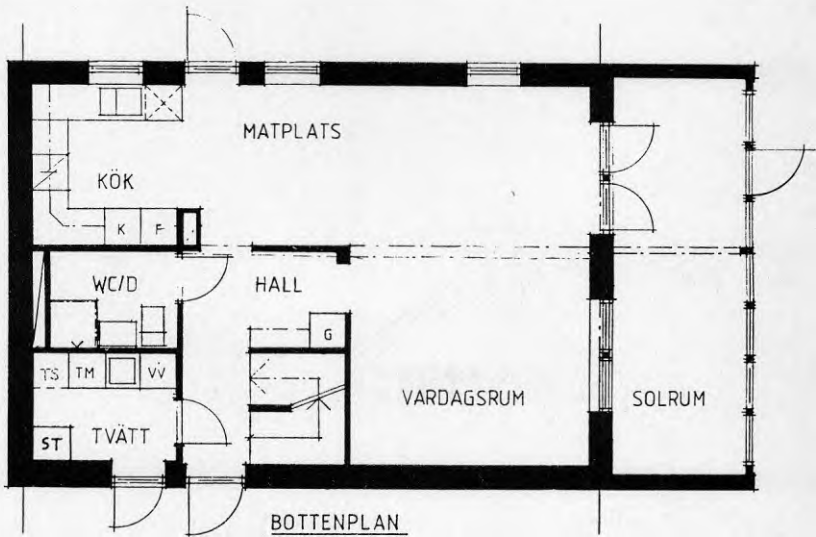


SEKTION

HUS C

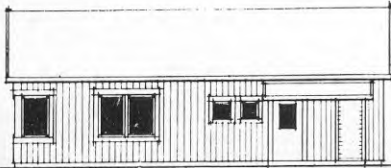
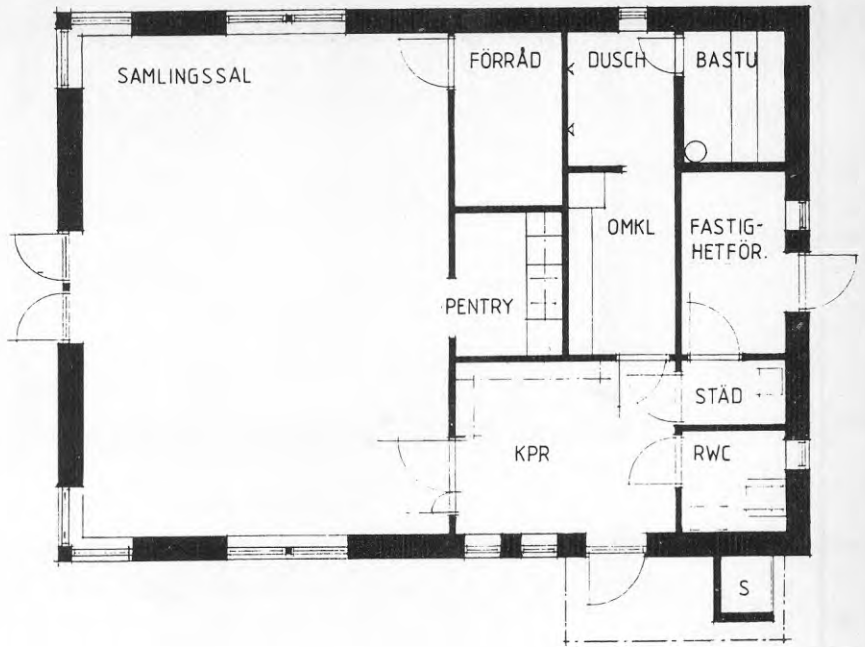


PLAN 1 TR

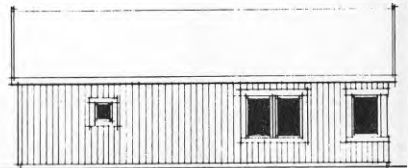


BOTTENPLAN

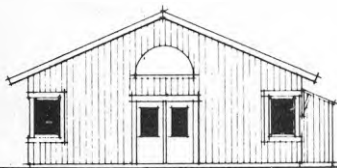
HUS C (hus 12, 21 spegelvända)



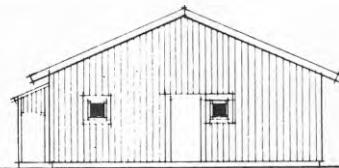
ENTRÉFASAD SÖDER



FASAD NORR

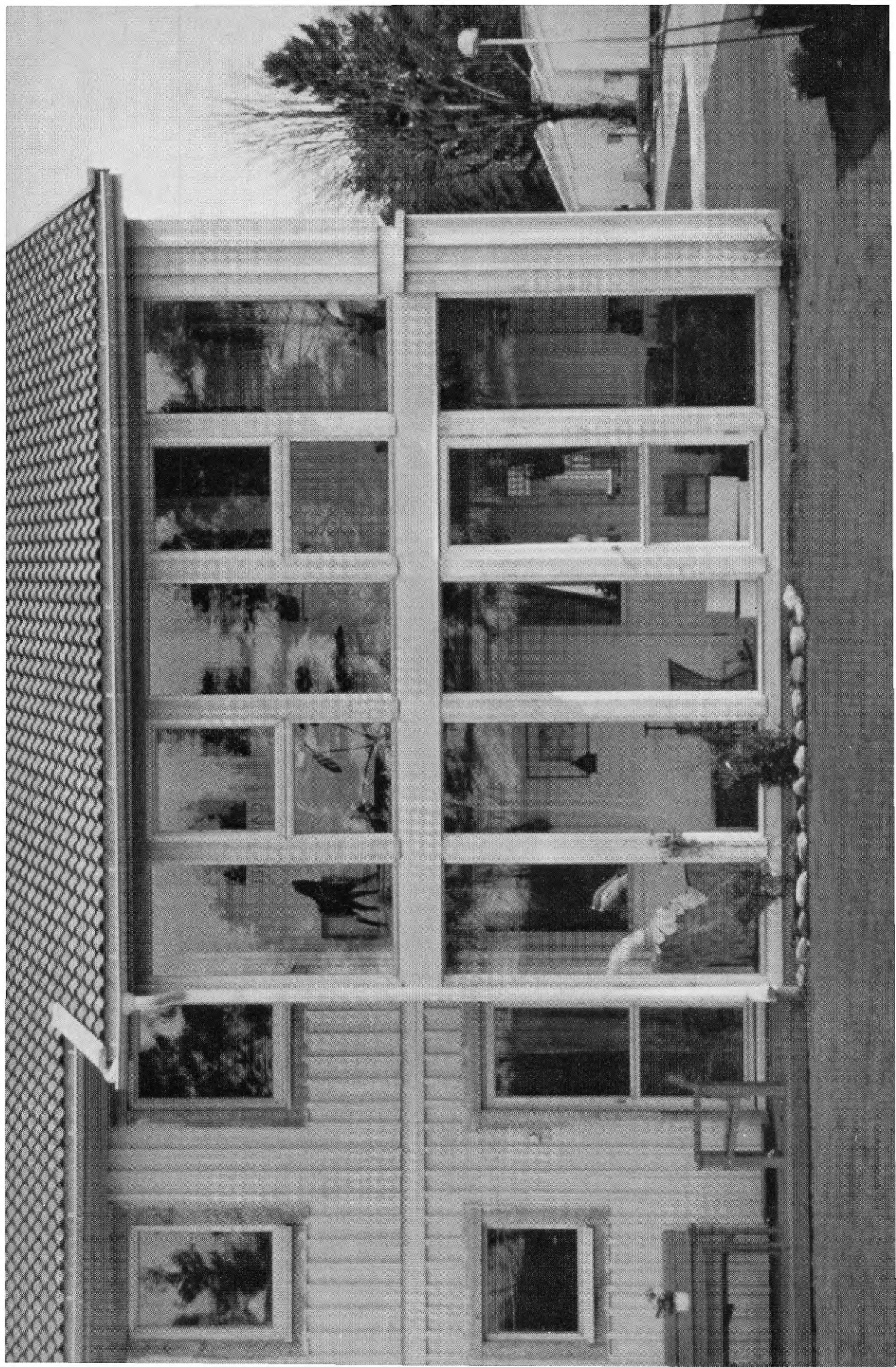


GAVEL VÄSTER



GAVEL ÖSTER

GEMENSAMHETSLOKAL



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850379-7
från Statens råd för byggnadsforskning till K-Konsult,
Göteborg.**

R93: 1989

ISBN 91-540-5102-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709093

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 43 kr exkl moms