



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

R113:1986

Energisparkvarter i Uppsala

Sven-Erik Bjerking

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *Ser*

V/A

Byggeforskningsrådet

R113:1986

ENERGISPARKVARTER I UPPSALA

Sven-Erik Bjerking

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810940-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking
Ingenjörbyrå AB, Uppsala.

REFERAT

Inom utvalda bostadsområden på sex platser i vårt land, Malmö, Göteborg, Sundbyberg, Uppsala, Umeå och Kiruna, har planlagts och genomförts energisparåtgärder i syfte att få fram spareffekt och lönsamhet för var och en av åtgärderna. Detta projekt avser redovisning av de resultat, som uppnåtts i bostadsområdet kv Rangström 2, Uppsala.

Rapporten inleds med allmänna uppgifter om byggnader, förundersökningar, mätinstallationer och planerade åtgärder. Sedan följer energiberäkningsmodeller, förteckningar kring energisparåtgärderna med mätresultat samt utvärderingar. Rapporten avslutas med skötselinstruktioner anpassade till bostadshus, som upprättades och tillämpades.

I åtgärdshusen uppnåddes jämfört med referenshusen etappvis följande resultat för energisparandet och kostnaderna härför

| | | | |
|---------|--|--------|---------------------------|
| Etapp 1 | Tätning av ytterväggar och fönster Ändring av ventilationen | } 25 % | 84.3 kr/m ² ly |
| Etapp 2 | Ändring av kryprum från uteluft till ineluftsventilation | } 30 % | 32.9 kr/m ² ly |
| | Inreglering av värmesystemet Fönsterkonvertering (1 hus) | | |

Rapporten innehåller dessutom erfarenheter av åtgärderna, hur hyresgästerna upplevt det hela, hur skötselinstruktionerna fungerat m m.

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

R113:1986

ISBN 91-540-4656-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986 637116

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | | Sid |
|-----|--|-----|
| 1 | INLEDNING | 4 |
| 2 | ÖVERSIKT | 6 |
| 2.1 | Orientering | 6 |
| 2.2 | Byggnadsuppgifter | 7 |
| 2.3 | Förundersökningar | 12 |
| 2.4 | Mätinstallationer | 16 |
| 2.5 | Planerade åtgärder | 17 |
| 3 | ENERGIBERÄKNINGSMODELLER | 20 |
| 3.1 | Beräkning av värmebalansen | 20 |
| 3.2 | Beräkning av energispareffekten | 21 |
| 3.3 | Beräkning av lönsamheten | 22 |
| 4 | ENERGISPARÅTGÄRDER | 23 |
| 4.1 | Allmänt, åtgärder etapp 1 resp 2 | 23 |
| 4.2 | Beräknad energispareffekt | 24 |
| 4.3 | Beräknad lönsamhet | 26 |
| 4.4 | Arbetsdetaljer med erfarenheter | 27 |
| 4.5 | Kostnader | 34 |
| 4.6 | Diverse hinder | 36 |
| 5 | MÄTRESULTAT | 38 |
| 5.1 | Mätningar av temperaturer | 38 |
| 5.2 | Mätningar av värme och varmvatten | 39 |
| 5.3 | Mätningar i kryprum | 40 |
| 6 | UTVÄRDERING | 42 |
| 6.1 | Underlag | 42 |
| 6.2 | Energibesparing efter åtgärder etapp 1 | 42 |
| 6.3 | Energibesparing efter åtgärder etapp 1 och 2 | 44 |
| 6.4 | Sammanfattande synpunkter | 46 |
| 7 | SKÖTSELINSTRUKTIONER | 48 |
| | BILAGOR | 59 |

ENERGISPARKVARTER I UPPSALA

1 INLEDNING

Projektet, som är en del av det landsomfattande projektet Energisparkvarter, avsåg från början ett bostadsområde med 4 st lika 6 våningshus inom kv Helge i Uppsala. Bostadsområdet ägs av Bostadsrättsföreningen Helge. I ett av husen bor Birgitta Dahl, vars initiativ gjorde att just kv Helge kom att ingå i projektet Energisparkvarter.

Förberedelserna för projektet med konditions- och energisparbesiktning, åtgärdsförslag med lönsamhetsberäkningar m m påbörjades augusti 1981 och försiggick sedan i nära samarbete med bostadsrättsföreningens ordförande och vice värd. Ordföranden försäkrade att projektet var väl förankrat hos föreningens medlemmar, vilket också framgick vid ett sammanträde hos Uppsala Industriverk 4 september 1981 med deltagande av representanter från BFR.

Projektet var så gott som slutfört i förberedelsestadiet, då det gavs en ny försäkran om positiv medverkan från föreningen, vilket bekräftades i ett styrelseprotokoll av 13 januari 1982. Snart därefter, närmare bestämt 16 februari 1982, hoppade emellertid bostadsrättsföreningens styrelse av från projektet. Detta motiverades av att bostadsrättsföreningen inte ville vara med, om inte BFR bekostade åtgärderna. Dessutom menade styrelsen att BFR skulle lämna garantier för att energisparåtgärderna skulle leda till avsedda resultat.

Detta överraskande avhopp delgavs Birgitta Dahl i en skrivelse av 17 februari 1982 i förhoppning om att hon genom sitt inflytande som medlem i föreningen i snart instundande årsmöte skulle kunna förmå föreningen att ändra styrelsens beslut. Föreningen lät sig dock inte påverkas. Detta framgick senare vid ett samtal med Birgitta Dahl.

Underhandlingar inleddes därför snabbt med Uppsalahem AB i Uppsala, Byggnads AB Miner i Västerås och Stiftelsen Hyreshostäder i Örebro, som var för sig var i färd med att genomföra omfattande energisparåtgärder på sina byggnader. De var samtliga villiga att dela med sig av sina erfarenheter och kunde erbjuda lämpliga bostadsområden som försöksobjekt. Det bedömdes då bäst att välja Uppsalahem AB för projektet Energisparkvarter.

I Uppsalahems program för energisparåtgärder stod närmast i tur kv Rangström i Västra Gottsunda. Projektet kom därför att gälla detta område.

Projektet startade mars 1982 och avslutades maj 1985.

I projektet har deltagit följande personer

- . för Uppsalahem AB, Box 3012, 750 03 UPPSALA
 - . Tommy Ahlström bygg - underhållsplanering
 - . Carl G Lövgren VVS - energiplanering
 - . Erkki Auranto VVS - löpande underhåll
- . för Bjerking Ingenjörbyrå AB, Box 2006, 750 02 UPPSALA
besöksadress Trädgårdsgatan 3, tel 018 - 11 11 00
 - . Sven-Erik Bjerking projektledare
 - . Åke Stridh VVS-frågor
 - . Bo Bjerking bygg-frågor t o m 1983
 - . Bertil Clavensjö bygg-frågor fr o m 1984

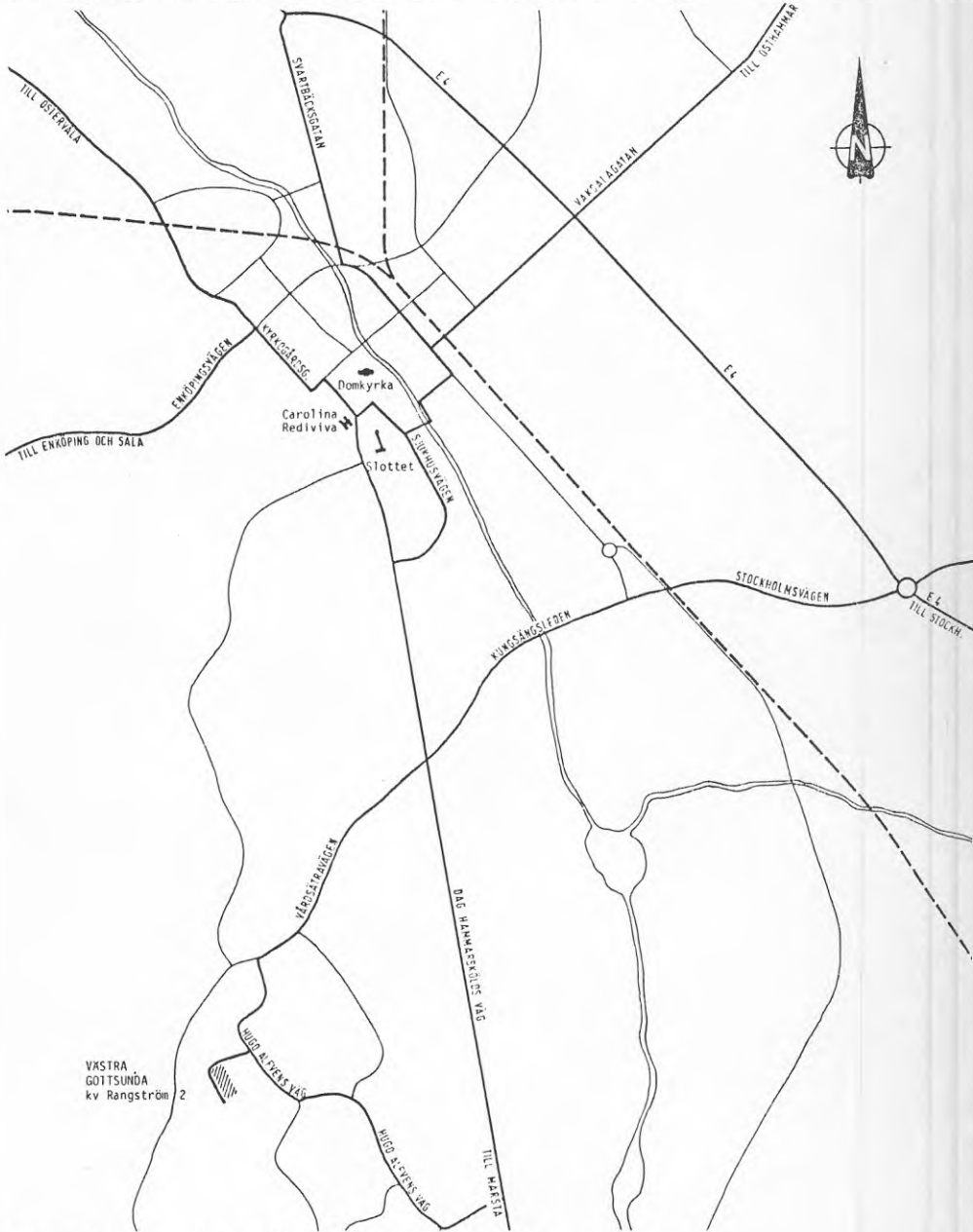
Vid sidan av projektet har samarbete skett med Bygg-Info för att under hand ge underlag för information till ett flertal målgrupper inom energisparandet. Där har deltagit

- . Stig Nordlander för Bygg-Info
- . Stefan Siewertz för Uppsala Industriverk
- . Gösta Jönsson för Uppsala Industriverk
- . Roland Dahlén för HSB

2 ÖVERSIKT

2.1 Orientering

Kv Rangström 2 är beläget i västra Gottsunda inom Uppsala kommun, såsom framgår av nedanstående schematiska karta.



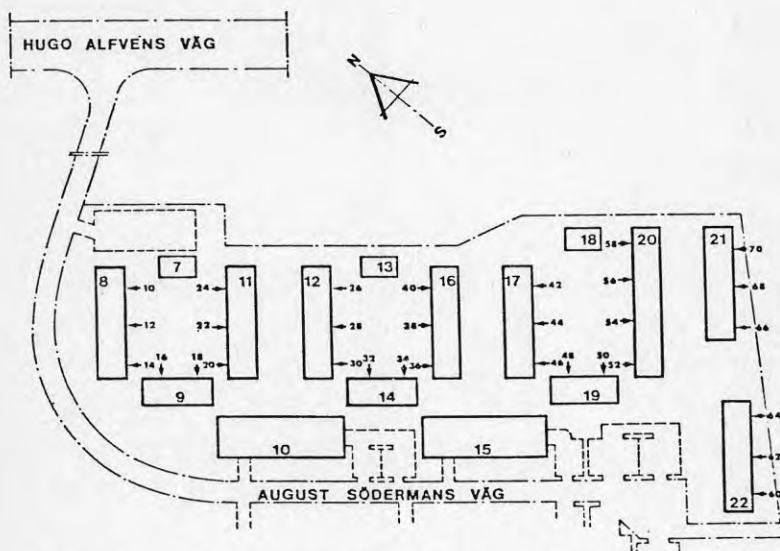
Figur 211

Schematisk karta över Uppsala.
Läget för kv Rangström 2 angivet.

2.2 Byggnadsuppgifter

Allmänt

Kv Rangström 2 är en del av ett större bostadsområde i Västra Gottsunda, Uppsala. Husgruppen i kv Rangström 2 är i likhet med övriga husgrupper i bostadsområdet ansluten till kommunens fjärrvärmeverk.



Figur 221 Kv Rangström 2. Situationsplan.

Husgruppen uppfördes 1970-71 med Byggnadsfirman Anders Diös som totalentreprenör och består av nedanstående huskroppar

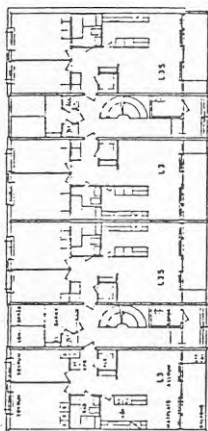
| Kategori | by m ² | ant vån | ant hus | grund konstr | hus nr |
|--------------|-------------------|---------|---------|--------------------|------------------------------------|
| A Bostadshus | 352,2 | 3 | 2 | kryprum | 9 o 19 |
| B Bostadshus | 576,0 | 3 | 6 | källare kryprum | 14 11, 12, 16, 17, 21 och 22 |
| C Bostadshus | 768,0 | 3 | 1 | källare kryprum | 8 20 |
| D Ekonomihus | - | 1 | 3 | - | 7, 13 och 18 |
| E Garagehus | - | 1 | 2 | - | 10 och 15 |

Bostadshusen innehåller följande lägenhetsytor (1y m²)

| Kategori | by m ² | ant läg | 1y/läg m ² | 1y ₂ tot m ² | ant hus | läg tot | 1y ₂ tot m ² |
|--------------|-------------------|---------|-----------------------|------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|
| A Bostadshus | 352,2 | 12 | 63,25 | 759,0 | 3 | 36 | 2277,0 |
| B Bostadshus | 576,0 | 18 | 71,30 | 1283,4 | 7 | 126 | 8983,8 |
| C Bostadshus | 768,0 | 24 | 71,30 | 1711,2 | 1 | 24 | 1711,2 |
| | | | | | 11 | 186 | 12972,0 |

Lägenhetsplaner

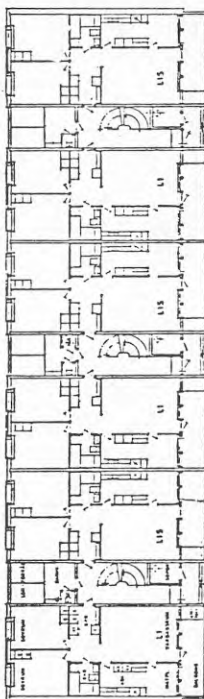
Hustyp A



Hus nr
9, 14 och 19, varav
14 med källare

Hus nr
8, 11, 12, 16, 17, 21
och 22 varav 8 med
källare

Hustyp B



Hus nr 20

Hustyp C



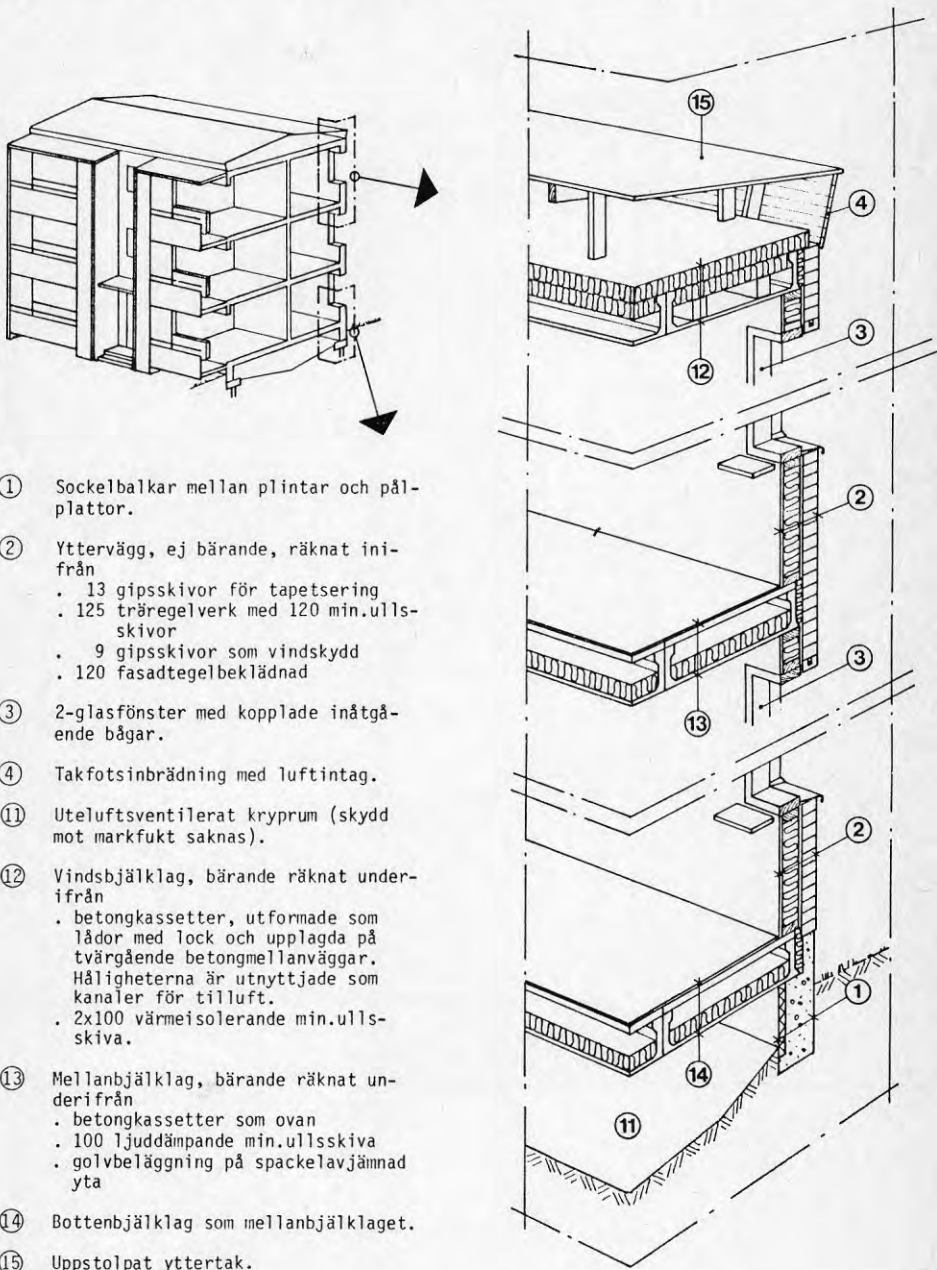
Data för hustyper

| | | A | B | C |
|-------------------------|--------------------|------------|------------|--------|
| Byggnadsyta | m ² by | 352,2 | 576,0 | 768,0 |
| Våningsyta | m ² vy | 1056,6 | 1728,0 | 2304,0 |
| Lägenhetsyta | m ² ly | 759,0 | 1283,4 | 1711,2 |
| Bruttoarea > 18°C | m ² BRA | 959,0 | 1578,4 | 2104,5 |
| Bruttovolym > 18°C | m ³ | 2397,0 | 3946,6 | 5261,1 |
| Bruttoarea < 18°C | m ² BRA | 311,0 (14) | 507,0 (8) | - |
| Bruttovolym < 18°C | m ³ | 715,0 (14) | 1166,0 (8) | - |
| Antal lägenheter | st | 12 | 18 | 24 |
| Antal pers (uppskattat) | st | 30 | 54 | 72 |

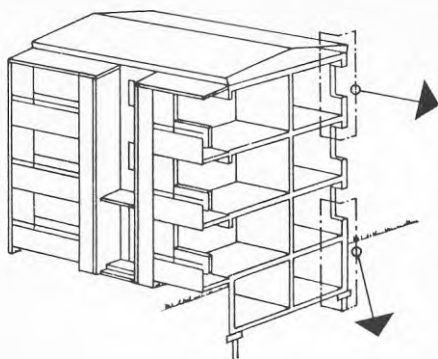
Figur 222 Kv Rangström 2. Lägenhetsplaner m m.

Konstruktion

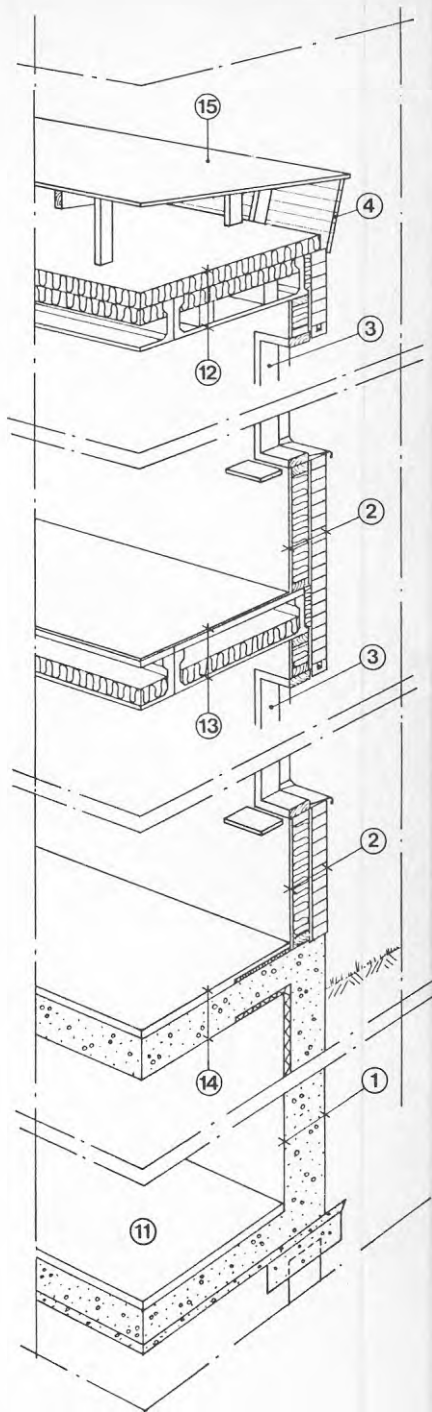
Husen är uppförda med bärande stomme av betong och vilar på plintar och stödpålar av betong till "fast" hotten.



Figur 223 Kv Rangström 2. Konstruktionsprincip för hus med kryprum (9, 11, 12, 16, 17, 20, 21 och 22).



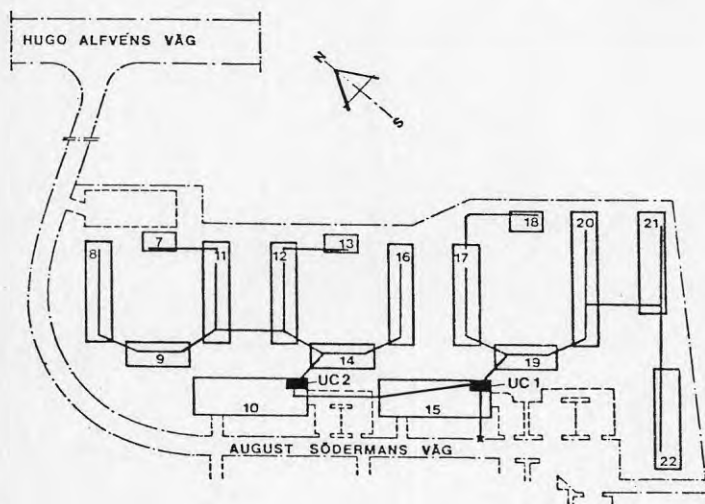
- ① Grundmur och bottenplatta, dimensionerade för skyddsrum.
- ② Yttervägg, ej bärande, räknat inifrån
 - 13 gipsskivor för tapetsering
 - 125 träregelverk med 120 min.ullsskivor
 - 9 gipsskivor som vindskydd
 - 120 fasadtegelbeklädnad
- ③ 2-glasfönster med kopplade inåtgående bågar.
- ④ Takfotsinbrändning med luftintag.
- ⑪ Källarutrymme, utnyttjat till skyddsrum.
- ⑫ Vindsbjälklag, bärande räknat underifrån
 - betongkassetter, utformade som lådor med lock och upplagda på tvärgående betongmellanväggar. Håligheterna är utnyttjade som kanaler för tilluft.
 - 2x100 värmeisolerande min.ullsskiva.
- ⑬ Mellanbjälklag, bärande räknat underifrån
 - betongkassetter som ovan
 - 100 ljuddämpande min.ullsskiva
 - golvbeläggning på spackelavjämnad yta
- ⑭ Bottenbjälklag av betong, dimensionerat för skyddsrum, på ovasidan avjämnad för golvbeläggning.
- ⑮ Uppstolpat yttertak.



Figur 224 Kv Rangström 2. Konstruktionsprincip för hus med källare (8 och 14).

Värme- och vattenförsörjning

Värme levereras från kommunens fjärrvärmeverk genom ledningar till en undercentral (UC1) i hus 15. Där finns en värmeflödesmätare med integreringsverk, som registrerar den värme som går ut till samtliga hus i kv Rangström 2. Från UC1 utgår ledningar med värme och varmvatten dels direkt till hus 17-22 och dels via en annan undercentral UC2 i hus 10 till hus 7-9, 11-14 och 16. Tills dessa ledningar, som är förlagda i kryprum och källare är stamledningar till lägenheterna anslutna.



Figur 225 Kv Rangström 2. Situationsplan. Värme- och vattenförsörjningen.

Avloppssystemet

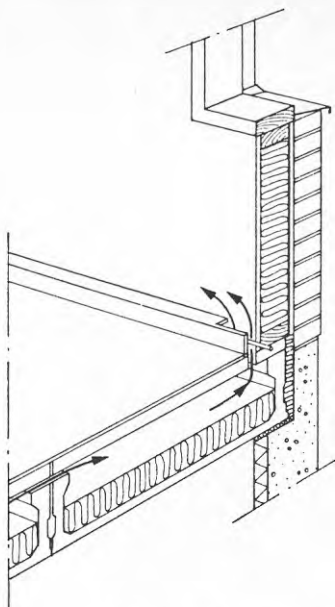
Spillvattenledningar från lägenheterna går ner till kryprum och källare och därifrån ut till kommunens ledningsnät på vanligt sätt. Dagvattenledningar går också på vanligt sätt ut till kommunens ledningsnät.

Ventilationssystemet

Lägenheterna avsågs bli ventilerade med s k FT-ventilation, d v s med mekanisk från- och tilluft.

Tilluften kommer från ett aggregat i bottenplanet vid trapphuset i husets mitt. I aggregatet värms luften upp till en viss temperatur. Varmluften leds sedan via samlingsledningar i kryprummet upp till de olika lägenheterna genom vertikala kanaler i köksutrymmena. Därifrån fördelas varmluften vidare genom kanalerna i bjälklagskassetterna ut till håltagningar (ca 15x250 mm) under fönstren. Tilluften kommer där ut genom spalter i golvsockelns översida och passerar då värmerören längs ytterväggarna.

Frånluften sugs upp på vanligt sätt genom ventiler i badrum och kök med fläkt till det fria.



Figur 226 Kv Rangström 2, FT-ventilation. Detalj av tilluftsinsblåsningen ovanför kryprummet.

Uppvärmningen av tilluften brukar stängas av sommartid.

Klagomål har då och då framförts av hyresgästerna över drag från tilluften. I flera hus har tilluften då stängts, varvid klagomålen tystnat.

2.3 Förundersökningar

Underhålls- och energisparbesiktning

Besiktning verkställdes 4 april 1982 och omfattade bl a standarden och konditionen hos byggnadsdelar och installationsdelar.

Under maj och juni 1982 gjordes stickprov på ytterväggarna, varvid konstaterades brister hos tätningen kring fönstren och vid ytterväggarnas anslutningar mot golv och tak. Eftersom hyresgästerna hade klagat på drag från ytterväggarna verkställdes tätningar kring fönster och ytterväggar hos hus 8, 9 och 11 under sommaren 1982.

Visst kalldrag kvarstod dock vid ytterväggarnas anslutning mot golv. Detta gav anledning till misstanken att anordningarna för tilluften inte fungerade på avsett sätt. Därför utfördes 15 nov 1982 provtryckning av kanalerna hos bjälklaget över kryprummet. Det konstaterades då stora luftläckor hos konstruktionen, vilket framgår av utlåtande i bilaga 2 A.

Åtgärdshus - referenshus

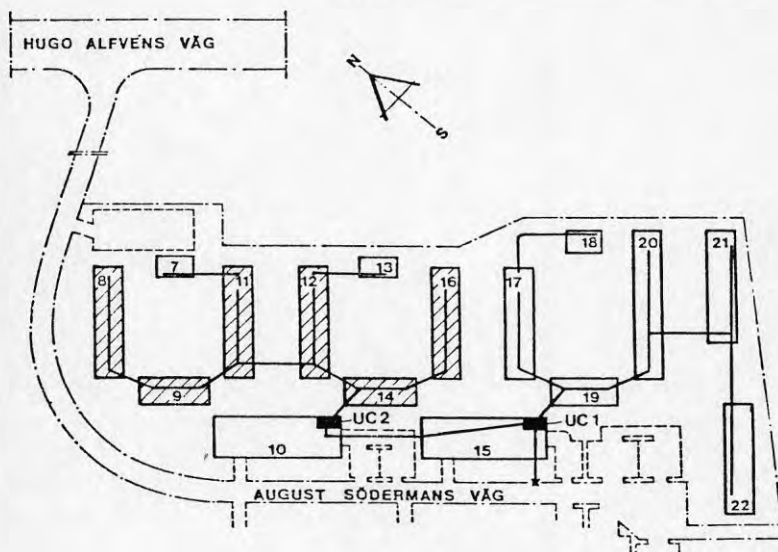
Till en början avsågs hus 8, 9 och 11 bli åtgärdshus och hus 12, 14 och 16 referenshus. Det visade sig emellertid svårt att utan väsentliga ingrepp i befintliga ledningar göra denna uppdelning.

För energisparåtgärder i kv Rangström gjordes därför följande uppdelning av området.

- . åtgärdshus . allmänna studier hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16
- . . särskilda studier hus 12
- . referenshus . allmänna studier hus 17, 19, 20, (21 och 22)
- . . särskilda studier hus 17

För studierna har avskiljts

- . ekonomihusen 7, 13 och 18
- . garagehusen 10 och 15
- . bostadshusen 21 och 22 för värmen men ej för varmvattnet



Figur 231 Kv Rangström 2. Situationsplan. Uppdelning i åtgärdshus och referenshus.

Lägenhetsytan (ly) i m^2 uppdelas då enligt följande

| Åtgärdshus | | | | | Referenshus | | | |
|------------|--------|-----------|-------|--------|-------------|---------|--|---------|
| 9, 14 | 12 | 8, 11, 16 | 19 | 17 | 20 | 21 o 22 | | |
| 1518,0 | 1283,4 | 3850,2 | 759,0 | 1283,4 | 1711,2 | 2566,8 | | |
| | | 6651,6 | | | 3753,6 | | | |
| | | | | | 6320,4 | | | |
| | | | | | | | | 12972,0 |

Den uppvärmda volymen

Bostäderna antas i medeltal hålla en temperatur av 21°C och källarna 15°C . Kryprummens temperatur varierar stort eftersom de är uteluftsventilerade. Kryprumstemperaturen är dock vintertid högre än utetemperaturen, varför antas en korrigering av k -värdena hos bottenbjälklaget vid energiberäkningar.

Den uppvärmda volymen är av betydelse för energiberäkningar, där det gäller att få från inverkan av önskad ventilation (normenlig ventilation) och oönskad ventilation (luftläckning).

Den uppvärmda volymen i m^3 uppdelas då enligt följande.

| Lokal | Åtgärdshus | | | | | Referenshus | | | |
|--|------------|------|------|------|-------|-------------|------|-------|-------|
| | 9 | 14 | 12 | 8 | 11,16 | 19 | 17 | 20 | 21,22 |
| Bostäder och trapphus 21°C | 2397 | 2397 | 3947 | 3947 | 7894 | 3947 | 3947 | 5261 | 7894 |
| | | | | | 20582 | | | 13155 | |
| | | | | | | | | | 21049 |
| Källare 15°C | - | 715 | - | 1166 | | - | - | - | - |
| | | | | 1881 | | | | | |

Klimatskärmens ytor

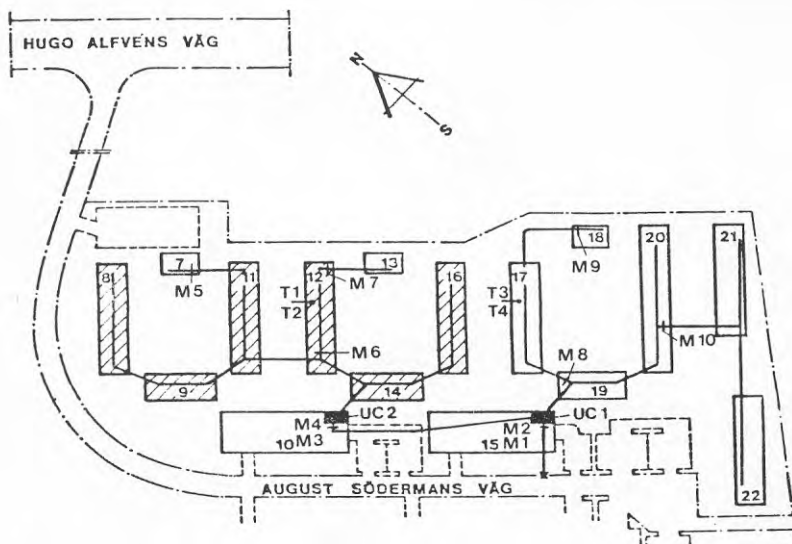
Den uppvärmda volymen onsluts av den s k klimatskärmen. I klimatskärmen innefattas vindshjärlag (yttertak), ytterväggar med fönster och ytterdörrar och bottenbjälklag (grund).

Klinatskärmens ytor i m² är följande, varvid k-värdena är angivna dels teoretiska inom parentes och dels praktiska enligt bedömning med hänsyn till konvektion och köldläckor.

| Byggnadsdel | Hus 14 | Hus 9, 19 | Hus 8 | Hus 11, 12, 16 17, 21 o 22 | Hus 20 |
|---|--------|-----------|-------|-------------------------------|--------|
| Hustyp | A | A | R | B | C |
| Vindshjäklag k = (0,19) 0,22 | 352,0 | 352,0 | 576,0 | 576,0 | 768,0 |
| Yttervägg långfasad trä k = (0,33) 0,36 | 190,7 | 190,7 | 316,7 | 316,7 | 420,3 |
| Yttervägg långfasad tegel k = (0,33) 0,36 | 132,7 | 132,7 | 231,5 | 231,5 | 308,3 |
| Yttervägg gavel tegel k = (0,38) 0,40 | 208,8 | 208,8 | 208,8 | 208,8 | 208,8 |
| Fönster k = (2,9) 3,0 | 122,8 | 122,8 | 184,0 | 184,0 | 245,3 |
| Ytterdörrar k = (3,0) 3,0 | 20,6 | 20,6 | 30,8 | 30,8 | 41,1 |
| Bjälklagskant k = (0,6) 0,6 | 44,0 | 44,0 | 72,0 | 72,0 | 96,0 |
| Bottenhjäklag k = (0,37) 0,4 | - | 350,6 | - | 573,6 | 764,8 |
| Källarvägg över mark k = (0,65) 0,65 | 24,8 | - | 36,0 | - | - |
| Källarvägg under n 0-1 m k = (0,49) 0,49 | 32,5 | - | 119,8 | - | - |
| Källarvägg under n 1-2 m k = (0,31) 0,31 | 32,5 | - | 119,8 | - | - |
| Källargolv k = (0,30) 0,30 | 350,6 | - | 573,6 | - | - |

2.4 Mätinstallationer

För uppnätning av värmeförbrukningen inom åtgärdshus och referenshus samt för avskiljande av biutrymmesdelar m m har värmemätare installerats enligt nedanstående figur.



Figur 241 Kv Rangström 2. Situationsplan. Placering av mätutrustning.

M1, M2 o s v betecknar installationer för värmemätning, bestående av värmemätare och integreringsverk. Installationerna syftar till att

- hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 ska vara åtgärdshus
- hus 17, 19 och 20 ska vara referenshus (för varmvattennätning ingår dessutom hus 21 och 22)
- hus 12 åtgärdshus och hus 17 referenshus ska kunna avskiljas för parallellmätning
- hus 7, 13 och 15 (ekonomihus) ska vara avskiljda för att jämförelsen mellan åtgärdshus och referenshus ska bli så noggrann som möjligt.
- hus 21 och 22 (bostadshus) ska vara avskiljda för värmemätning, eftersom de är annorlunda orienterade i plan än de andra husen.

T1, T2 o s v betecknar installationer för temperaturmätning, bestående av mätlåda med vardera 8 st givare med kablage för mätning av temperaturen i lägenheter, krypprum, trapphus och temperaturen utvändigt. Installationerna syftar till att få en närmare jämförelse mellan två lika hus med samma läge i förhållande till väderstrecken, nämligen

- . hus 12, åtgärdshus med speciella åtgärder
- . hus 17, referenshus

Jämförelsen gäller då sambandet mellan den uppmätta engeriförbrukningen efter olika åtgärder och de uppmätta temperaturerna i olika utrymmen.

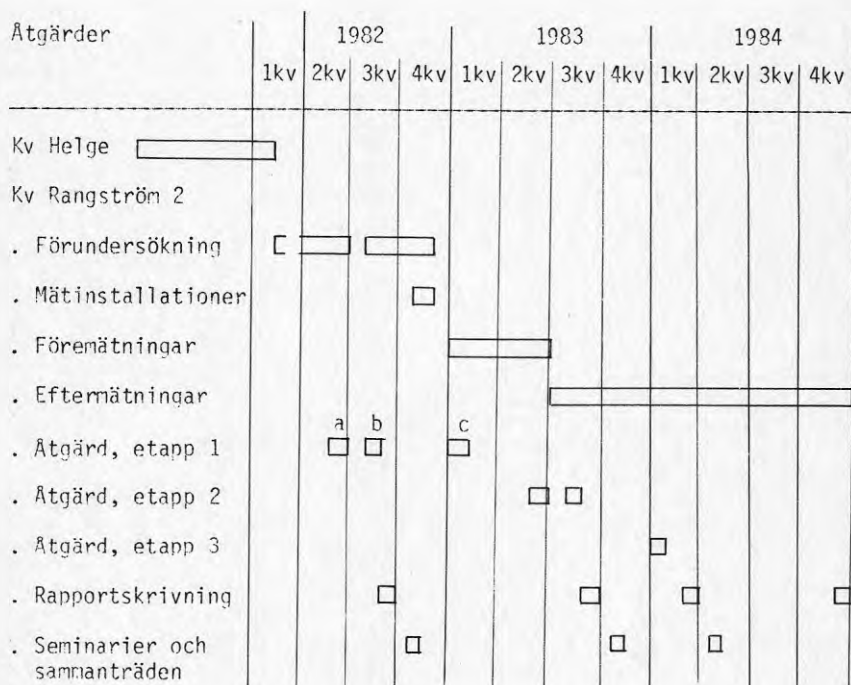
Installationerna utfördes under november 1982.

Mätanordningarnas typ, fabrikat och lägen i detalj framgår av bilaga 2 B.

2.5 Planerade åtgärder

Åtgärdshusen 8, 9, 11, 12, 14 och 16 avsågs bli föremål för energisparåtgärder enligt följande etappindelning och tidplan (1982-1984).

Referenshusen avsågs samtidigt drivas enligt samma mönster som tidigare år.



Figur 251 Tidplan uppgjord i början av 1982.

Åtgärdsetapp 1 a avsåg

- tätning av ytterväggar och fönster hos hus 8, 9 och 11, som i början hade utsetts att vara åtgärdshus

Åtgärdsetapp 1 b innebar

- avstängning av tilluften
- tätning och tilläggsisolering av bjälklagsfrankanter
- injustering av frånluften från 0,85 oms/h till 0,5 oms/h jämte installation av spiskåpor i kök och timerstyrda forceringsdon i badrum.
- installering av frånluftsfläkt i kryprum

Åtgärdsetapp 2 innefattade

- förändring av uteluftsventilerade kryprum till ineluftsventilerade varma kryprum
- tätning av ytterväggar och fönster hos de tillkommande åtgärdshusen 12, 14 och 16
- inreglering av värmesystemet

Åtgärdsetapp 3 avsåg endast hus 12 och innehöll

- minskning av fönsterarean från 22 % till normenligt 15 % av fasadytan jämte konvertering från 2 till 3 glas samt ersättning av befintliga vädringsluckor till annat system för tilluft
- anordning av tilluft från nytt fläktrum med värmväxling (eventuellt efter utredning, som klart visar god lönsamhet för åtgärden ifråga).

Sommaren 1983 kom dock meddelande från Bostadsdepartementet förmedlat genom BFRs arbetsgrupp att resultatet av energisparverksamheten ska redovisas redan i juni 1984. Detta innebar ändring av tidsprogrammet, så att ursprungligt tänkta tre åtgärdsetapper trycks ihop till två enligt följande.

Åtgärdsetapp 1 a för hus 8, 9 och 11, utförd sommaren 1982.

Bygg . tätning av ytterväggar och fönster

Åtgärdsetapp 1 b för hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16, utförd vintern och våren 1983.

VVS . avstängning av tilluften (vintern 1983)

- injustering av frånluften från 0,85 oms/h till 0,5 oms/h jämte installation av spiskåpor i kök och timerstyrda forceringsdon i badrum.
- installation av frånluftsfläkt i kryprum

Bygg . tätning och tilläggsisolering av bjälklagskanten utefter långfasaderna.

Åtgärdsetapp 1 c för hus 12, 14 och 16 utförd sommaren 1983.

Bygg . tätning av ytterväggar och fönster

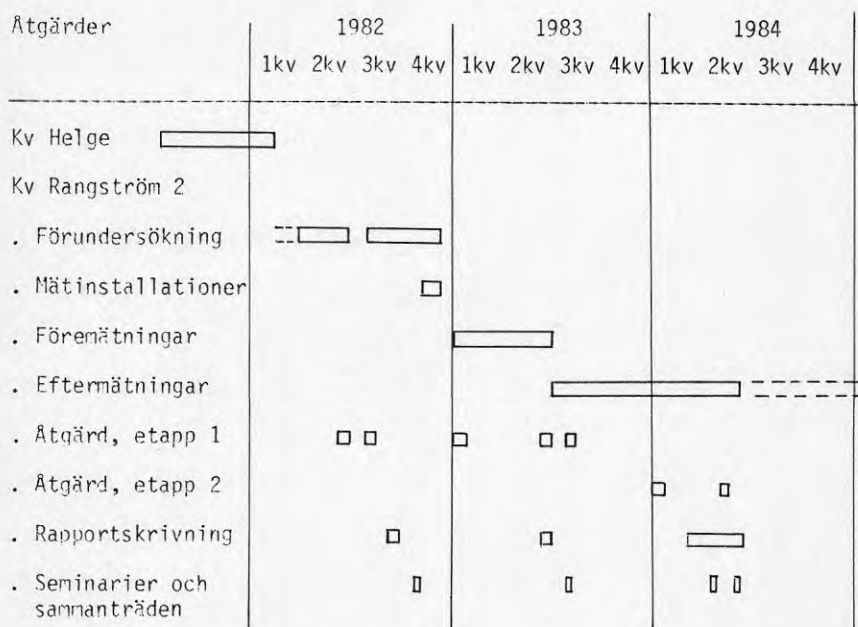
Åtgärdsetapp 2 utförd vintern 1984.

Bygg . för hus 9, 11, 12 och 16 förändring av uteluftsventilerade kryprum till ineluftsventilerade varma kryprum genom igensättning av sockelventilerna samt tilläggsisolering av socklarna jämte 1 m in på kryprumsbotten runt om.

. för hus 12 konvertering av fönstren från 2 till 3 glas.

VVS . för hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 inreglering av värmesystemet mot utjämning av rumstemperaturen.

För genomförande av energisparåtgärderna ändrades tidplanen till följande.



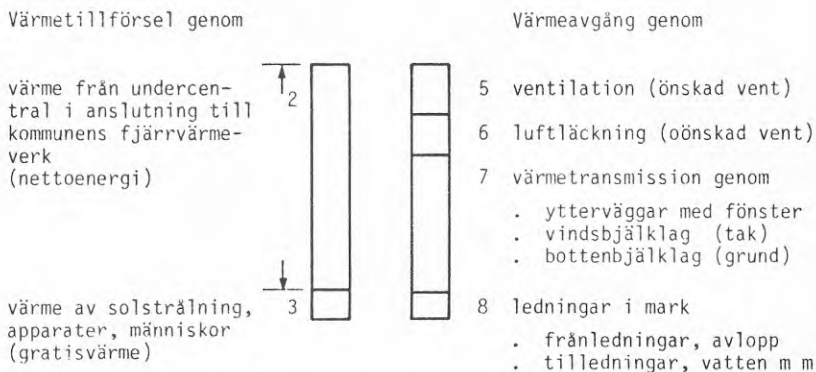
Figur 252 Tidplan, Justerad sommaren 1983.

De planerade åtgärderna förhandsberäknas med avseende på energispareffekt och lönsamhet i enlighet med följande avsnitt 3

3 ENERGIBERÄKNINGSMODELLER

3.1 Beräkning av värmebalansen

Vid beräkning av den ingående resp utgående värmens fördelning kan man utgå från den s k värmebalansen, där den totala värmetillförseln E_o är lika med den totala värmeavgången W_o .



Figur 301 Värmebalansen hos ett hus anslutet till fjärrvärmeverk.

$$E_o = W_o \text{ eller } E_n + E_g = W_t + W_l + W_v$$

där

E_n = producerad värme, nyttiggjord i huset (nettoenergiåtgången)

E_g = gratisvärme (tillskottsvärme genom solstrålning, från människor, maskiner m m)

W_t = värmeavgång genom transmission = $\sum A \cdot k \cdot Q$

W_l = värmeavgång genom ledning = $\sum M \cdot t \cdot c_v$

W_v = värmeavgång genom ventilation (önskad) = $\sum v \cdot n_{\ddot{o}} \cdot c_l \cdot Q$

W_v = värmeavgång genom ventilation (oönskad) = $\sum v \cdot n_{\ddot{o}o} \cdot c_l \cdot Q$

där

A = resp byggnadsdels area i m^2

k = resp byggnadsdels värmegenomgångskoefficient i $W/m^2 \cdot ^\circ C$

M = mängden varmvatten i $m^3/\ddot{a}r$

t = skillanden i $^{\circ}\text{C}$ mellan varmvattnets medeltemperatur vid uppvärmningen och vattnets medeltemperatur i kommunens nät

V = resp rumsutrymmes volym i m^3

$n\ddot{o}$ och $n\ddot{o}\ddot{o}$ = antalet luftomsättningar per timme för önskad resp önskad ventilation i ggr/h

c_v = värmekapacitet för vatten i $\text{W/kg } ^{\circ}\text{C}$

c_l = värmekapacitet för luft i $\text{W/m}^3 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

Q = antalet gradtimmar per år i $^{\circ}\text{C h/år}$

3.2 Beräkning av energispareffekten

Vid beräkning av vad som för olika åtgärder går att spara används följande samband, när värmen levereras från fjärrvärmeverk till undercentral inom ett område.

$$E_{sp} = E_n (1 - \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3)$$

där

E_{sp} = den sparade energin i MWh/år

E_n = den producerade värmen, nyttiggjord i huset (nettoenergi-åtgången) i MWh/år

$$\mu_1 = \frac{\eta_0}{\eta_1}, \text{ där}$$

η_0 = årsmedelverkningsgraden i % hos undercentral med ev kulvertsystem före åtgärder

η_1 = motsvarande efter åtgärder

$$\mu_2 = \frac{t_{i1} - t_u}{t_{i0} - t_u}, \text{ där}$$

t_{i0} = medeltemperaturen i $^{\circ}\text{C}$ inomhus under uppvärmningssäsong före åtgärder

t_{i1} = motsvarande efter åtgärder

t_u = medeltemperaturen i $^{\circ}\text{C}$ utomhus under uppvärmningssäsong

$$\mu_3 = \frac{W_1 - E_g}{W_0 - E_g}, \text{ där}$$

W_0 = värmeflödet i MWh/år på grund av ventilationsförluster, transmissionsförluster och ledningsförluster före åtgärder

W_1 = motsvarande efter åtgärder

E_g = gratisvärme i MWh/år

3.3 Beräkning av lönsamheten

Inordnande av energisparåtgärder i lämpliga åtgärdspaket föregås av praktisk bedömning jämte lönsamhetsberäkning.

Som mått för lönsamheten kan införas begreppet energisparkostnad, varvid följande samband kan skrivas

$$E_{\text{spk}} = \frac{I + U \cdot p_1 + D \cdot p_2}{p_3 \cdot E_{\text{sp}}}$$

där

E_{spk} = energisparkostnader i kr/kWh

I = investeringen i kr

U = ökad underhållskostnad i kr

D = ökad driftskostnad (exkl energi) i kr

E_{sp} = energibesparing i kWh/år

p_1 , p_2 och p_3 = nuvärdesfaktorer, som beror av antagen realränta, årlig ökning av energipriset och andra kostnader

Vid beräkning av p_1 , p_2 och p_3 kan exempelvis antas att realränta för kapitalet är 4 % och att utöver inflationen den årliga ökningen av underhållskostnaden och driftskostnaden är 1 % respektive 2 % och motsvarande ökning för energipriset är 2 %.

Med realränta avses skillnaden mellan nominell ränta (låneränta) och årlig inflation. Då blir nuvärdesfaktorerna enligt nedan

| | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|------|------|------|------|
| Brukstid i år | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 60 |
| p_1 | 4,7 | 8,9 | 12,3 | 15,4 | 20,3 | 28,7 |
| p_2 och p_3 | 4,8 | 9,2 | 13,1 | 16,7 | 23,0 | 35,8 |

Energisparkostnaden jämförs med aktuell energikostnad och ska understiga denna för att åtgärden ska bedömas vara lönsam. Här har då räknats med 4 % realränta.

4 ENERGISPARÅTGÄRDER

4.1 Allmänt, åtgärder etapp 1 resp 2

De förundersökningar, som gjordes våren 1982, gav näring åt misstanken att husens ytterväggar med fönster inte var tillfredsställande utförda med avseende på lufttäteten. Enligt erfarenheter brukar luftläckage variera från hus till hus även om husen sinsemellan har samma konstruktion. Orsakerna till detta kan vara olikheter inte bara i detaljutförandet utan också olikheter i husens lägen i förhållande till väderstrecken och den förhärskande vindriktningen.

Det ansågs därför angeläget att från början bringa husen till normalt skick enligt konstruktionsritningarna, detta som en förberedelse till de övriga energisparåtgärderna.

Sommaren 1982 utfördes därför tätning av ytterväggar och fönster hos hus 8, 9 och 11, som då hade avdelats som åtgärdshus för att jämföras med hus 12, 14 och 16 som referenshus.

Det befanns senare att värmesystemet med befintliga ventiler m m inte lämpligen medgav denna uppdelning av åtgärdshus och referenshus, varför ändring måste ske. Åtgärdshusen utökades då med hus 12, 14 och 16, varvid som referenshus tillkom hus 17, 19, 20, 21 och 22. Tätning av ytterväggar och fönster hos de tillkommande åtgärdshusen 12, 14 och 16 blev då utförda sommaren 1983.

Åtgärder enligt etapp 1 kom efter denna ändring att omfatta

- a Tätning av ytterväggar och fönster i hus 8, 9 och 11 sommaren 1982 samt avstängning av den mekaniska tilluften i samband med installation av mätutrustning vintern 1982-83.
- b Injustering av frånluften till SBN 1980-nivå jämte installation av spiskåpor i kök och forceringsdon i badrum samt installation av frånluftsfläkt i kryprum hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 våren 1983.
- c Tätning och tilläggsisolering av de otäta och dåligt värmeisolerade yttersta bjälklagskassetterna utefter långfasaderna i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 våren 1983.
- d Tätning av ytterväggar och fönster i hus 12, 14 och 16 sommaren 1983.

Nu hade det varit önskvärt att få vintern 1983/84 på sig för upprätning av energispareffekten av åtgärder enligt etapp 1. Emellertid blev den disponibla tiden för projektet krymt, varför programmet måste ändras från tidigare tänkta 3 etapper till 2 etapper.

Åtgärder enligt etapp 2 blev då

- e Ändring av kryprummens funktion från uteluftsventilation till inneluftsventilation i hus 9, 11, 12 och 16, vårvintern 1984.

- f Konvertering av fönstren från 2 glas till 3 glas i hus 12, vårvintern 1984.
- g Inreglering av värmesystemet i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16, vårvintern 1984.

Åtgärderna är till en del redovisade med fotobilder i bilaga 4 A.

4.2 Beräknad energispareffekt

Åtgärderna a-g har gjorts till föremål för beräkningar med avseende på förväntad energispareffekt och lönsamhet. För dessa har använts beräkningsmodell i avsnitt 3.

Som ingångsvärden för beräkningarna har använts uppgifter på ytor, volymer, k-värden och luftomsättningstal enligt avsnitt 2.

Efter genomförda åtgärder har antagits följande minskningar av k-värden och luftomsättningar samt därav möjliga sänkningar av rumstemperaturen.

| Åtgärder . etapp 1 åtg a-d . etapp 2 åtg e-g | Minskn av k-värde $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ | Minskn luftomsättn oms/h | Fiktiv minskn rumtempera- tur $^\circ C$ |
|--|---|--------------------------------|--|
| a Tätning ytterväggar o fönster | - | 0,1 | 0,3 |
| b Ändring ventilation bostäder | - | 0,35 | 0,6 |
| " " källare | - | 0,25 | 0,6 |
| c Tätning ytterväggar o fönster | - | 0,1 | 0,3 |
| d Tilläggsisolering bjälagskant | 0,24 | - | 0,1 |
| e Inreglering värme | - | - | 0,5 |
| f Ändring i kryprum (bottenbjälk) | 0,1 | - | 0,2 |
| g Konvertering fönster | 1,0 | - | 0,8 |

Beräknad årlig energiförbrukning i MWh/hus

| Åtgärder et 1 o 2 | Hus 8 | Hus 9 | Hus 11 | Hus 12 | Hus 14 | Hus 16 | S:a | % |
|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-----|
| Före åtgärd | 325 | 202 | 305 | 305 | 216 | 305 | 1658 | 100 |
| Efter åtgärd | | | | | | | | |
| a tätn ytterv o f | 306 | 190 | 285 | 305 | 216 | 305 | 1607 | 97 |
| b ändr ventilation | 238 | 153 | 225 | 244 | 174 | 244 | 1278 | 77 |
| c tätn ytterv o f | 238 | 153 | 225 | 225 | 162 | 225 | 1228 | 74 |
| d isol bjlagskant | 235 | 151 | 222 | 222 | 160 | 222 | 1212 | 73 |
| e inregl värme | 230 | 147 | 216 | 216 | 157 | 216 | 1182 | 71 |
| f ändr kryprum | 230 | 143 | 210 | 210 | 157 | 210 | 1160 | 70 |
| g konvert fönster | 230 | 143 | 210 | 183 | 157 | 210 | 1133 | 68 |
| Energibesparing | 95 | 59 | 95 | 122 | 59 | 95 | 525 | |
| % | 29 | 29 | 31 | 40 | 27 | 31 | 32 | |

Beräknad årlig energiförbrukning i kWh/m² BRA

| Åtgärder et 1 o 2 | Hus 8 | Hus 9 | Hus 11 | Hus 12 | Hus 14 | Hus 16 |
|------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| m ² BRA by | 1578 | 959 | 1578 | 1578 | 959 | 1578 |
| m ² by + kv | (2085) | | | | (1270) | |
| Före åtgärd | 206 | 211 | 193 | 193 | 225 | 193 |
| | (156) | | | | (170) | |
| Efter åtgärd | | | | | | |
| a tätn ytterv o f | 194 | 198 | 180 | 193 | 225 | 193 |
| b ändr ventilation | 151 | 160 | 143 | 155 | 181 | 155 |
| c tätn ytterv o f | 151 | 160 | 143 | 143 | 169 | 143 |
| d isol bjlagskant | 149 | 157 | 141 | 141 | 167 | 141 |
| e inregl värme | 146 | 153 | 137 | 137 | 163 | 137 |
| f ändr kryprum | 146 | 149 | 133 | 133 | 163 | 133 |
| g konvert fönster | 146 | 149 | 133 | 116 | 163 | 133 |
| | (110) | | | | (123) | |

Beräknad årlig energiförbrukning i kWh/m²ly

| Åtgärder et 1 o 2 | Hus 8 | Hus 9 | Hus 11 | Hus 12 | Hus 14 | Hus 16 |
|----------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| m ² ly | 1283,4 | 795 | 1283,4 | 1283,4 | 795 | 1283,4 |
| Före åtgärd | 253 | 254 | 238 | 238 | 272 | 238 |
| Efter åtgärd | | | | | | |
| a tätning ytterv o f | 238 | 239 | 222 | 238 | 272 | 238 |
| b ändr ventilation | 185 | 192 | 175 | 190 | 219 | 190 |
| c tätning ytterv o f | 185 | 192 | 175 | 175 | 204 | 175 |
| d isol bjlagskant | 183 | 190 | 173 | 173 | 201 | 173 |
| e inregl värme | 179 | 185 | 168 | 168 | 197 | 168 |
| f ändr skyddsrum | 179 | 180 | 164 | 164 | 197 | 164 |
| g konvert fönster | 179 | 180 | 164 | 143 | 197 | 164 |

4.3 Beräknad lönsamhet

Lönsamheten för åtgärderna har beräknats på grundval av beräknad energispareffekt och uppskattade åtgärds kostnader, varvid beräkningsmodell enligt avsnitt 3 använts.

Som mått på lönsamheten har använts begreppet energisparkostnad, uttryckt i kr/kWh. Ju mer energisparkostnaden understiger aktuell kostnad för energin, ju lönsammare är åtgärden ifråga.

Alla värdena på energisparkostnader är s k marginella energisparkostnader. Med marginell energisparkostnad menas den energisparkostnad för en åtgärd, som blir efter det att föregående åtgärder är gjorda.

Följande kostnader har antagits för resp åtgärder.

| | | |
|-------|------------------------------------|-------------------------|
| a o c | tätning ytterväggar och fönster | 15:--/m ² ly |
| b | ändring ventilation | 40:--/m ² ly |
| d | tilläggsisolering bjälklagselement | 26:--/m ² ly |
| e | inreglering av värmen | 6:50/m ² ly |
| f | ändring av kryprum | 25:--/m ² ly |
| g | konvertering av fönster | 65:--/m ² ly |

Motsvarande energisparkostnad i kr/kWh blir då under antagande av 4 % realränta.

| Åtgärder et 1 o 2 | Hus 8 | Hus 9 | Hus 11 | Hus 12 | Hus 14 | Hus 16 |
|----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| a tätning ytterv o f | 0,11 | 0,11 | 0,11 | - | - | - |
| b ändr ventilation | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| c tätning ytterv o f | - | - | - | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| d isol bjlagskant | 0,61 | 0,56 | 0,59 | 0,59 | 0,58 | 0,59 |
| b + d | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| e inregl värme | 0,17 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| f ändr kryprum | - | 0,32 | 0,28 | 0,28 | - | 0,28 |
| g konvert fönster | - | - | - | 0,18 | - | - |

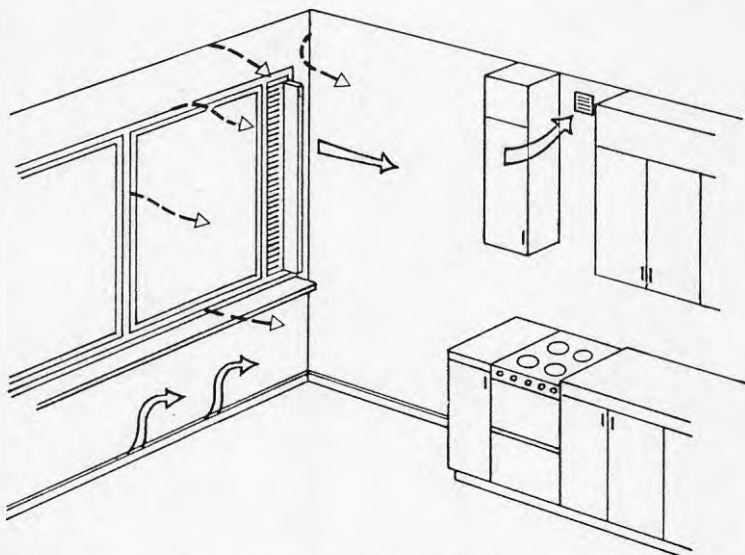
Som synes har åtgärd d, tilläggsisolering av de yttersta bjälklagskassetterna, höga energisparkostnader, innebärande dålig lönsamhet. Åtgärden var dock önskvärd, inte bara av komfortskäl, utan också för att ventilationen efter ändringen enl åtgärd b skulle fungera på tillfredsställande sätt. Åtgärderna b och d tillsammans är som synes lönsamma.

4.4 Arbetsdetaljer med erfarenheter

Förslag till åtgärder diskuterades och överenskomms med Uppsala AB. En viss service lämnades med avseende på projektering och upphandling. I övrigt skedde ingen styrning eller kontroll av åtgärderna, eftersom det ju gällde att se hur energisparverksamheten gick till i verkligheten.

Åtgärder etapp 1

- a Tätning av ytterväggar och fönster i hus 8, 9 och 11 innebar
- avlägsnande av foder och lister vid ytterväggs anslutningar mot golv, väggar och tak och kring fönster samt avlägsnande av bristfälligt tätningsmaterial
 - indrivning av mineralullsremsor i fogarna
 - återställande av foder och lister samt målningsjustering.

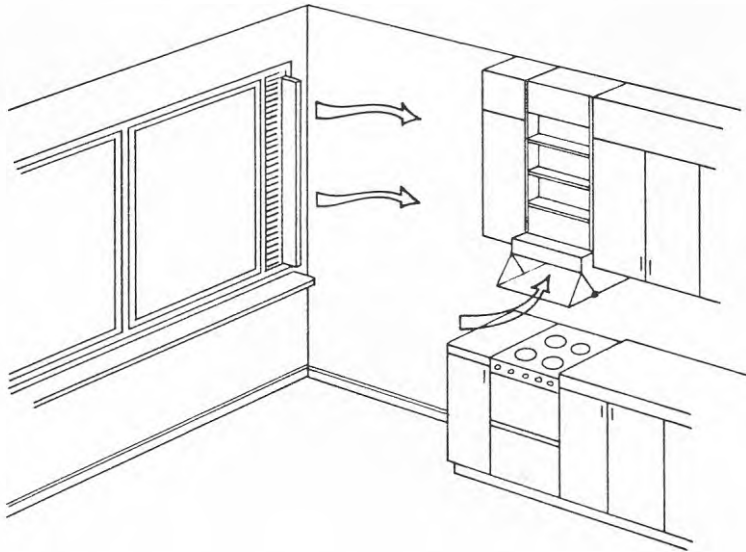


Figur 441 Otätheter kring yttervägg och fönster, som åtgärdas.

Erfarenheter

Reaktionerna från hyresgästerna var både negativa och positiva - tillfälligt negativa på grund av de många störningarna under arbetets utförande, positiva då de märkte att draget från ytterväggspartierna hade minskat.

- c Tätning av ytterväggar och fönster i hus 12, 14 och 16 innebar och gav samma erfarenheter som för motsvarande under a ovan.
- b Ändring av ventilationen från FT-system till F-system i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 innebar
- . avstängning av tilluften (värme och fläkt) och installation av frånluftsfläkt i kryprum
 - . injustering av frånluften från 0,85 oms/h till 0,5 oms/n
 - . montering av spiskåpor i kök för att vid den lägre luftomsättningen hindra matoset att sprida sig
 - . installation av timerstyrt forceringsdon i badrum för att få tillfällig ökning av luftomsättningen vid toilettbesök.

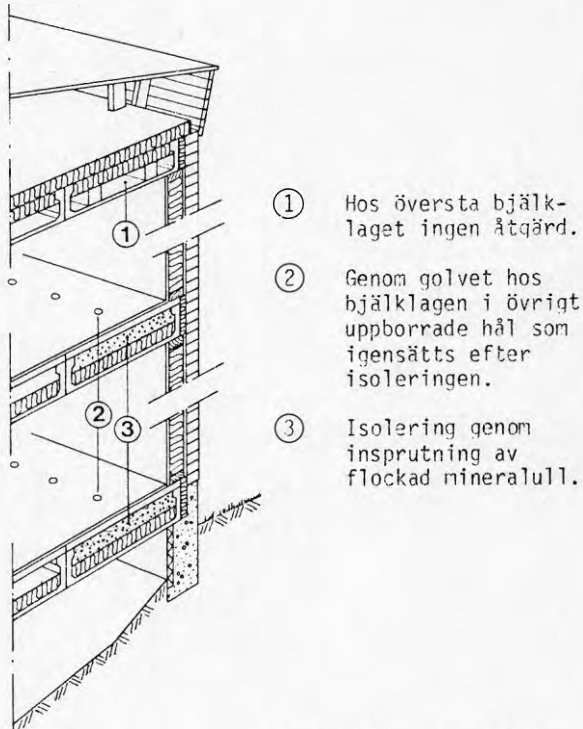


Figur 442 Ändring av ventilationen.

Erfarenheter

Reaktionerna från hyresgästerna var också här negativa och positiva - negativa på grund av störningarna under arbetena, positiva sedan de inte längre kände draget från tilluften och inte nämnvärt besvärades av matos från kök och lukt från toaletten. Det konstaterades under arbetet att enstaka hyresgäster hade installerat torktumlare i badrummet, vilket medbestämmandet numera ger dem rätt till. Det befaras att dessa torktumlare kan vålla fuktskador på omgivande tak och väggar.

- d Tilläggsisolering av de yttersta bjälklagskassetterna utefter långfasaderna i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 omfattade
- uppborrning intill ytterväggarna av flera hål hos golvet genom betong till håligheten i bjälklagslementens inre.
 - insprutning genom hålen av flockad mineralull tills håligheten i bjälklagslementen var helt uppfylld.
 - igensättning av de uppborrade hålen hos golvet jämte återställande.



Figur 443

Tilläggsisolering av yttersta bjälklagslementet vid långfasaderna.

Erfarenheter

Reaktionerna från hyresgästerna var på grund av de många störningarna under arbetets gång övervägande negativa, sannolikt beroende på att de utsattes för nya störningar utöver vad de förut hade upplevt. De negativa reaktionerna dämpades dock något genom att de redan hunnit märka komfortförbättringarna av de tidigare åtgärderna. Efteråt kunde de också märka att golvet närmast ytterväggarna inte längre kändes så kallt.

Åtgärder etapp 2

- e Inreglering av värmesystemet i hus 8,9, 11, 12, 14 och 16 innebar
- . transmissionsberäkning
 - . injustering av värmesystemet med stöd av transmissionsberäkningen.

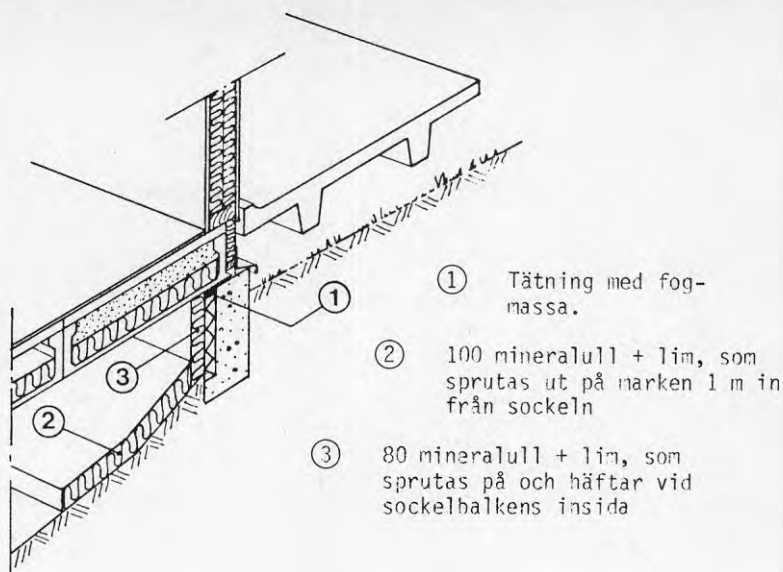
Erfarenheter

Före inregleringen var temperaturfördelningen i husen synnerligen ojämn med 22-23°C i mittlägenheter och 18-19°C i gavellägenheter, alltså en skillnad på 5°C. Vid tillfälliga köldknäppar kunde skillnaderna bli ännu större. Under arbetet kunde konstateras att

- . uteternostaten var sönderslagen
- . stamventiler ovanför skyddsrum var först inte åtkomliga, eftersom de var inbyggda i kökssnickerier, som följaktligen tillfälligt måste bortmonteras. Stamventilerna, som inte fungerade, måste ersättas med nya.

Efter det att arbetet var slutfört kvarstod de stora skillnaderna hos rumtemperaturerna. Orsakerna till detta har undersökts. Se bilaga 6A.

- f Förändring av kryprummen i hus 9, 11, 12 och 16 innebar
- . avstängning av tilluften, vilken redan var gjord såsom ingående i åtgärd b, tillhörande etapp 1.
 - . installation av frånluftsfläkt i kryprum för att säkerställa genomluftning med inneluft, vilken också var utförd i samband med åtgärd b i etapp 1 som en förberedelse till denna åtgärd.
 - . igensättning av tilluftsventiler i socklar hos husens gavlar.
 - . tilläggsisolering med en blandning av mineralull och lim, som sprutades på socklarnas insidor mot kryprummet till en tjocklek av 8 cm och på marken närmast sockeln 1 m inåt till en tjocklek av 10 cm.
 - . kontroll av funktionen hos frånluftsfläkten.



Figur 444 Tilläggsisolering i kryprum.

Erfarenheter

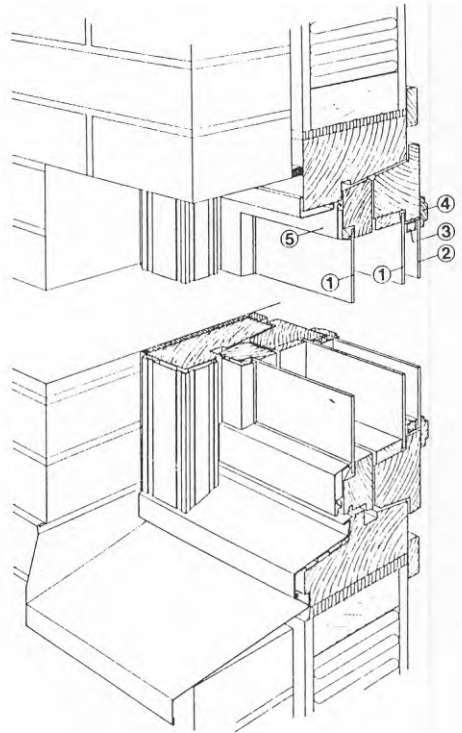
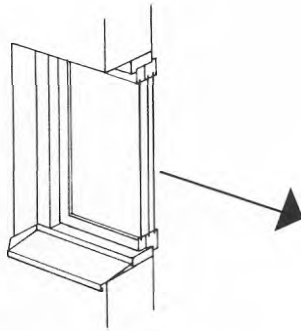
Inledande provsprutningar av den limförstärkta mineralullen i östra gaveln av hus 12 visade att proceduren med tänkta isolertjocklekar var fullt genomförbar. Den fortsatta besprutningen, som försiggick under kall väderlek, resulterade emellertid i att limmet på grund av kylan blev trögare och inte blandade sig i tillräckliga mängder i mineralullen.

Vid besiktningen efter utfört arbete konstaterades att isoleringen blivit lösare och hade dålig vidhäftning mot underlaget. Isoleringen på sockeln blev då inte tjockare än ca 3 cm, medan isolertjockleken på marken höll sig omkring de föreskrivna 10 cm. Dessutom kvarstod en del brister hos tätningen i anslutningen mellan bottenbjälklaget och sockeln, särskilt på balkongsidan, där man inifrån kunde se dagern. Ytterluft kunde alltså fortfarande komma in där, likaså under socklarna genom kringfyllningen av grus. Kryprummet måste därför åtminstone till en del fortfarande betraktas som uteluftsventilerat.

Den förväntade temperaturhöjningen i kryprummet blev på grund av konstaterade brister inte mer än ca 2° (från ca 14°C till ca 16°C) med motsvarande sänkning av den relativa fuktigheten. Den relativa fuktigheten i kryprummet är dock fortfarande högre än vad som är vanligt vid jämförbara konstruktioner. Detta torde i detta fall bero på att det i kryprumsbotten saknas diffusionsskydd av plastfolie o d mot markfukten. Trots detta blev det en positiv reaktion från en del av bottenvåningens hyresgäster, som tyckte att golvet kändes varmare.

Bristerna avhjälpes vid tjänligare väderlek med tätning under mitten av april och tilläggsisolering under början av maj.

- g Konvertering av fönster från 2 till 3 glas i hus 12 innebar
- . insättning av en tredje ruta mot insidan av den kopp-lade innerbågens ruta med distanslist av aluminium för 12 mm avstånd mellan rutorna.
 - . vid insättningen anbringande av värmetråd av koppar med butylmassa m m samt försegling av rutorna intill varandra enligt Mico-metoden (f d Signa-metoden).
 - . borttagning av vädringslucka och insättning i dess ställe av en fast värmeisolerad del med ventil för tilluft.
 - . återställande med listning och målning.



- ① Befintliga rutor.
- ② Tilläggsruta.
- ③ List av aluminium med butylmassa som njuknar vid uppvärmning av i listen lagd koppartråd. Torkmedel i lister.
- ④ Täcklist.
- ⑤ Utvärdig beklädnad.
- ⑥ Igensättning av vädringslucka.

Figur 445 Konvertering av fönster.

Erfarenheter

Som väntat blev det en omgående temperaturhöjning i lägenheterna. Hyresgästerna mottog naturligtvis denna förbättring mycket positivt. De tyckte att störningarna under arbetet var förhållandevis ringa och att fönstrens utseende från insidan vunnit på införande av den tredje rutan. Eftersom området ligger vid sidan av trafikstråken märktes inte ljudisoleringsförbättringen så mycket.

Däremot var inte borttagandet av vädringsluckan så populärt. Den i stället insatta tilluftsventilen ansågs inte tillräcklig sommartid.

4.5 Kostnader

För energisparåtgärderna blev kostnaderna för Uppsalahem AB enligt följande.

| Etapp 1 | kr | kr |
|--|------------------|-----------------|
| a Tätning av ytterväggar och fönster i hus 8, 9 och 11 | 46.000:- | |
| b Ändring av ventilationen från FT-system till F-system jämte inmontering av spiskåpor och forceringsdon i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 | 262.700:- | |
| c Tätning av ytterväggar och fönster i hus 12, 14 och 16 | 46.000:- | |
| d Tätning och tilläggsisolering av de yttersta bjälklagskassetterna utefter långfasaderna i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 | <u>168.750:-</u> | 523.450:- |
| Etapp 2 | | |
| e Inreglering av värmesystemet i hus 8, 9, 11, 12, 14 och 16 | | |
| . installation av stamventiler | 5.435:- | |
| . transmissionsberäkningar och injustering av värme | <u>35.700:-</u> | 41.135:- |
| f Förändring av kryprummen från ute-luftsventilation till ineluftsventilation i hus 9, 11, 12 och 16 | | |
| . isolering 444 m à 155:- | 68.820:- | |
| . div tätningar | 20.000:- | |
| . installation av från-luftsfläktar | <u>24.200:-</u> | 113.020:- |
| g Konvertering av fönstren från 2 till 3 glas i hus 12 | | |
| . tilläggsrutor | 50.700:- | |
| . utvändig inklädnad | <u>29.400:-</u> | <u>80.100:-</u> |
| | | 757.705:- |
| Administration och ritmaterial 2 % | | <u>15.155:-</u> |
| | Summa inkl moms | Kr 772.860:- |

Därutöver skulle normalt ha tillkommit kostnader för projektering och annan service, som Bygghälsningsrådet i detta fall till viss del bestått med inom projektet Energisparkvarter. Dessa kostnader kan uppskattas motsvara ett påslag av 5 % på summan enligt ovan.

Kostnaderna fördelar sig på husen enligt följande

| Åtgärd | Hus 8 | Hus 9 | Hus 11 | Hus 12 | Hus 14 | Hus 16 | Summa |
|---|----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|
| a Tätning yttre o fönster 14:11/m ² ly | 18106 | 10708 | 18106 | - | - | - | 46920 |
| b Ändring vent fr FT till F 2791:19/läg | 50241 | 33495 | 50241 | 50241 | 33495 | 50241 | 267954 |
| c Tätning yttre o fönster 14:11/m ² ly | - | - | - | 18106 | 10708 | 18106 | 46920 |
| d Tätning o till.isol bj.lagskant 85:38/m kant | 32786 | 20491 | 32786 | 32786 | 20491 | 32786 | 172126 |
| e Inreglering värmesystem 6:31/m ² ly | 8096 | 4787 | 8096 | 8096 | 4787 | 8096 | 41958 |
| f Förändring kryprum 259:64/m sockel | - | 21809 | 31157 | 31157 | - | 31157 | 115280 |
| g Fönsterkon- vertering 444:03/m ² fönster | - | - | - | 81702 | - | - | 81702 |
| Kr Påslag för projektering o d 5 % | 109229 5461 | 91290 4565 | 140386 7019 | 222088 11105 | 69481 3474 | 140386 7019 | 772860 38643 |
| Kr totalt | 114690 | 95856 | 147405 | 233193 | 72955 | 147405 | 811503 |
| Kr/läg | 6372 | 7988 | 8189 | 12955 | 6080 | 8189 | 8453 |
| Kr/m ² ly tot | 89:37 | 126:29 | 114:86 | 181:70 | 96:13 | 114:86 | 122:- |
| " | ätg a | 14:82 | 14:82 | 14:82 | - | - | - |
| " | " b | 41:10 | 46:33 | 41:10 | 41:10 | 46:33 | 41:10 |
| " | " c | - | - | - | 14:82 | 14:82 | 14:82 |
| " | " d | 26:82 | 28:35 | 26:82 | 26:82 | 28:35 | 26:82 |
| " | " e | 6:63 | 6:63 | 6:63 | 6:63 | 6:63 | 6:63 |
| " | " f | - | 30:16 | 25:49 | 25:49 | - | 25:49 |
| " | " g | - | - | - | 66:84 | - | - |

4.6 Diverse hinder

Utöver hyresgästernas rent känslomässiga erfarenheter av åtgärderna enligt etapp 1 resp etapp 2, kan anges följande som exempel på förekommande hinder för energisparåtgärdernas genomförande.

- Som en följd av luftomsättningsminskningen utfördes för bibehållande av komforten spiskåpa i kök och timerstyrt forceringsdon i badrum. Åtgärderna, som kom till av energisparskäl, betyder emellertid enligt gällande regler högre standard och därmed högre hyra. Hyresgästerna hade inte bett om spiskåpor och ville inte ha hyreshöjning. När nu spiskåporna installerades i åtgärdshusen blev hyresgästerna i angränsande hus avundsjuka och ville också ha spiskåpor.
- Inför varje åtgärd ska enligt nuvarande medbestämmanderegler hyresgästerna genom sina ombud vara med och godkänna åtgärderna ifråga. Hyresgästernas centrala ombudsman vågar emellertid inte fatta några beslut, som ibland kan vara kontroversiella. Frågorna måste alltså föras ner på lokal nivå. Detta tar tid. Det befanns då vara enklare med när demokrati under närvaro av berörda hyresgäster, så att förhandlingarna kunde inskränkas till en gång. Så sker numera.
- Hyresgästerna frågar ofta i vilken grad de olika energisparåtgärderna medför nackdelar för dem. Som exempel på sådana nackdelar är om fönsterkonvertering betyder merarbete med att putsa det tredje glaset eller om minskad luftomsättning betyder sämre komfort. Eftersom hyresgästernas mening ska inhämtas innan beslut om åtgärderna fattas, innebär detta fördröjningar. Man måste alltså väcka frågorna i god tid.
- Efter tilläggsisolering av någon del av klimatskärmen blir insidan av den isolerade delen varmare, vilket ökar komforten invändigt och motiverar en sänkning av framledningstemperaturen till radiatorerna. Hyresgästerna tycker inte om denna temperatursänkning, om de får reda på den. De föredrar helt naturligt den goda värmen.
- En del hyresgäster klagat över otillräcklig värme, vilket kan bero på brister hos klimatskärmen eller någon gång också på deras eget dåliga blodomlopp vid stigande ålder. De går då på fastighetsskötaren, som i sin dagliga kontakt med hyresgästerna har svårt att stå emot deras krav. Han kan då släppa på mera värme hos den som klagat mest, vilket kan sabotera energisparåtgärderna. Efter företagen omorganisation av fastighetsskötseln är särskilda maskinister avdelade till att distriktsvis sköta det löpande underhållet av VVS-installationerna, där värmeförsörjningen ingår. Dessa maskinister är mer anonyma och påverkas inte på samma sätt av hyresgästerna.
- Energisparåtgärder innebär vitt skilda arbeten på hantverksnivå, där olika slag av yrkesarbetare och specialister är inblandade. Hantverkarna inom de skilda facken av-

löser varandra - den ena måste göra färdigt sin detalj innan den andra kan ta vid o s v. Exempelvis måste en målare för sina behandlingar komma in i en lägenhet 3-5 gånger och då delvis avvakta att andra hantverkare har slutfört sina arbeten.

En del hantverkare är serviceinriktade, andra inte. De senare kan klampa in med leriga skor och sedan lämna lägenheten utan att städa efter sig. "Det är inte mitt jobb". Följden blir stigande irritation hos hyresgästerna. En del låser sina dörrar och släpper inte in någon.

Detta är det största hindret för energisparandet.

5 MÄTRESULTAT

5.1 Mätning av temperaturer

För speciella jämförande mätningar av temperaturerna har uttagits

- . referenshusen 17
- . åtgärdshus 12

som sinsemellan är lika till storlek, utseende och lägenhetsfördelning och dessutom är orienterade på samma sätt i förhållande till värderstrecken.

Mätningen startade i mars 1983 och avslutades maj 1985..

Mätresultaten är redovisade i bilaga 5 A.

Utetemperatur

Utetemperaturen vid nordfasader utanför åtgärdshus 12 och referenshus 17 visade sinsemellan god överensstämmelse.

Jämfört med normaltemperaturen har våren och försommaren 1983 varit kylig men eftersommaren och hösten 1983 varit förhållandevis varm.

Vintern 1983/1984 har varit normal, dock med köldknäppar i slutet av november, mitten av december och slutet av januari. Våren 1984 har varit kall med plötsligt omslag till varmt väder andra veckan i april. Vintern 1984/85 har varit ovanligt kall ända från januari. Också våren 1985 har varit kall tills varmt väder kom i slutet av maj.

Temperaturer i trapphusen

I såväl referenshuset 17 som i åtgärdshuset 12 var temperaturen i plan 3 1-2^oC högre än i plan 1, vilket man torde kunna vänta sig. Vintertid höll sig temperaturen omkring 15-18^oC och sommartid omkring 22-24^oC.

I trapphuset T2 hos åtgärdshuset 12 är temperaturerna ovanligt låga.

Temperaturer i lägenheterna

I referenshuset 17 var medeltemperaturen i lägenheterna 21-23^oC såväl sommartid som vintertid, dock något lägre vid köldknäppar. Gavellägenheterna, särskilt de i plan 3, hade jämfört med mittlägenheterna genomgående lägre temperaturer vintertid, särskilt de i plan 1. Sommartid var temperaturförhållandena omvända. Temperaturskillnaderna uppgick till 1-3^oC sommartid och 3-4,5^oC vintertid.

I åtgärdshuset 12 var medeltemperaturen i lägenheterna 21-23^oC sommartid och 20-22^oC vintertid, med smärre underskridanden vid

köldknäppar. Gavellägenheterna hade också här genomgående lägre temperaturer vintertid än mittlägenheterna med omvända förhållanden sommartid. Temperaturskillnaderna var dock här större, 1,5-2,5°C sommartid och ända till 4-6,5°C vintertid. I gavelägenheter i plan 3 kunde uppmätas så låga temperaturer som 17-18°C.

Under januaris förra hälft gjordes inreglering av värmesystemet på vanligt beprövat sätt. Någon förändring av temperaturskillnaderna kunde emellertid inte märkas efter denna åtgärd. Orsaken till detta ska undersökas sommaren 1985. Man misstänker brister hos värmeisoleringen hos ytterkanterna till översta bjälklaget.

Temperaturer i kryprum

Referenshus 17 har uteluftsventilerat kryprum. Tilluften tas in i ett utrymme intill ett av trapphusen. Där uppvärms den och skickas sedan vidare till lägenheterna och till kryprummet. För uppvärmningen och inblåsningen av tilluften till en mängd av 200 m³/h beräknas åtgå en årlig energimängd av 8 MWh eller drygt 6 kWh/m²ly. Luften går sedan ut från kryprummet genom öppna ventiler i sockeln hos husets gavlar.

Åtgärdshus 12 hade från början uteluftsventilerat kryprum. Vintern 1982-83 stängdes emellertid tilluftsaggregatet av, varvid kryprummet fick sin tilluft från ventilerna i husets gavlar. Luften sögs sedan ut med fläktar, som installerades vid trapphusen. I mitten av januari 1984 verkställdes åtgärder i kryprummet i avsikt att ändra funktionen från uteluftsventilation till ineluftsventilation. Detta innebar igensättning av ventilerna i gavlarna och tilläggsisolering av sockeln och kryprumbotten 1 m in runt om, med sprutad blandning av mineralull och lim. Arbetet misslyckades emellertid delvis på grund av den köldknäpp, som inträffade under januaris senare hälft. Detta till trots ökade temperaturen i kryprummet med ca 2°C till samma nivå, som var rådande i kryprummet hos hus 17. Den otillräckliga tätningen och tilläggsisoleringen kompletterades under april's senare hälft.

5.2 Mätningar av värme och varmvatten

Inom Uppsalahem AB har från och med 1978 gjorts en del energisparåtgärder, som omfattar i stort sett hela Uppsalahems bostadsbestånd om ca 12 500 lägenheter.

| År | Uppsalahems bostadsbestånd | | | | Uppsalas bostadsbest medeltal | |
|------|----------------------------|-----|-----------|----------|-------------------------------|--------------|
| | Område 1-23 | | Rangstr 2 | | | |
| | min | max | medeltal | medeltal | | |
| 1978 | 196 | 316 | (419) | 259 | 264 | 227 |
| 1979 | 205 | 291 | (400) | 253 | 240 | 225 |
| 1980 | 199 | 252 | (468) | 241 | 235 | ej redovisat |
| 1981 | 190 | 248 | (349) | 238 | 246 | 214 |
| 1982 | 184 | 249 | (318) | 225 | 249 | 209 |
| 1983 | ej redovisat | | 225 | 229 | 229 | 204 |
| 1984 | | | 217 | 213 | 213 | 201 |

Uppgifterna från Uppsalahem resp Uppsala kommun är omräknade till normalårsförbrukning i kWh/m²ly.

Uppgifterna inom parentes avser hus, där en del av värmen förbrukas för att hålla gångbanor o d snöfria vintertid.

Som synes av uppställningen har en viss energibesparing ägt rum under åren 1978 fram till och med 1984, räknat både på Uppsalahems bostadsbestånd och på hela Uppsala kommuns bostadsbestånd.

Uppgiften för Rangström 2 år 1982 härrör sig från en totalförbrukning av 3225 MWh₂ hos samtliga hus inom området med 186 lägenheter och 12972 m²ly. Det motsvaras av en energiåtgång av 17,37 MWh/läg eller 249 kWh/m²ly.

För mätningarna av värmeförbrukningen skiljs på

- referenshusen 17, 19 och 20
- åtgärdshusen 8, 9, 11, 12, 14 och 16

För mätningarna av varmvattenförbrukningen skiljs på

- referenshusen 17, 19, 20, 21 och 22
- åtgärdshusen 8, 9, 11, 12, 14 och 16

Mätningarna startade i mars 1983 och avslutades maj 1985.

Mätresultaten är redovisade i bilaga 5 A.

Värmeförbrukning

Mätresultaten visar att referenshusen tiden 1 mars 1983 - 1 mars 1984 hade en värmeförbrukning av 250 kWh/m²ly. Samtidigt hade åtgärdshusen en värmeförbrukning av 190 kWh/m²ly, vilket understiger referenshusens värmeförbrukning med 24 % (18 % mars 1983 och 29 % mars 1984).

För en rättvis jämförelse bör dock från referenshusens värmeförbrukning dras ifrån den värme, som bortgår i kylverten till UC2 och inne i UC2 med uppskattningsvis 6+4 kWh/m²ly, vilket innebär en värmeförbrukning av 240 kWh i referenshusen. Åtgärds- husens värmeförbrukning understiger då referenshusens med 21 % i medeltal.

Som synes är det en tämligen god överensstämmelse mellan de konstaterade värdena och de beräknade värdena enligt avsnitt 4.2. Det är dock troligt att de verkliga värdena för energiförbrukningen i respektive lägenheter och hus varit en annan. En del människor är sparare, andra är slösare (värmen på för fullt, öppna fönster, hög vattenförbrukning o s v).

Husen 17 resp 12 har var för sig lägre värmeförbrukning enligt mätningresultaten än motsvarande grupper referenshus resp åtgärdshus. Detta torde bero på att mätanordningarna för husen 17 resp 12 inte registrerar värmebortgång i kulvertar och undercentraler. Dessutom torde de båda husen i högre grad än andra hus tillgodogöra sig den gratisvärme, som fås genom att balkongsidan vetter mot soligt väderstreck.

Vid jämförande av värmeförbrukningen hos hus 12 resp hus 17 bör i bedömningen observeras att temperaturen i lägenheterna i hus 17 vintertid i medeltal varit ca 1°C mer än hos hus 12.

Varmvattenförbrukning

Varmvattenförbrukningen brukar variera mycket beroende på sammansättning i åldersgrupper hos de boende. Här är andelen unga familjer med barn relativt hög, vilket gör att förbrukningen av varmvatten blir hög, omkring 150 l/dygn och lägenhet vintertid och ca 120 l/dygn och lägenhet på sommaren.

Under mätperioden uppstod emellertid upprepade fel hos mätinstrumenten. Mätaren för åtgärdshuset byttes ut januari och maj 1984, dock utan att felet kunde korrigeras. Efter att det kunde konstateras god överensstämmelse hos referenshus och åtgärdshus för varmvattenförbrukningen under 1983, uppmättes en differens på över 30 l/dygn 1984. Eftersom det inte skett någon nämnvärd förändring av familjsammansättningen under denna tid kan man misstänka att det uppstått en vattenläcka någongstans.

5.3 Mätningar i kryprum

I samband med de åtgärder, som verkställdes i hus 12 tiden jan-mars 1983 i syfte att förändra det uteluftsventilerade kryprummet till ineluftsventilation gjordes mätningar av temperatur och fuktighet inne i kryprummet.

Mätningarna utfördes i åtgärdshuset 12 12 dec 1983 - 17 jan 1984 och efter ändring av kryprumets funktion 14 febr - 18 april 1984 och i referenshuset 17 17 jan - 9 febr 1984.

Mätresultaten med diagram är redovisade i bilaga 5 A.

I kryprummet hos referenshuset 17, som var uteluftsventilerat genom inblåsning med varmluft var temperaturen jämn omkring 16°C och fuktigheten 55-70 % Rh.

I kryprummet hos åtgärdshuset 12, som var uteluftsventilerat utan varmluftsinblåsning höll sig temperaturen omkring $13-14^{\circ}\text{C}$ och fuktigheten 50-60 % Rh. Efter åtgärd hade temperaturen trots ofullständig tätning och tilläggsisolering stigit till $15-17^{\circ}\text{C}$ och fuktigheten gått ner till 45-50 % Rh.

6 UTVÄRDERING

6.1 Underlag

Innan de planerade energisparåtgärderna blev utförda beräknades energibesparingen ut under vissa antaganden enligt avsnitt 4.2. De på detta sätt erhållna värdena jämfördes sedan med mätresultatet enligt avsnitt 5. Jämförelserna får tjäna som underlag för utvärderingar i det följande.

6.2 Energibesparing efter åtgärder etapp 1

Referenshusen lämnades helt utan åtgärder. Där är fortfarande ytterväggarna och fönstren otäta och där fungerar inte FT-ventilationen på avsett sätt. Den tilluft, som trots otätheterna kommer fram till lägenheterna, känns kall och dragig, likaså den tilluft, som läcker in utifrån genom otätheterna. Den frånluft, som drar ut mekaniskt, har en hastighet i flätkammaren av 0,85 oms/h. Därtill kommer den luft, som läcker ut med uppskattningsvis 0,2 oms/h.

Åtgärdshuset gjordes till föremål för följande energisparåtgärder.

Tätning av ytterväggar och fönster.

Åtgärderna inriktade sig främst på fönstren, där tätningsslisterna byttes ut, och på fogarna kring fönstren i respektive fönsterhåll. Den oönskade ventilationen, s k tjuvdrag, minskade därigenom.

Tilläggsisolering av bjälklagsytterkanter.

Åtgärderna syftade till att neutralisera de köldbryggor, som gav sig till känna vintertid på grund av konstruktions sättet för bjälklagens anslutning utefter husets långsidor. Bjälklag och ytterväggar kring denna detalj kändes mindre kalla efter åtgärdernas genomförande.

Avstängning av tilluften.

Åtgärderna avsåg att stoppa tilluftsflödet, som till följd av avkyllning och otätheter hos tilloppskanalerna kändes kallt och obehagligt vintertid. Tillförseln av tilluft ordnades bl a genom att tätningsslister hos fönstrens överdelar avlägsnades.

Reducering av frånluften.

Åtgärderna syftade till minskning av luftomsättningen från ca 0,85 oms/h till 0,5 oms/h. Det skedde genom strypning av frånluftsfläktarna. Tätningen av ytterväggarna innebar dessutom en minskning av den oönskade ventilationen till uppskattningsvis 0,1 oms/h. Som en kompensation för den minskade luftomsättningen

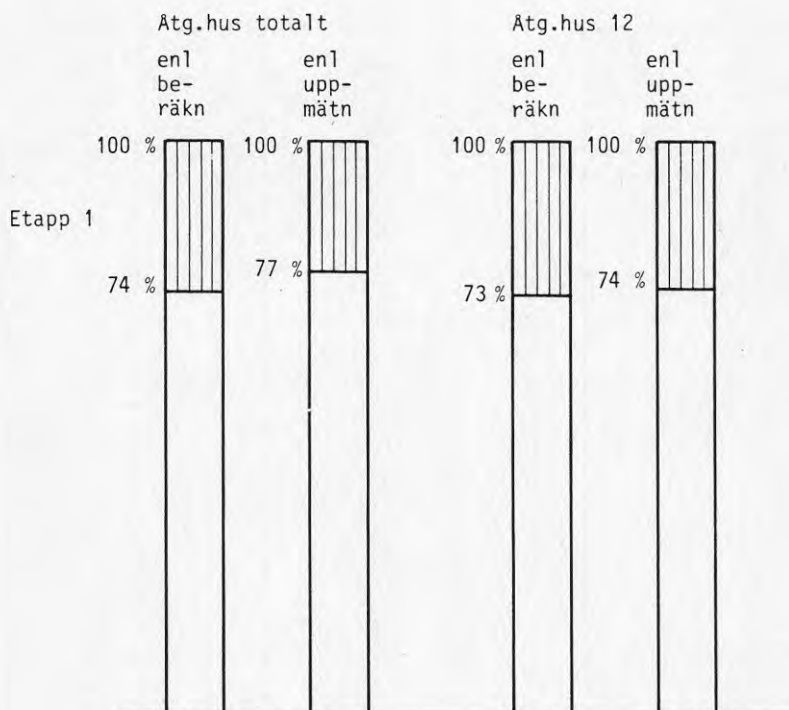
utfördes spiskåpor i kök och forceringsdon till frånluftsventiler i badrum.

Energispareffekt

Hos åtgärdshusen kan av mätresultaten utläsas att energiförbrukningen 31/12 1983 utgjorde 75 % av densamma hos referenshusen. Efter korrigering med avseende på kulvertar, förekomst av källare resp kryprum samt för skillnader mellan rumstemperaturer m m bedöms att energiförbrukningen efter åtgärder etapp 1 nedgått till 77 % av den ursprungliga energiförbrukningen.

Hos åtgärdshuset 12 jämfört med det lika referenshuset 17 uppmättes än större energibesparing, som efter korrigeringar bedömdes till 74 % av den ursprungliga energiförbrukningen.

Enligt förhandsberäkningarna skulle energiförbrukningen hos åtgärdshusen nedgått till 74 % och hos åtgärdshuset 12 73 %, som synes ingen större avvikelse.



Figur 621 Energispareffekt efter åtgärder etapp 1.

6.3 Energibesparing efter åtgärder etapp 1 och 2

Referenshusen lämnades oförändrat helt utan åtgärder.

Åtgärdshuset gjordes till föremål för ytterligare energisparåtgärder enligt följande

Ändring av kryprunsgrunderna

Åtgärderna gällde husen 9, 11, 12 och 16 och innebar förändringar av kryprummens ventilationsförhållanden från uteluftsventilation till ineluftsventilation. Sockelventilerna sattes igen, socklarna och marken närmast innanför försågs med tilläggsisolering av sprutad mineralull. Dessutom installerades ett frånluftsaggregat i varje hus med anslutning till något trapputrymme. Funktionsändringen hos kryputrymmen medförde en temperaturhöjning och en däremot svarande minskning av den relativa luftfuktigheten. Den absoluta luftfuktigheten var dock något högre här än hos kryprunsgrunder på andra håll, eftersom diffusionskydd mot markfukt saknades.

Fönsterkonvertering

Åtgärderna gällde hus 12 och innebar att 2-glasfönstren förändrades till 3-glasfönster genom applicering av tilläggsruta på fönsterbågens insida. Det blev såsom väntat en omedelbar höjning av rumstemperaturen. Dessutom minskade kallraset från fönstren, vilket gjorde att man utan obehag kunde uppehålla sig närmare fönstren i lägenheterna.

Inreglering av värmesystemet

Åtgärderna syftade till en jämnare temperaturfördelning mellan lägenheterna, vilket skulle göra det möjligt att göra en sänkning av medeltemperaturen utan försämring av boendekomforten. De veckovis utförda temperaturmätningarna i husen 12 resp 17 hade ju visat stora skillnader hos rumstemperaturerna, där de som bodde i gavel lägenheterna högst upp hade upp till 5°C lägre rumstemperatur än de som bodde i mittlägenheterna. Inregleringen, som föregicks av transmissionsberäkningar på grundval av lämnade uppgifter på k-värdena hos klimatskärmens delar, skedde på beställning hos utonstående ingenjörbyrå. Arbetet tog dock ovanligt lång tid, eftersom stamventilerna på flera ställen måste kompletteras. Efter det att inregleringen var genomförd kvarstod emellertid de stora skillnaderna i rumstemperaturerna mellan gavel lägenheterna och mittlägenheterna. Den planerade allmänna temperatursänkningen kunde alltså inte genomföras.

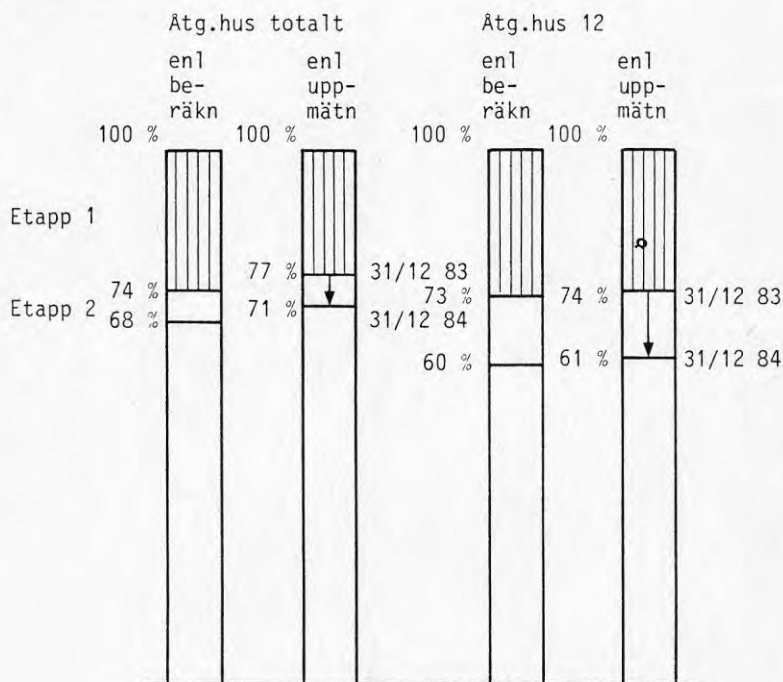
En noggrann undersökning av klimatskärmen hos husen inleddes med mätning av yttemperaturer på vindshjäklagets undersida, redovisad i bilaga 6 A. Takfoten blottades, varvid det visade sig att vindshjäklagets ytterkanter delvis saknade värmeisolering. Komplettering och förbättring av värmeisoleringen genomfördes sommaren 1985.

Energispareffekt

Hos åtgärdshusen framgår av mätresultaten att energiförbrukningen gått ytterligare nedåt intill 1/5 1985 enligt nedanstående uppställning.

| period | ref.hus | | | | åtg.hus | | | | |
|--------------|---------|--------|-----|----|---------|-----|-----|----|----|
| | totalt | totalt | tot | % | 17 | 12 | tot | % | |
| 1/1-31/12 83 | 83 | 275 | 229 | 46 | 83 | - | - | - | - |
| 1/3-31/12 83 | 83 | 187 | 141 | 46 | 75 | 127 | 89 | 38 | 70 |
| 1/3 83- | | | | | | | | | |
| -1/3 84 | 84 | 255 | 191 | 64 | 75 | 186 | 126 | 60 | 68 |
| 1/1-31/12 84 | 84 | 253 | 175 | 78 | 59 | 186 | 109 | 77 | 59 |
| 1/3 84- | | | | | | | | | |
| -1/3 85 | 85 | 273 | 192 | 81 | 70 | 200 | 121 | 79 | 60 |
| 1/5 84- | | | | | | | | | |
| -1/5 85 | 85 | 281 | 194 | 87 | 69 | 203 | 126 | 77 | 61 |

Den kalla vintervintern 1985 innebar högre energiförbrukning allmänt. Besparingsåtgärderna medförde dock att den totala skillnaden hos energiförbrukningen mellan referenshus och åtgärdshus fortsatte att öka, medan motsvarande mellan hus 17 och 12 efter årsskiftet blev oförändrad.



Figur 631

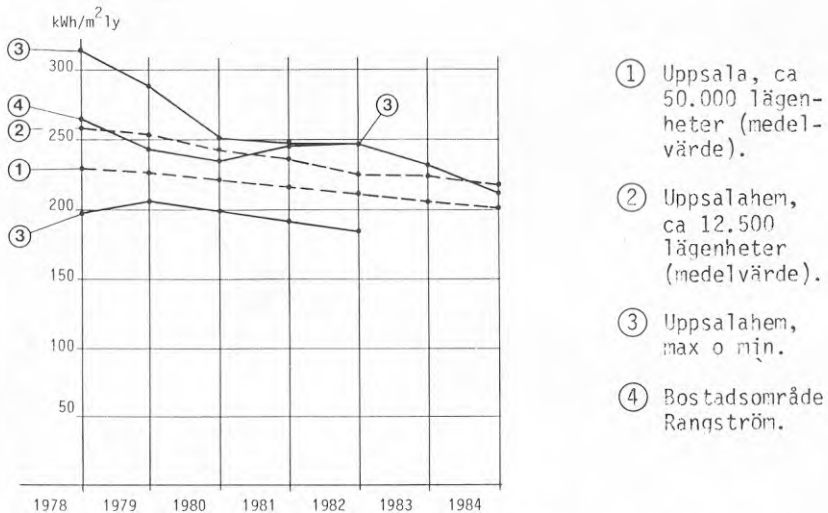
Energispareffekt efter åtgärder etapp 1 och 2 efter korrektioner enligt föregående. Energibesparingen är som synes stor i förhållande till nedlagda kostnader. Lönsamheten har visat sig vara god.

6.4 Sammanfattande synpunkter

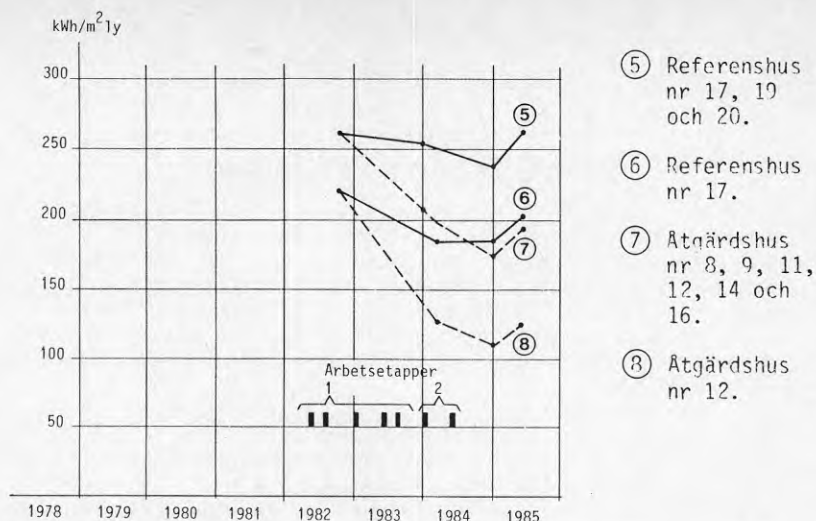
Bostadshusen i kv Rangström torde anses vara representativa för det byggeri, som med totalentreprenad bedrevs under 1960-1970-talen. Husens standard och kvalitet är varken särskilt bra eller särskilt dålig med den tidens mått mätt.

Energisparåtgärderna har gett avsett resultat i alla delar utom i ett fall, nämligen inregleringen av värmesystemet. Man står frågande om metodens tillförlitlighet, såsom här har skett och såsom enligt mångas utsago sker på flera håll. Det var ju här närmast en slump att felet upptäcktes. Man kan också fråga sig om kraven på temperaturskillnaderna $\pm 1^{\circ}\text{C}$ efter en inreglering är rimliga. Värmeisoleringen hos klimatskärmerna och ventilationsförhållandena varierar ju från hus till hus och från ställe till ställe. Utom att man måste räkna med mätfel kan det ju finnas stora olikheter med avseende på köldbryggor, otätheter och konvektion hos klimatskärmens olika delar. Vidare kan det vara felaktiga dimensioner hos radiatorerna med exempelvis för litet vattenflöde och för låga framledningstemperaturer etc.

En aktiv energisparverksamhet har bedrivits i Sverige under 1970- och 1980-talen, så också i Uppsala. En jämförelse mellan Uppsalas respektive Uppsalahems hela bostadsbestånd ges i följande diagram.



Figur 641 Energiförbrukningen i kWh/m^2 för bostadsbeståndet i Uppsala resp Uppsalahem åren 1978-1984. Minnivärdena hos Uppsalahems bostadsbestånd hålls bl a av 2-våningshus i kv Blåklinten med inluftventilerade kryprum.



Figur 642 Energiförbrukningen i kWh/m² för åtgärdshus respektive referenshus i kv Rangström 2, Uppsala åren 1982-1985.

Lönsamheten, uttryckt i energisparkostnad har uträknats till följande med antagande av 30 års brukstid för samtliga åtgärder utom fönsterkonvertering och inreglering, där det antagits 10 års brukstid.

| Åtgärd ettapp | hus | Energibesparing kWh/m ² /ly | Kostn kr/m ² /ly invest | Realränta underh | Realränta inv undh | Enspk kr/kWh totalt hus 12 | Enspk kr/kWh totalt hus 12 |
|------------------|------------------|---|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | alla | 46+10* | 84,3 | - | 4 | - | 0,07 0,07 |
| 2 | 9, 11, 12, 16 | 32-10* | 24,8 | - | 4 | - | 0,05 0,05 |
| 2 | 12 | 39-10* | 91,8 | 2x10 | 4 | 2 | 0,22** |

* antagen del av vad som uppnåddes 31/12 1984

** hög siffra, eftersom den förväntade temperatursänkningen efter inreglering av värmesystemet utblev

Omfattningen av energisparåtgärderna har i viss mån styrts av omtanke om hyresgästernas privatliv. Stora ingrepp i lägenheterna hade kunnat medföra irritationer så att hyresgästerna stängt sina dörrar. Här föregicks energisparåtgärderna av information till hyresgästerna med överenskommelser om vad som var lämpligt att göra. Ingreppen i lägenheterna blev måttliga och hyresgästerna medverkade med intresse.

Intresset var också stort hos Uppsalahem, dess ledning och de som hade hand om förvaltningen inom distriktet. Det insågs snabbt, att en mycket stor del av energibesparingen hängde på intresserad medverkan från folk på s k skruvnyckelnivå. I enlighet därmed planerade och genomförde Uppsalahem en ökad utbildning av sin personal och utökade sin kader av maskinister från 5 till 8.

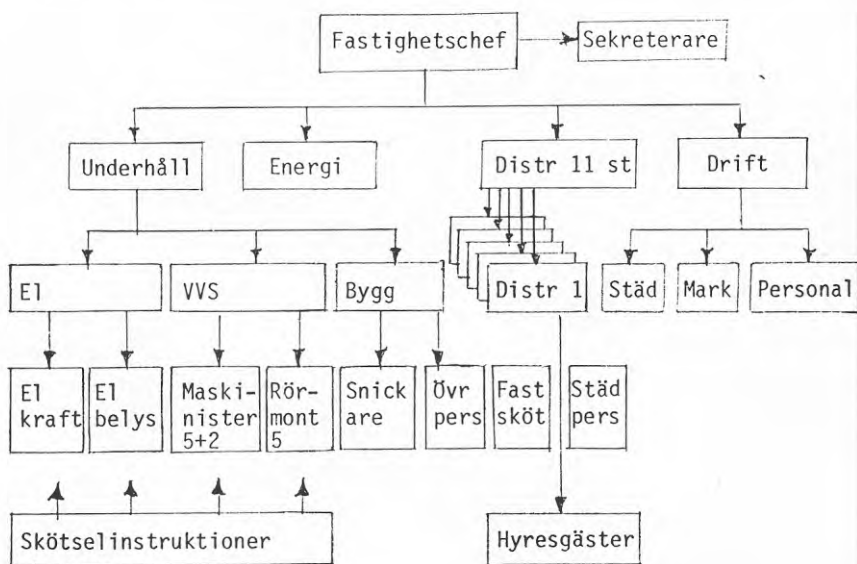
Fastighetsskötsel var förr i tiden ett arbete för folk som kunde elda i en värmepanna, hålla rent i allmänna utrymmen, klippa gräsmattor på sommaren och skotta snö på vintern.

Under 1960- och 1970-talens byggande blev emellertid installationerna för värme och ventilation alltmer tekniskt komplicerade. Detta gör att fastigheter numera helst bör skötas av tekniskt kunnig personal. Eftersom fastighetsskötsel sedan länge haft en låg status är det brist på denna personal. Det är beklagligt med tanke på att underhållet av våra fastigheter numera tar omkring 60 % av hyran, varav enbart värmekostnaden tar omkring hälften.

Denna brist på lämplig personal torde åtminstone delvis kunna avhjälpas, om det i varje fastighet fanns skötselinstruktioner. Skötselinstruktionerna bör då vara avpassade till folk med fallenhet för arbetet och ett viss mått av teknisk utbildning, en sorts mångkunniga maskinister.

Det är visserligen bra med alla dessa sinnrika anordningar, som på sista tiden utvecklats i energispar syfte. Men någon egentlig energibesparing torde det inte bli förrän de som sköter fastigheterna på skruvnyckelnivå med tillgång till ändamålsenliga skötselinstruktioner får intresse för energisparandets problem och då känner sig motiverade att hjälpa till.

Inom Uppsalahem har sedan 1978 bedrivits en alltmer intensiv energisparverksamhet. Denna är inordnad i en omorganisation, som blivit alltmer nödvändig för att effektivisera fastighetsskötseln. Organisationens struktur, som visas här nedan, torde vara typisk för ett bostadsbolag, som administrerar 10.000-15.000 lägenheter.

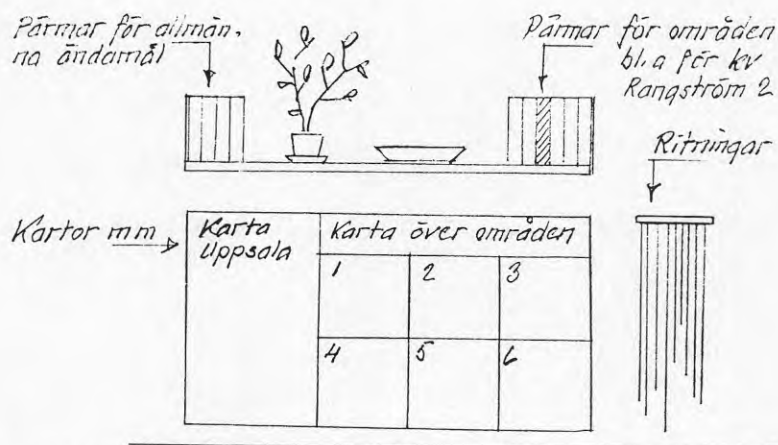


I detta avsnitt beskrivs den del av skötselinstruktionerna, som i huvudsak handlar om el- resp VVS-anläggningarna. Exempelvis skötseln av VVS-anläggningen handläggs av en tekniker, som under sig har 5 maskinister + 2 avbytare samt 5 rörmontörer.

De 5 maskinisterna har vardera sina områden om ca 2.500 lägenheter att sköta om. De 2 avbytarena löser av vid behov. De 5 rörmontörerna avdelas för reparationer, där sådana påfordras.

För underlättande av maskinisternas arbete har följande hjälpmedel iordningställt.

- . I undercentralen
 - . vägglansch med översikter gällande lägenheter, värme, vatten, avlopp, el, centralantenn och larmsystem samt därjämte schematiska översikter gällande anläggningarna i undercentralerna, varvid detaljerna är märkta enligt uppgjort system.
 - . pärm för dagboksanteckningar och för generella skötselinstruktioner gällande den dagliga rutinen.
- . Inom bostadsområdet
 - . märkning av anläggningarnas detaljer i överensstämmelse med vägglanschen i undercentralerna.
- . I områdeskontoret
 - . karta med områden jämte adresser.
 - . pärm för vardera områdena, bl a för kv Rangström, innehållande adresser, översikter, komponentförteckningar m m.
 - . pärm, innehållande allmänna instruktioner för drift, underhåll och felsökning.



Figur 701

Områdeskontoret, hylla för pärmar samt plats för kartor, ritningar o dyl.

Pärmen i områdeskontoret är indelad i flikar med följande innehåll

- . flik 0 administrativa handläggare och anlitade serviceföretag
- . flik 1 adresser, hus, plan och rum
- . flik 2 system, översikter över anläggningarna
- . flik 3 komponentförteckning med komponentkort för detaljer
- . flik 4 fabrikat/typ, broschyrer och övrig information från fabrikanter
- . flik 5 ritningar, hänvisning till förvaringsfack o d
- . flik 6 drift, hänvisning till allmänna instruktioner
- . flik 7 underhåll, hänvisning till allmänna instruktioner
- . flik 8 felsökning, hänvisning till allmänna instruktioner
- . flik 9 entreprenadhandlingar, hänvisningar till var sådana eventuellt kan finnas.

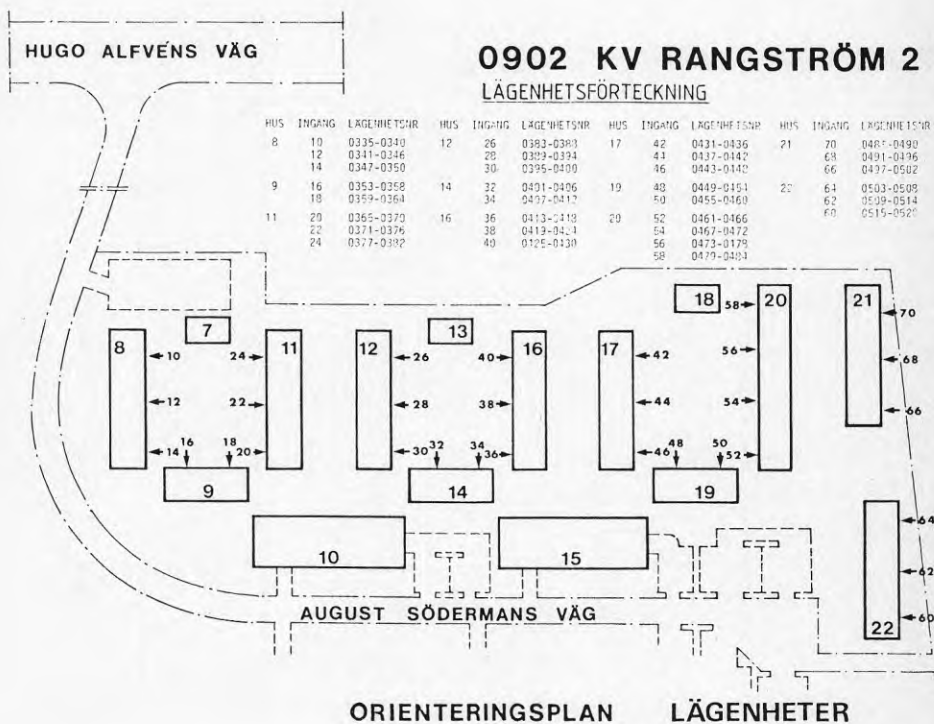
Skötselinstruktionerna bygger på ett system, som har namnet Dicktotal och som har tillämpats för bl a så komplicerade anläggningar som SJ:s vagnvätt och skötselhallar i Hagalund och Älvsjö samt liknande anläggningar hos norska statsbanor. Systemet medger utveckling och uthyggarhet för byggdetaljer, maskiner m m.

För kv Rangström har dock systemet brutits ned till den nivå, som bedömts lämplig för bostadshus. Systemet har enligt överenskommelse anpassats till den organisation, som är rådande hos Uppsalahem.

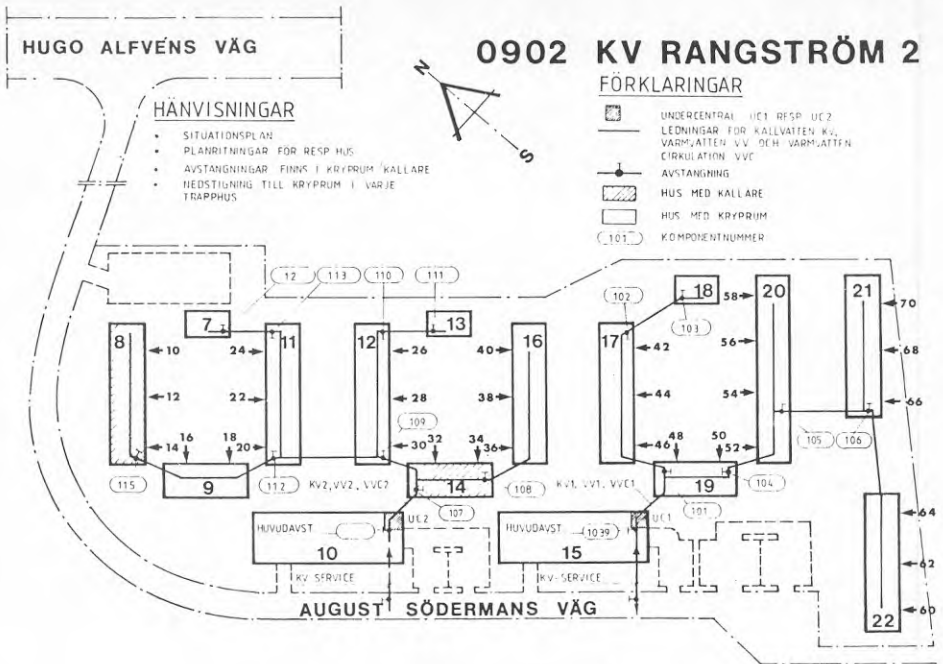
| | | |
|--------|-----------------------|------------|
| Vatten | Avlopp | El, kraft |
| Värme | Ventilation | El, belysn |
| UC1 | Lägenheter | Antenn |
| UC2 | Div text adresser o d | Larm |

Figur 702 Undercentralen, vägplansch med översikter.

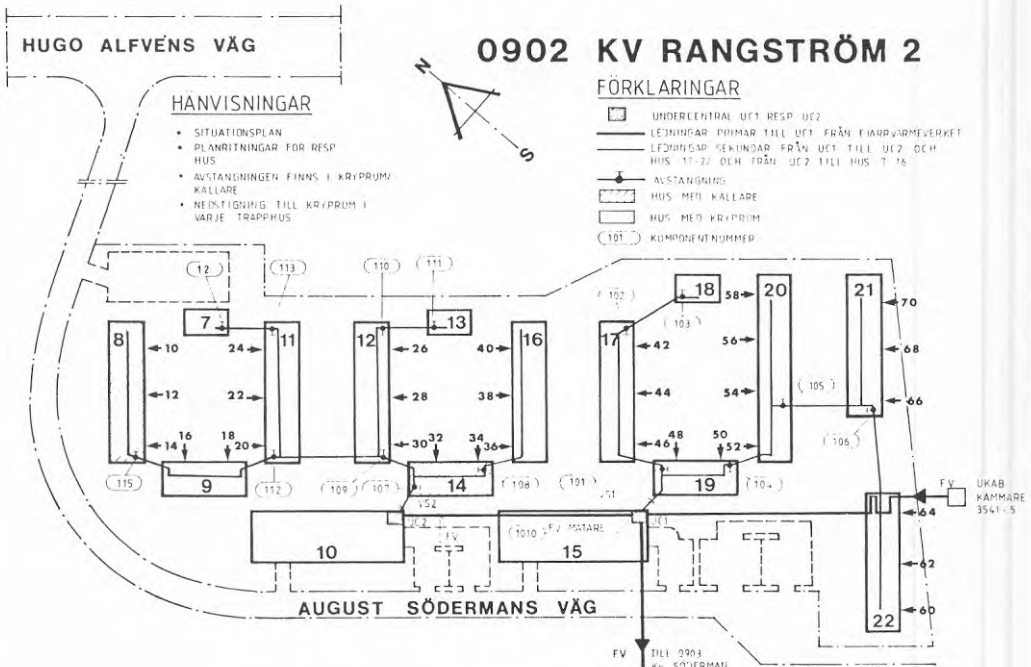
Översikterna framgår av följande figurer 703-708.



Figur 703 Orienteringsplan för lägenheter.

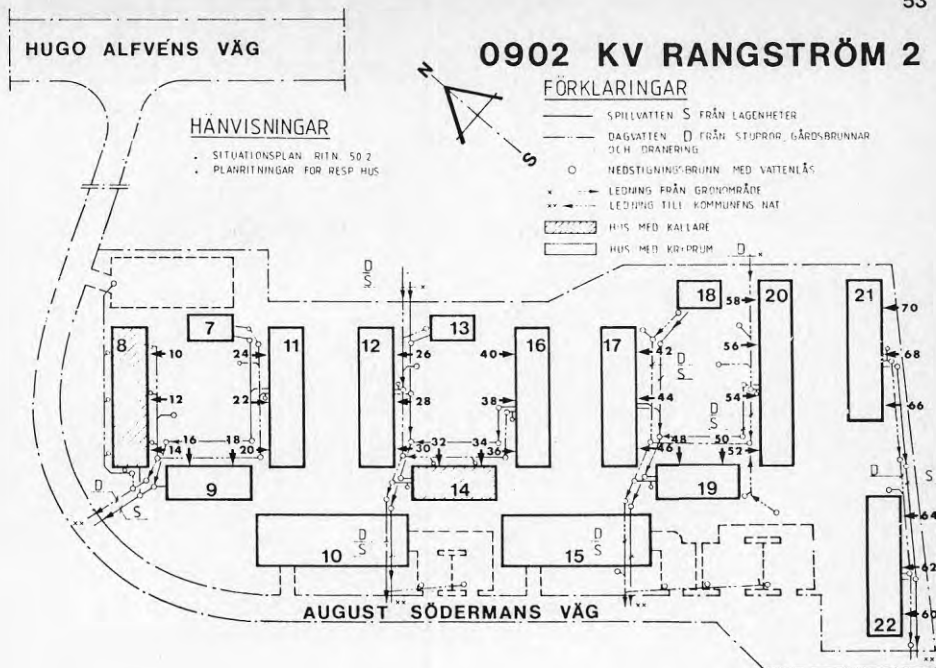


ORIENTERINGSPLAN VATTEN

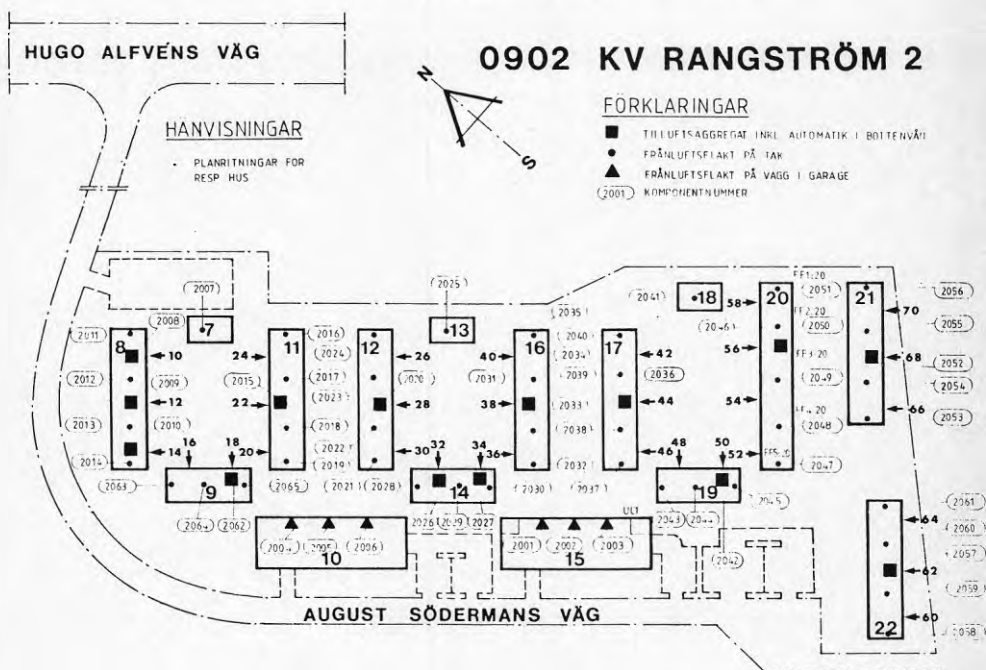


ORIENTERINGSPLAN VÄRME SEKUNDÄR

Figur 704 Orienteringsplaner för vatten och värme.

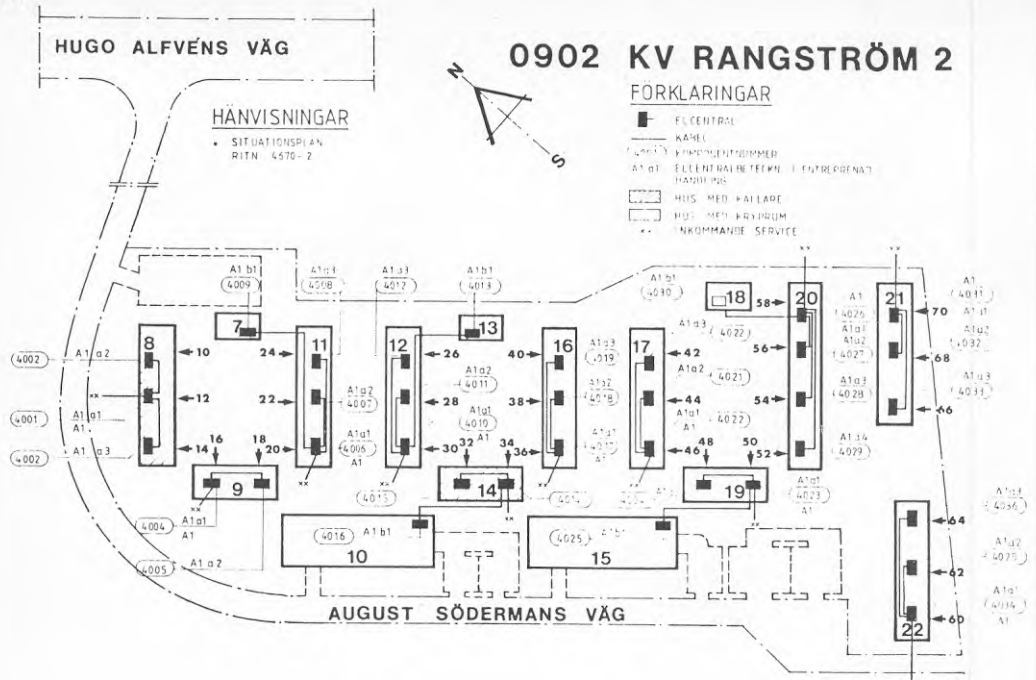


ORIENTERINGSPLAN AVLOPP

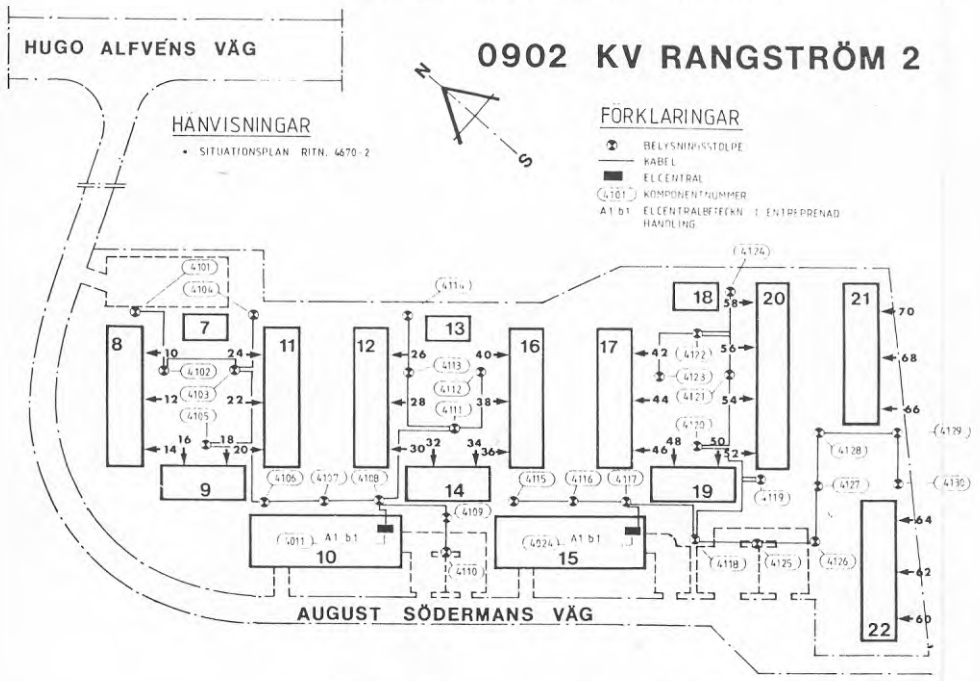


ORIENTERINGSPLAN VENTILATION

Figur 705 Orienteringsplaner för avlopp och ventilation.

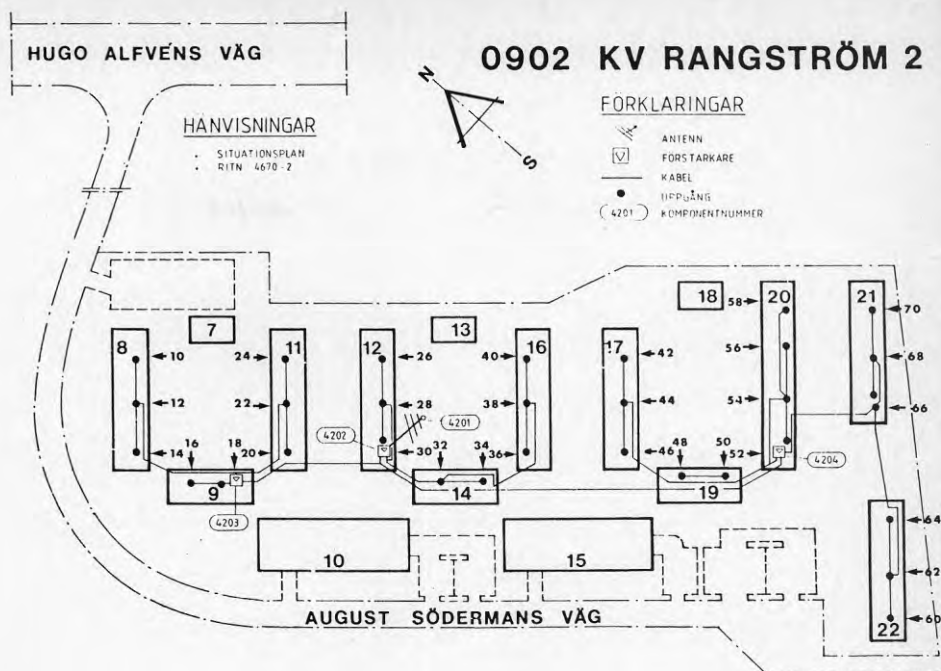


ORIENTERINGSPLAN EL-KRAFT

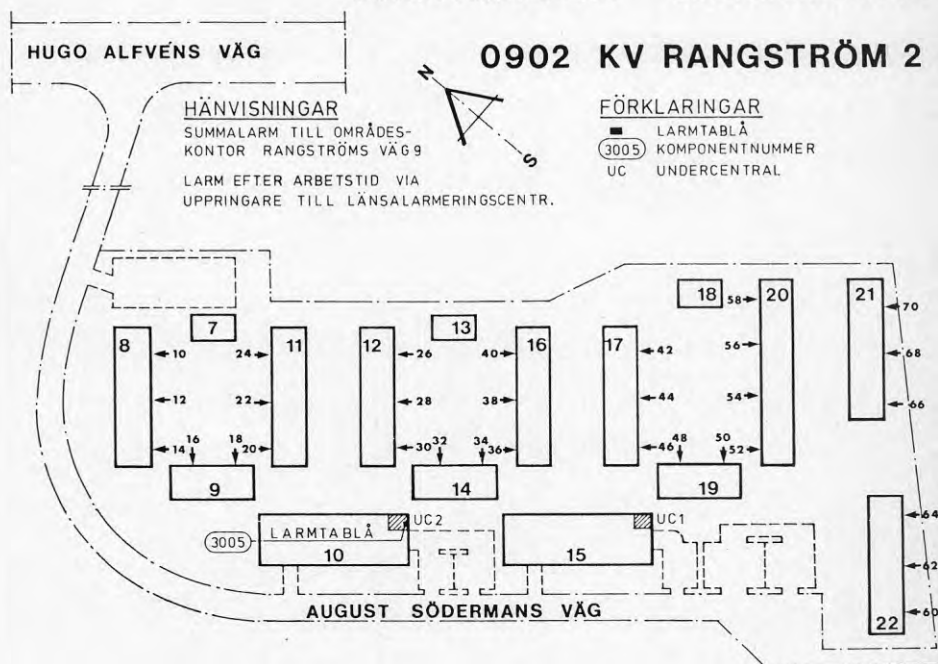


ORIENTERINGSPLAN EL-BELYSNING UTVÄNDIGT

Figur 706 Orienteringsplaner för el, kraft och belysning.



ORIENTERINGSPLAN CENTRALANTENN



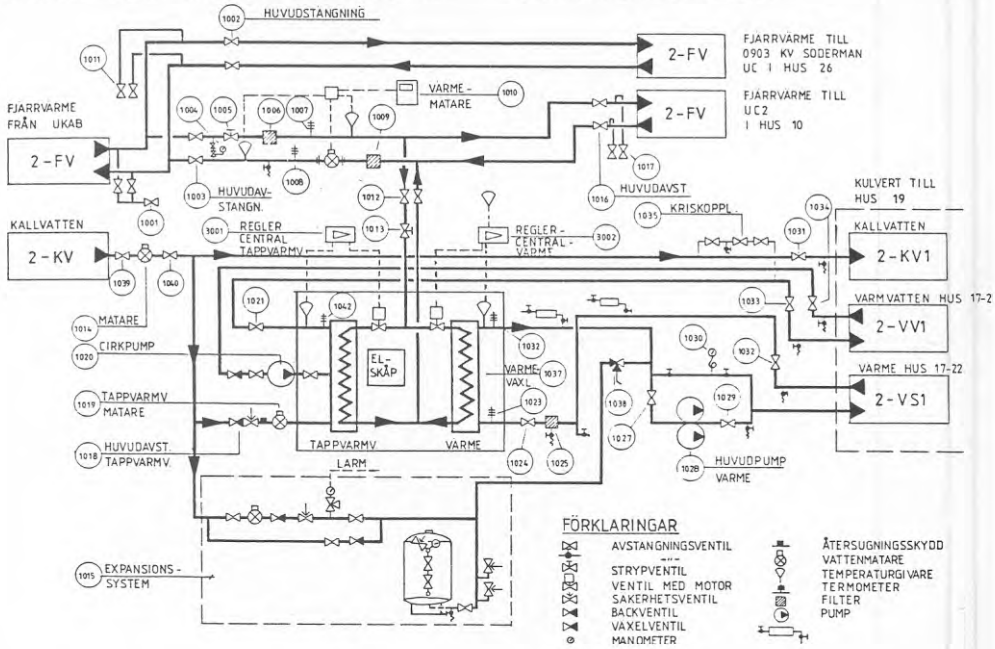
ORIENTERINGSPLAN LARM

Figur 707

Orienteringsplaner för antenn och larm.

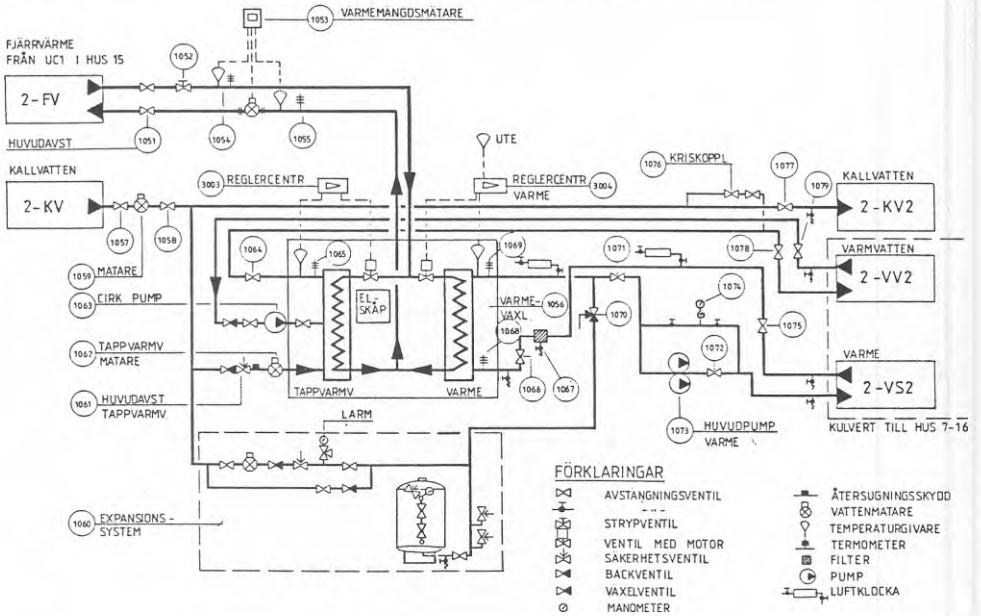
0902 KV RANGSTRÖM 2

UNDERCENTRAL UC1

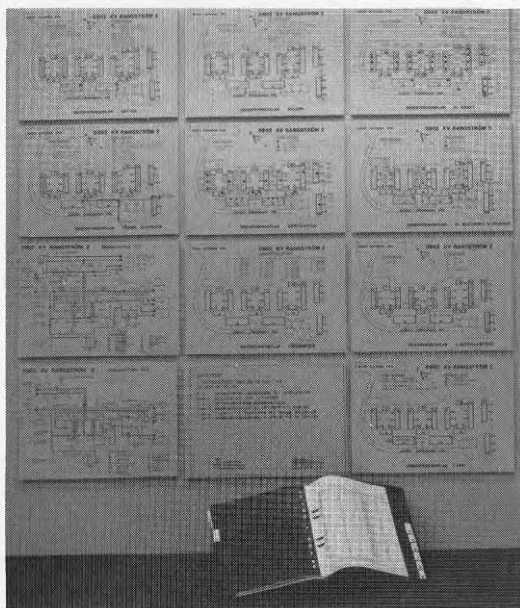


0902 KV RANGSTRÖM 2

UNDERCENTRAL UC2



Figur 708 Orienteringsplan för UC1 och UC2.



Figur 709 Vägglansch och pärm med skötselinstruktioner i undercentralen.

ENERGISPARKVARTER KV RANGSTRÖM, UPPSALA

SLUTRAPPORT 1985-06-24

| Bilagor | | Sid |
|---------|---|-----|
| 2 A | Undersökning av FT-ventilationssystemet | 61 |
| 2 B | Mätanordningar för värmeflöden och temperaturer | 65 |
| 4 A | Energisparåtgärder, foton | 75 |
| 5 A | Mätresultat med diagram | 91 |
| 6 A | Undersökning av vindsbjälklag | 121 |

ENERGISPARKVARTER KV RANGSTRÖM, UPPSALA

Bilaga 2 A

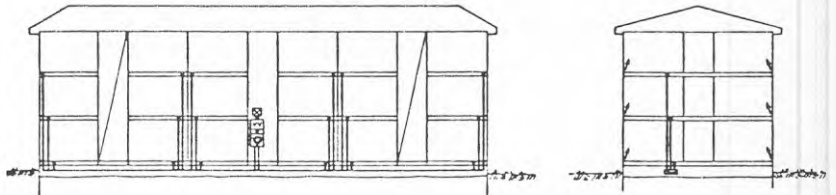
Undersökning av FT-ventilationssystemet.

OBJEKT Kv Rangström 2, Uppsala
 ARBETE 7806
 ÄRENDE Undersökning av FT-ventilationssystemet

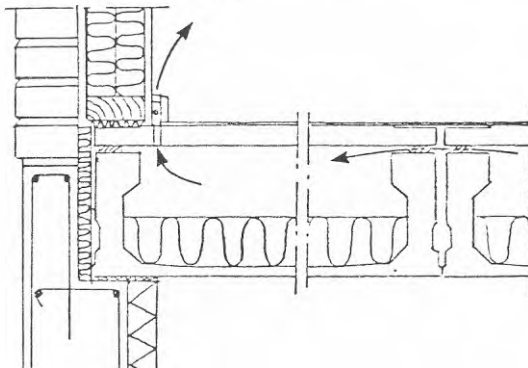
Datum 1982-10-13

Syfte Undersökningen avsåg att utröna huruvida i befintlig mekanisk FT-ventilation kanalerna för tilluft hade erforderlig täthet.

Utförande Tilluften kommer från ett aggregat i bottenplanet vid trapphuset i husets mitt. Från aggregatet leds luften ner i en samlingskanal i kryrummet. Från samlingskanalen utgår under köksutrymmena på sex punkter vardera tre kanaler, en för varje våningsplan. Tilluften leds via dessa kanaler upp till resp kök, varifrån den fördelas vidare genom bjälklagskassetterna ut till håltagningarna (ca 15x250 mm) under fönstren i lägenheten.



Värmen är vattenburen i rör längs ytterväggarna. Tilluften blåses ut genom spalter i golvsockelns ovansida och passerar således dessa rör.



Förberedelser För undersökningen anvisades en för tillfället tom lägenhet i bottenvåningen i hus 16.

Håltagningarna i bjälklaget för inblåsning av tilluften gjordes åtkomliga genom avlägsnande av golvsöckeln och tätades med bitar av cellplast. Kanalen i kryprummet delades och anslöts till en provtryckningsfläkt.

Provtryckning

Kanalarean i betongkassetterna är extremt stor. Kravet på täthet i betongkassetterna måste därför sättas högre så att inte läckflödet blir lika stort som det önskade normalflödet. Täthetsklassen enligt VVS-AMA baseras på kanalarean.

Provtryckningsfläktens kapacitet stannade vid $350 \text{ m}^3/\text{h}$ vid 100 Pa övertryck. Det visade sig vid provtryckningen att den lägsta täthetsklassen A enligt VVS-AMA överskreds med ca 50 %.

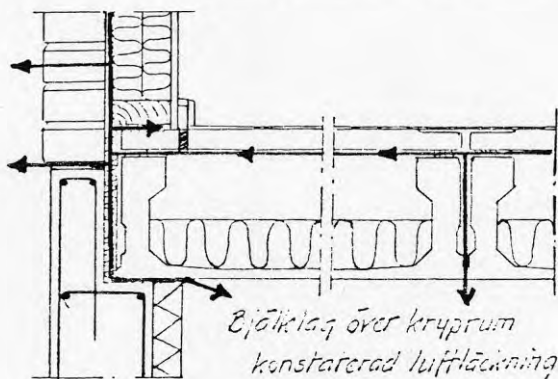
Något större luftläckage kunde inte konstateras i lägenheten. En närmare undersökning med rökflaska visade dock att det fanns några läckage vid bjälklagets anslutning mot ytterväggen.

Rökprov

En rökfackla anbringades i provtryckningsfläktens luftintag. I lägenheten kunde då inte konstateras något större luftläckage. Dock kunde märkas en stickande luft först i kapprummet, sedan i köket och vardagsrummet.

I kryprummet kunde konstateras ett markant läckage i fogarna mellan bjälklagskassetterna.

Utvändigt kunde inte någon rök ses.



Resultat

Försöken har visat med önskvärd tydlighet att

- . kanalerna i bjälklagskassetterna är mycket otäta, vilket gör att en stor del av den förvärmade tilluften läcker ut i kryprum, väggspalter och direkt till det fria.
- . tätning av kanalerna är praktiskt mycket svårt, eftersom läckageställena är många och dessutom inte överallt åtkomliga.

FT-ventilationen fungerar alltså inte på avsett sätt.

ENERGISPARKVARTER KV RANGSTRÖM, UPPSALA

Bilaga 2 B

LÄGESRAPPORT 1984-04-30

Mätanordningar för värmeflöden och temperaturer.

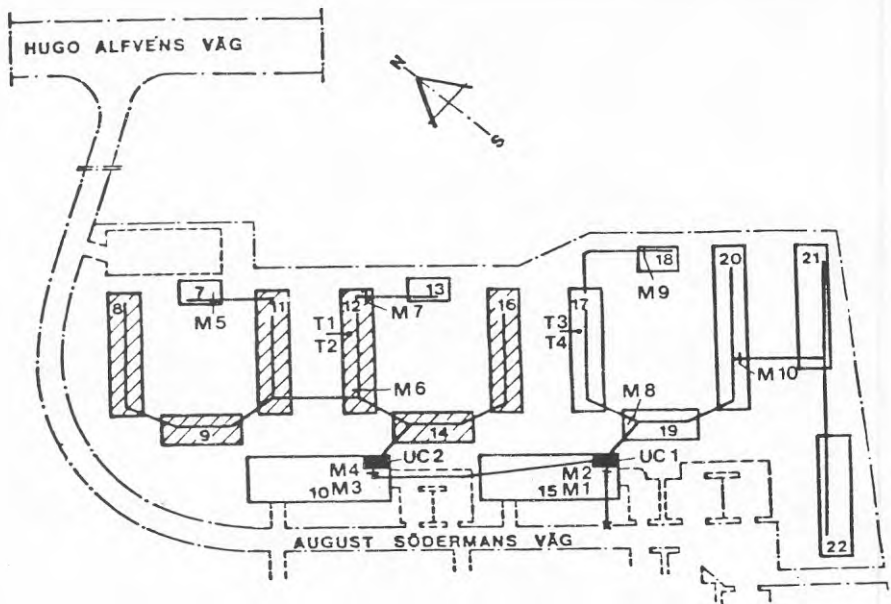
Uppsalahem AB beställde mätanordningarna av

BPA, VVS-avdelningen. Box 296, 751 05 UPPSALA
tel 018 -10 04 00, handläggare: Karl-Åke Norrman

Mätanordningarna installerades på grund av långa leveranstider först under november-december 1982.

Mätanordningarnas fabrikat m m och deras lägen redovisas i denna bilaga.

ÖVERSIKT



Figur 2 B - 1 Kv Rangström 2, översiktsritning. Mätanordningarnas lägen.

Mätanordningarna är utplacerade för följande uppmätningar

- för uppmätning av varmvatten- och värmeförbrukning hos
 - åtgärdshus (bostadshus) 8, 9, 11, 12, 14 och 16 med avskiljning av ekonomihus 7 och 13 och möjlighet att avskilja för separatmätning bostadshus 12.
 - referenshus (bostadshus) 17, 19, 20, 21 och 22 med avskiljning av ekonomihus 19 och möjlighet att avskilja för separatmätning bostadshus 17 och för värmeflödesmätning bostadshusen 21 och 22.
- för uppmätning av temperatur hos
 - åtgärdshus (bostadshus) 12, lägenheter, kryprum m m i två trapphus
 - referenshus (bostadshus) 17, lägenheter, kryprum m m i två trapphus.

Mätanordningarna, fabrikat och fördelning

Värmemättningsanordningarna är fördelade på följande sätt.

Undercentral (UC 1)

- M 1 för värmemätning i av Energiverket tillhörig anordning på fjärrvärmesidan.
- M 2 för varmvattenmätning, kallvattensidan, 1 st AJ 7151/50.

Undercentral (UC 2)

- M 3 för värmemätning, fjärrvärmesidan 1 st AJ 7163/80 + integreringsverk AJ 7271/2
- M 4 för varmvattenmätning, kallvattensidan, 1 st AJ 7151/50.

Avdrag för ekonomibyggnader (7, 13, 18)

- M 5, M 6, M 7 för värmemätning på sekundärsidan 3 st AJ 7020/25 + integreringsverk AJ 7271/2 + smutsfilter AVAJ 3600

Avdelande för parallellmätning (12 och 17)

- M 8, M 9 för värmemätning på sekundärsidan 2 st AJ 7163/50 + integreringsverk AJ 7271/2 + smutsfilter AVAJ 3600

Avdrag för bostadshus (21 och 22)

- M 10 för värmemätning på sekundärsidan 1 st AJ 7163/50 + integreringsverk AJ 7271/2 + smutsfilter AVAJ 3600

Mätarna är av fabrikat Pollux.

Temperaturmättningsanordningarna är fördelade på följande sätt.

Installerade för parallellmätning (12 och 17).

- T1, T2 för temperaturmätning i hus 12 2 st mätlådor MT 88 A installerade i förrådsutrymme i trapphus med vardera 8 st givare med kablage för mätning av temperaturen utvändigt och invändigt i trapphus, kryp- utrymme och 5 st lägenheter.
- T3, T4 för temperaturmätning i hus 17 2 st mätlådor med vardera 8 st givare på samma sätt som i hus 12.

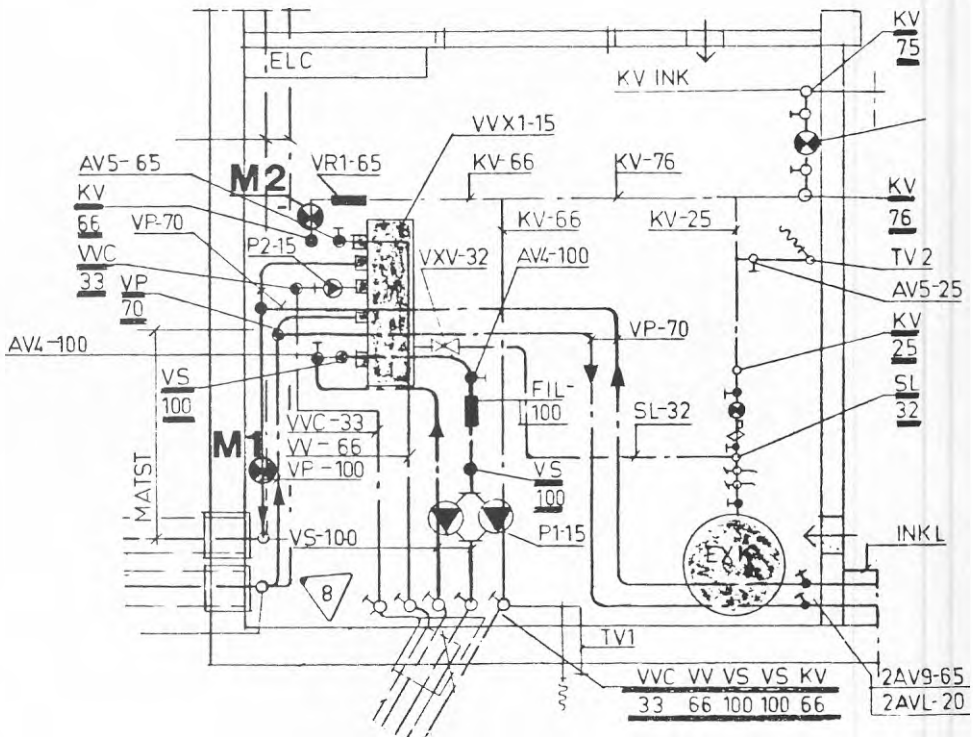
Värmemättningsanordningarnas lägen och funktion i detalj.

Mätpunkt 1 (M1)

Befintlig värmemätning installerad av fjärrvärmelieferantören i undercentral 1 (UC1) i hus 15.
På denna mätpunkt föreligger en längre mätserie över områdets totala värmeförbrukning.

Mätpunkt 2 (M2)

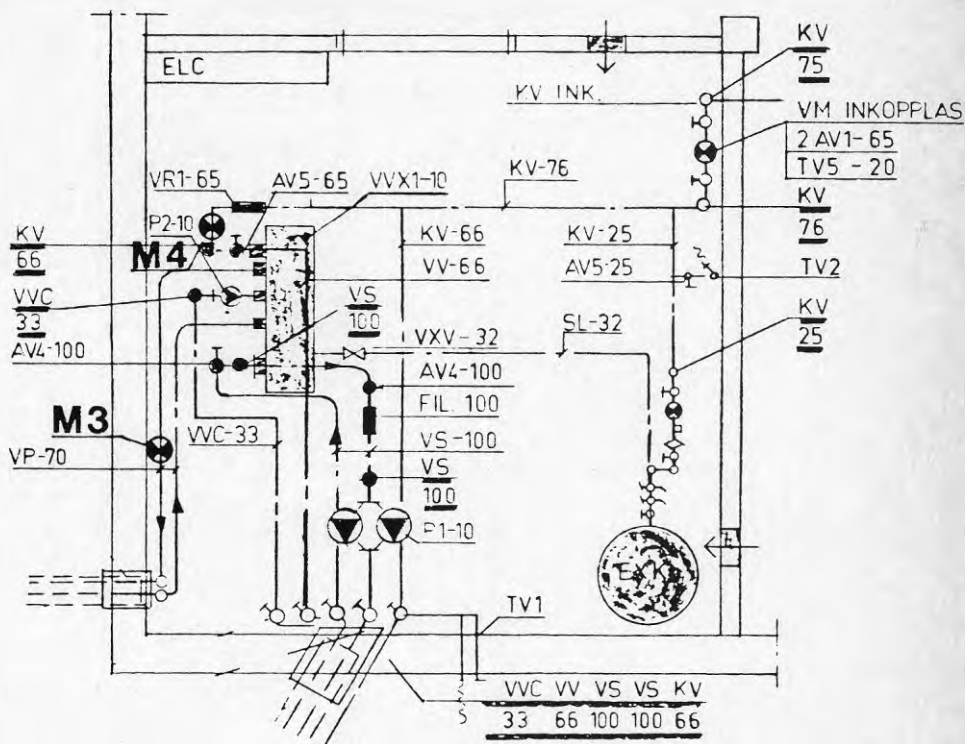
Inkommande kallvatten till varmvattenberedare i undercentral 1 (UC1) i hus 15 registreras med volymmätare.



Figur 2 B - 2 Mätanordningar M1 och M2.

Mätpunkt 3 (M3)

I undercentral 2 (UC2) mätes totala värmemängden på inkommande fjärrvärme enligt nedanstående ritning.
Undercentralen betjänar husen 7-9, 11, 12-14 och 16, se översiktsritning.



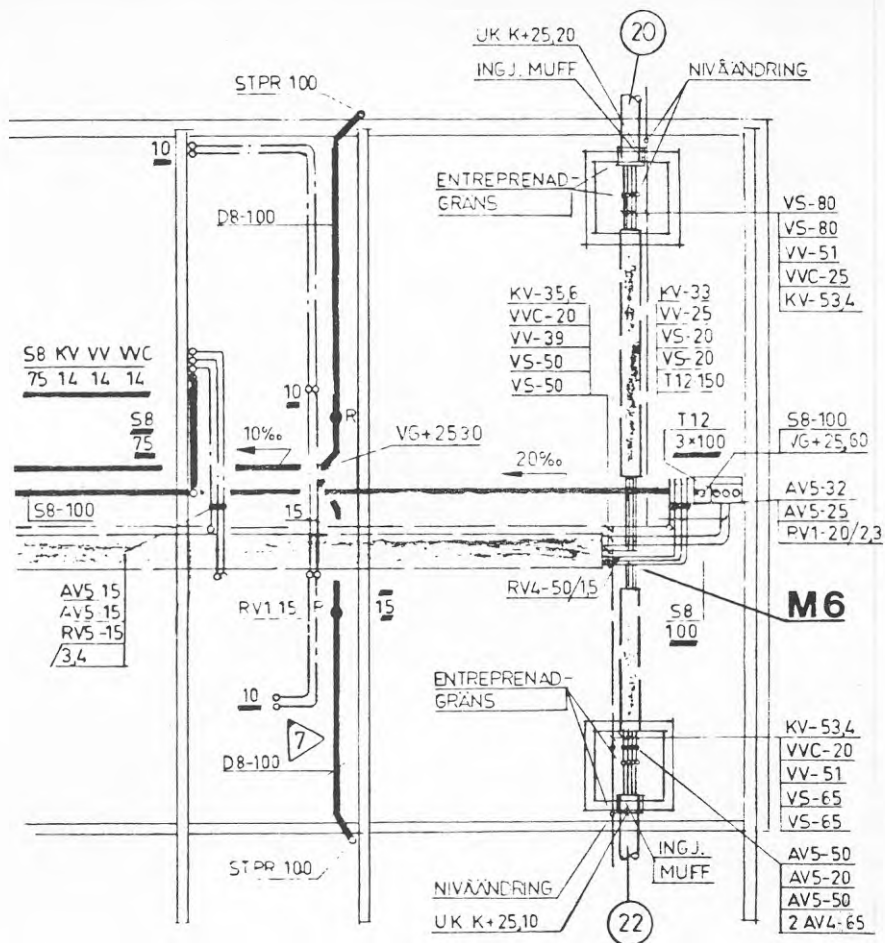
Figur 2 B - 3 Mätanordningar M3 och M4.

Mätpunkt 4 (M4)

Inkommande kallvatten till varmvattenberedare i undercentral 1 (UC2) i hus 10 registreras med volymmätare. Placering enligt ovanstående ritning.

Mätpunkt 5 (M5)

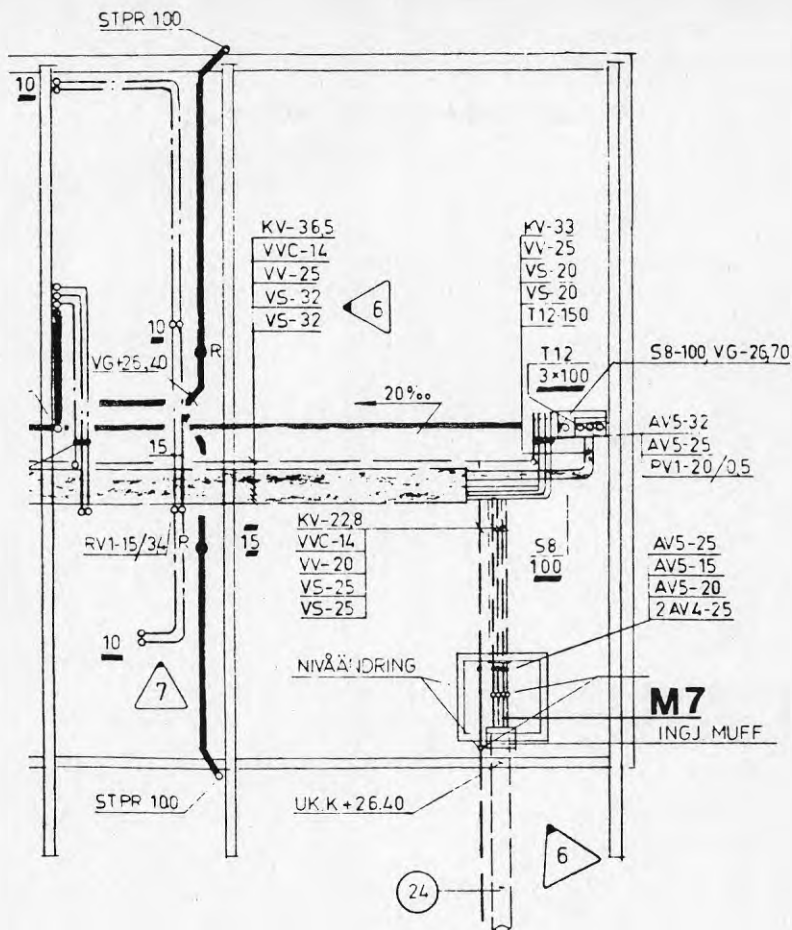
Värmeförbrukningen i hus 7, tvättstuga m m, mätes med värmemätare placerad på vägg i tvättstugan. Mätaren har placerats på en lyra utbyggd från inkommande stående stam. Integreringsverket är monterat på vägg i anslutning till mätaren. Före värmemätaren finns ett smutsfilter samt en avstängningsventil.



Figur 2 B - 4 Mätanordning M6.

Mät punkt 6 (M6)

Värmeförbrukningen i hus 12 och 13 mätes gemensamt med värmemätare placerad i krypgrund hus 12. Före mätaren finns ett smutsfilter monterat. För att uppnå rätt mätsträcka har en lyra byggts ut på ledningen.



Figur 2 B - 5 Mätanordning M7.

Mät punkt 7 (M7)

Värmeförbrukningen i hus 13, tvättstuga m m, mätes med värmemätare placerad i krypgrund hus 12. Före mätaren finns ett smutsfilter samt en avstängningsventil.

Mät punkt 8 (M8)

Värmeförbrukningen i hus 17 och 18 mätes gemensamt med värmemätare placerad i kryppgrund hus 19. Före mätaren finns ett smutsfilter monterat.

Montaget utfört i princip lika M6.

Mät punkt 9 (M9)

Värmeförbrukningen i hus 18, samlingssal m m, mätes med värmemätare placerad i hus 18. Före mätaren finns ett smutsfilter samt en avstängningsventil.

Montaget utfört i princip lika M5.

Mät punkt 10 (M10)

Värmeförbrukningen i hus 21 och 22 mätes gemensamt med värmemätare placerad i kryppgrund hus 20.

Montaget utfört i princip lika M5.

Materiel

Generellt har mätare av fabrikat Pollux installerats. Typbeteckning enligt Armaturjonssons beteckning framgår av kostnadssammanställningen.

Sammanställning av mätdata

De 10 mätpunkterna benämnda M1-M10 avläses vid varje månads slut och sammanställs till följande resultatvärden R1-R4.

R1

Åtgärdshusens värmeförbrukning bestäms genom:

R1 = (Förbrukning i UC2 M3 - Varmvattenförbrukning
M4xAt - Förbrukning hus 7 M5 - Förbrukning hus 13
M7)/total bostadsyta för åtgärdshuset A1

$$R1 = \frac{M3 - M4 \times At - M5 - M7}{A1}$$

R2

Referenshusens värmeförbrukning bestäms genom:

$R2 = (\text{Total förbrukning } M1 - \text{Förbrukning i UC2 } M3 - \text{Varmvattenförbrukning } M2 \times A_t - \text{Förbrukning hus 18 } M9 - \text{Förbrukning hus 21 och 22 } M10) / \text{total bostadsyta i referenshus } A2$

$$R2 = \frac{M1 - M3 - M2 \times A_t - M9 - M10}{A2}$$

R3

Värmeförbrukning i hus 12 bestäms genom:

$R3 = (\text{Förbrukningen i hus 12 och 13 } M6 - \text{Förbrukningen i hus 13 } M7) / \text{Bostadsytan i hus 12 } A3$

$$R3 = \frac{M5 - M7}{A3}$$

R4

Värmeförbrukningen i hus 17 bestäms genom:

$R4 = (\text{Förbrukningen i hus 17 och 18 } M8 - \text{Förbrukningen i hus 18 } M9) / \text{Bostadsyta i hus 17 } A4$

$$R4 = \frac{M8 - M9}{A4}$$

R1 och R2 användes för direkt jämförelse i avsikt att bedöma inverkan av vidtagna energisparåtgärder. R3 och R4 användes för kontroll av totalmätningarna och kan under utvärderingsperioden användas för mindre delförsök. Temperaturmätningar utföres i dessa 2 kontrollhus och värmemätningarna kan vara ett värdefullt komplement.

Temperaturmätningens anordningarnas lägen och funktion i detalj.

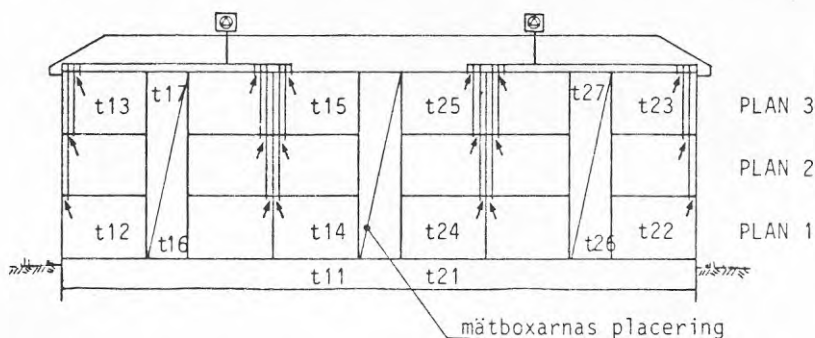


Fig 2 B - 6 Längdsektion av hus 12 och 17. Givarnas lägen för temperaturmätningar (beteckningar för hus 12).

| Benämning | Avser temp i | Placering av givare |
|-----------|---------------------|----------------------------|
| t11 o t21 | Kryputrymme | 0,3 m under bottenbjälklag |
| t12 o t22 | Hörnlägenhet plan 1 | Frånluftskanal på vind |
| t13 o t23 | " plan 3 | " " " |
| t14 o t24 | Mittlägenhet plan 1 | " " " |
| t15 o t25 | " plan 3 | " " " |
| t16 o t26 | Trapphus plan 1 | 1,8 m över våningsplan |
| t17 o t27 | " plan 3 | 1,8 m " " " |
| t18 o t28 | Utomhus | Norrsida hus 4 m över mark |

Temperaturen i mätpunkterna omräknas direkt i mätboxen till gradtimmar i relation till utomhustemperaturen t18 resp t28. Avläsning sker vid varje månadsslut.

Utvärdering av mätvärdena kommer i hög grad att bestämmas av de effekter som kan utläsas av mätresultatet. Primärt sker en direkt jämförelse mellan de två till synes identiska husen 12 och 17.

På samma sätt är de övriga 2 mätcentralerna benämnda T3 och T4 monterade i hus 17. Mätpunkterna har där beteckningarna t31-t38 och t41-t48.

Mätboxarna är placerade intill tilluftsaggregatet i förrådet i bottenvåningen. Utrymmet är avskilt från förrådet med träväggar och hänglås.

Kablaget är förlagt i rör till yttervägg, vind (frånluftskanalerna) och kryprum. Mätningar i frånluftskanalerna antas avse medeltemperaturen hos resp lägenheter. Mätvärdena är kodade så att utomstående inte kan utläsa var mätresultaten insamlats.

Temperaturmätningen avser att klargöra

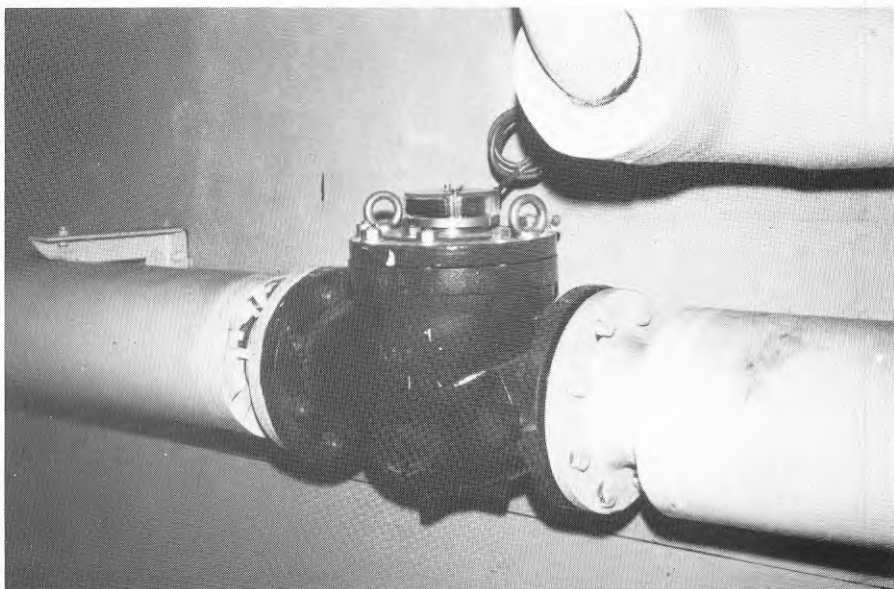
- det lokala utomhusklimatet.
- hur inomhustemperaturen påverkas av vidtagna åtgärder.
- hur värmen fördelar sig inom byggnaden.

ENERGISPARKVARTER KV RANGSTRÖM, UPPSALA

Bilaga 4 A

Energisparåtgärder, foton

FOTON AV ANORDNINGARNA FÖR VÄRMEMÄTNING



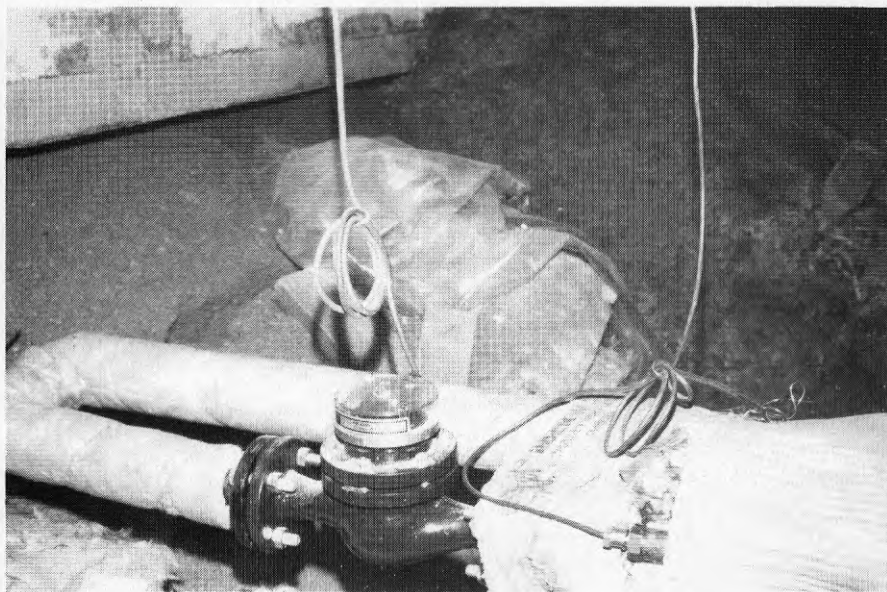
1 Värmevärmemätare M 1 i undercentral UC 1.



2 Registreringsverk för värmevärmemätare M 1 i undercentral UC 1.



3 Varmvattenmätare invid värmeväxlare för varmvatten.



4 Värmenätare i kryprum.



5

Exempel på förhållanden i uteluftsventilerat kryprum. Fjällskivling under en vattenläcka.

FOTON AV ANORDNINGAR FÖR MINSKNING AV VENTILATIONEN



6

Timerstyrd
spiskåpa.

7 Timerstyrd frånluftsdon i badrum.

FOTON AV ANORDNINGAR FÖR TEMPERATURMÄTNING

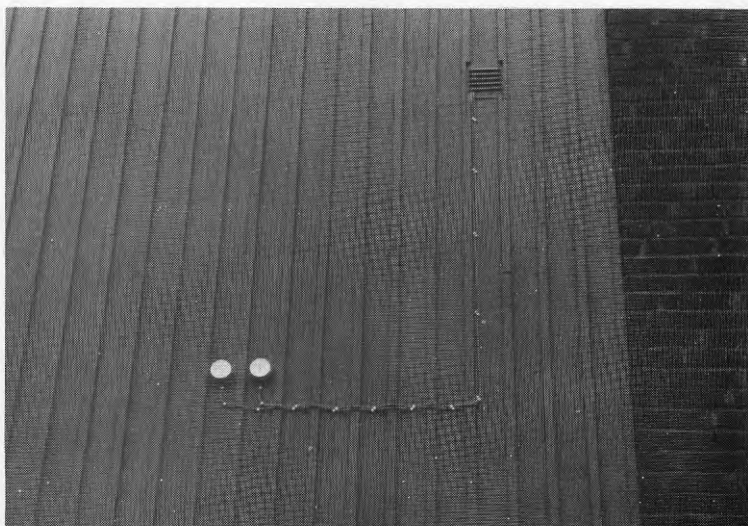


8

Mätare i trapphusförråd för temperaturmätning.



9 Mätare i trapphusförråd för temperaturmätning, närbild.

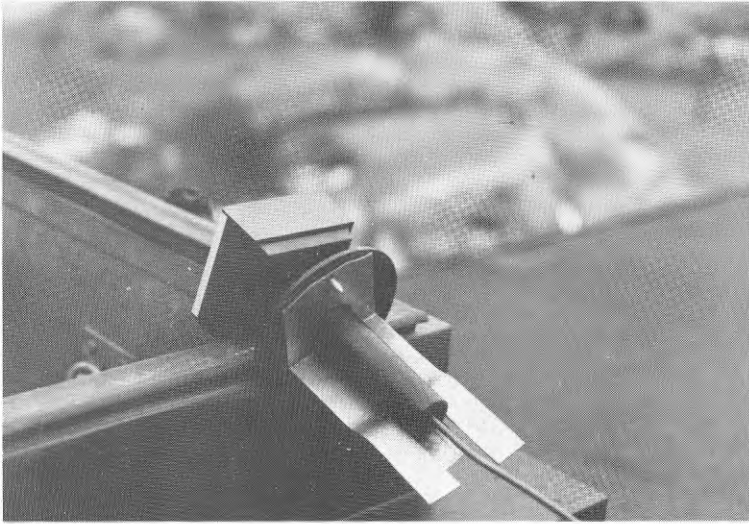


10 Givare utvändigt.

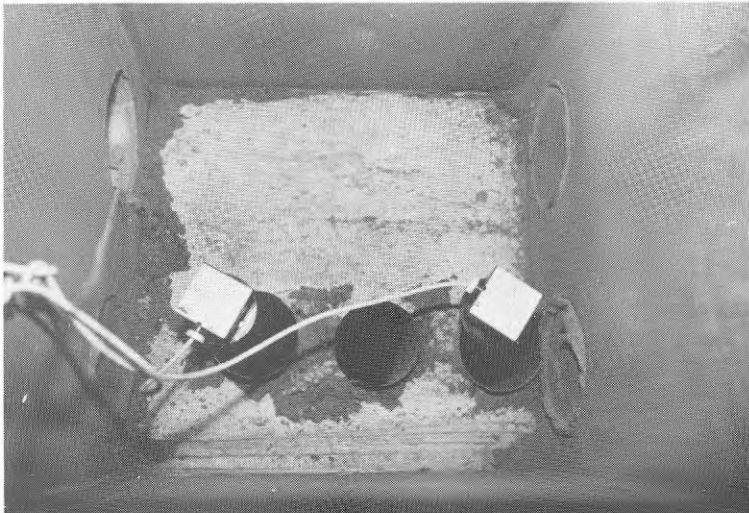


11

Givare i trapphus.



12 Givare för evakueringskanal.



13 Givare nedsänkt i evakueringskanal.

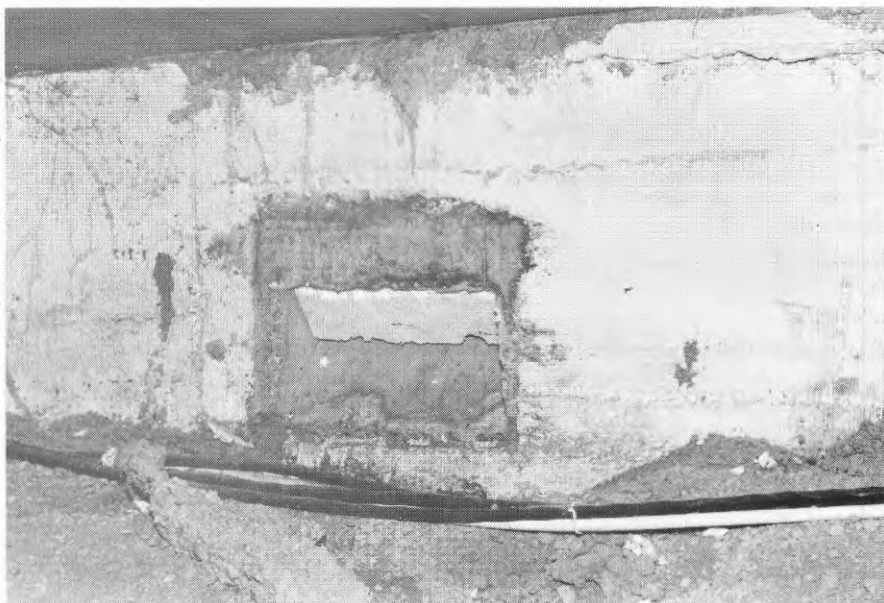
FOTON AV ANORDNINGARNA FÖR TILLÄGGSISOLERING I KRYPRUM



14 Anordningarna för sprutning av mineralull och lim.



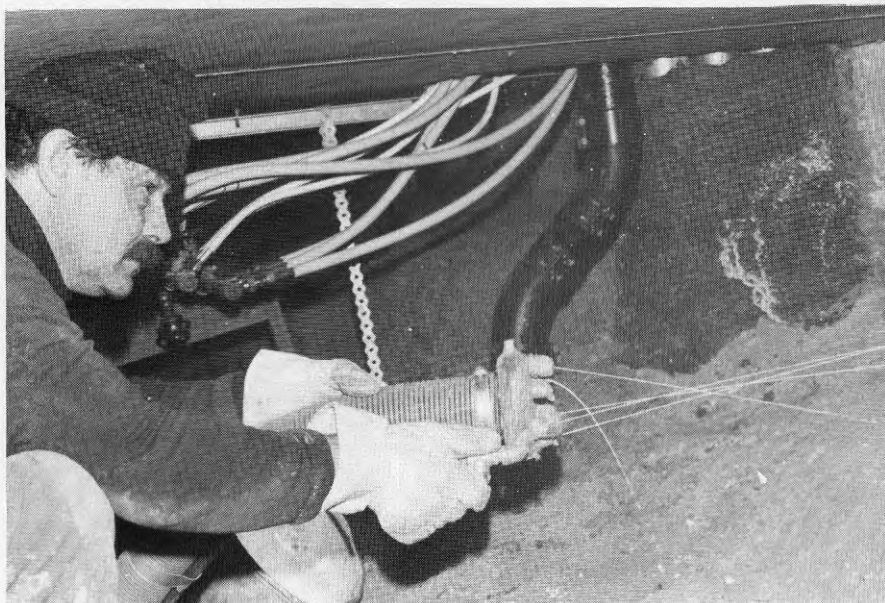
15 Limmaterialet utgörs av Bindzil B.



16 Uteluftsintag i sockeln sätts igen.



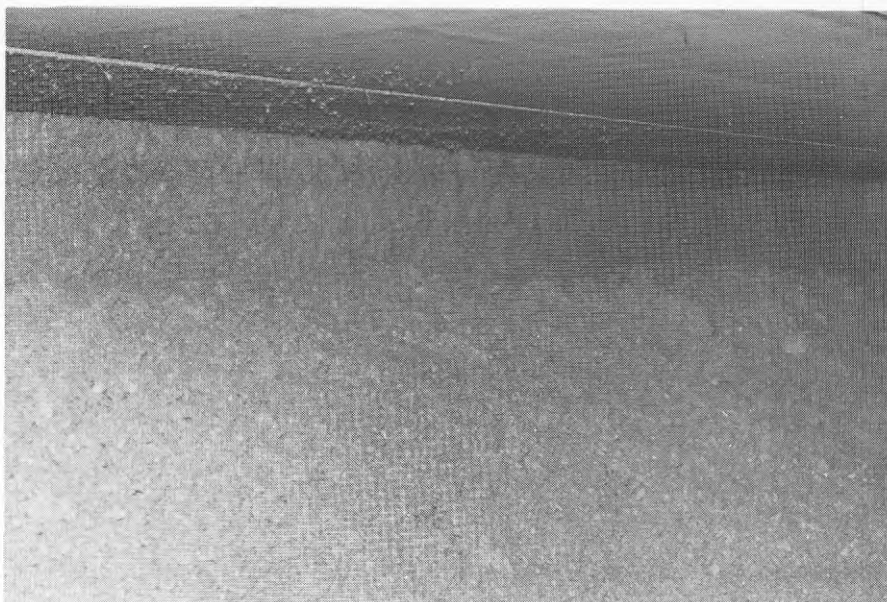
17 Sprutning på kryprummets botten ca 1 m in från sockeln med mineralull och lim till en tjocklek av ca 10 cm.



18 Efter färdigställning av kryprummets botten, sprutning på vägg (sockelns insida) med mineralull och lim till en tjocklek av ca 10 cm.



19 Sprutning av vägg bland hindrande rörledningar.



- 20 Tilläggsisolering av sockel och ca 1 m in på kryprumsbotten med mineralull och lim ca 10 cm tjockt skikt. Färdigt arbete.

FOTON AV ANORDNINGARNA FÖR TILLÄGGSISOLERING AV FÖNSTER



21 2-glas träfönster, sett från utsidan.



22 2-glas träfönster, sett från insidan.



23 Insättning av 3dje rutan på innerbågens insida. Påläggning av Butylmassa) enligt Signa-metoden.



24 Uppvärmning av butylmassan efter det att 3dje rutan pressats in.



25 Vådringsbåge hakas av och avlägsnas.



26 På vådringsbågens plats görs igenfyllning med isolermaterial och insätts tilluftsventil.

SLUTRAPPORT

Mätresultat för åtgärdshus resp referenshus

Diagrammen, som redovisas i denna bilaga, är följande.

- 1 Utetemperaturer under mätperioden jämfört med normaltemperatur.
- 2 Temperaturer i kryprum i hus 12 och 17.
- 3 Temperaturer i trapphus i hus 12 och 17.
- 4 Temperaturer i lägenheter i hus 12 och 17.
- 5 Temperaturdifferenser mellan varmaste och kallaste lägenhet i hus 12 och 17.
- 6 Medelvärde för temperaturerna i hus 12 och 17.
- 7 Värmeförbrukning i hus 12 och 17 resp åtgärdshus och referenshus.
- 8 Varmvattenförbrukning i åtgärdshus resp referenshus, de senare även innefattande hus 21 och 22.
- 9 Temperatur och fuktighet i kryprum under en mätperiod i hus 12 och 17.

För varje diagram ges en tolkning av mätresultaten.

Eftersom husen punktvis har en del tekniska brister med avseende på värmeisolering och luftläckning och genom att de boende heter sig sins emellan olika, måste mätresultatens noggrannhet ses som de är.

Mätperioden påbörjades omkring 1 mars 1983 och avslutades 15 maj 1985.

- 1 Utetemperaturen under mätperioden jämfört med normaltemperatur.

Utetemperaturen vid nordfasader utanför åtgärdshus 12 och referenshus 17 visar god överensstämmelse.

Våren och försommaren 1983 har varit kylig men eftersommaren och hösten 1983 varit förhållandevis varm.

Vintern 1983/1984 har varit normal, dock med köldknäppar i slutet av november, mitten av december och slutet av januari.

Våren 1984 har varit kall med plötsligt omslag till varmt väder andra veckan i april.

2 Temperaturer i kryprum i hus 17 och 12.

Referenshus 17 har uteluftsventilerat kryprum. Tilluften tas in i ett utrymme intill ett av trapphusen. Där uppvärms den och skickas sedan vidare till lägenheterna och till kryprummet. Luften går sedan ut från kryprummet genom öppna ventiler i sockeln hos husets gavlar.

Åtgärdshus 12 hade från början uteluftsventilerat kryprum. Vintern 1982-83 stängdes emellertid tilluftsaggregatet av, varvid kryprummet fick sin tilluft från ventilerna i husets gavlar. Luften sögs sedan ut med fläktar, som installerades vid trapphusen. I mitten av januari 1984 verkställdes åtgärder i kryprummet i avsikt att ändra funktionen från uteluftsventilation till ineluftsventilation. Detta innebär igensättning av ventilerna i gavlarna och tilläggsisolering av sockeln och kryprumsbotten 1 m in runt om, med sprutad blandning av mineralull och lim. Arbetet misslyckades emellertid delvis på grund av den köldknäpp, som inträffade under januaris senare hälft. Detta till trots ökade temperaturen i kryprummet med ca 2°C till samma nivå, som var rådande i kryprummet hos hus 17. Den otillräckliga tätningen och tilläggsisoleringen kompletterades under aprilens senare hälft.

3 Temperatur i trapphus i hus 17 och 12.

I såväl referenshuset 17 som i åtgärdshuset 12 var temperaturen i plan 3 1-2⁰C högre än i plan 1, vilket man torde kunna vänta sig. Vintertid höll sig temperaturen omkring 15-18⁰C och sommartid omkring 22-24⁰C.

I trapphuset T2 hos åtgärdshuset 12 är temperaturerna ovanligt låga. Orsaken ska närmare undersökas.

- 4 Temperaturer i lägenheter i hus 17 och 12.
- 5 Temperaturdifferenser mellan varmaste och kallaste lägenhet i hus 12 och 17.
- 6 Medelvärde för temperaturerna i hus 12 och 17.

I referenshuset 17 var medeltemperaturen i lägenheterna $21-23^{\circ}\text{C}$ såväl sommartid som vintertid, dock något lägre vid köldknäppar. Gavel lägenheterna, särskilt de i plan 3 hade genomgående lägre temperaturer vintertid än mittlägenheterna, särskilt de i plan 1. Sommartid var temperaturförhållandena omvända. Temperaturskillnaderna uppgick till $1-2^{\circ}\text{C}$ sommartid och $3-4,5^{\circ}\text{C}$ vintertid.

I åtgårdshuset 12 var medeltemperaturen i lägenheterna $21-23^{\circ}\text{C}$ sommartid och $20-22^{\circ}\text{C}$ vintertid, med smärre under-skridanden vid köldknäppar. Gavel lägenheterna hade också här genomgående lägre temperaturer vintertid än mittlägenheterna med omvända förhållanden sommartid. Temperaturskillnaderna var dock här större, $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ sommartid och ända till $4-5^{\circ}\text{C}$ vintertid.

I gavel lägenheter i plan 3 kunde uppmätas så låga temperaturer som $17-18^{\circ}\text{C}$. Under januaris förra hälft gjordes inreglering av värmesystemet på vanligt beprövat sätt. Någon förändring av temperaturskillnaderna kunde emellertid inte märkas efter denna åtgärd. Orsakerna till detta ska närmare undersökas.

- 7 Värmeförbrukning i hus 17 och 12 respektive referenshus och åtgårdshus.

Referenshusen hade 1 april 1983 - 1 april 1984 en värmeförbrukning inkl varmvatten av 246 kWh/m²ly och referenshus 17 kWh/m²ly.

Åtgårdshusen hade samma tid en värmeförbrukning inkl varmvatten av 180 kWh/m²ly och åtgårdshus 12 kWh/m²ly.

Detta innebär att värmeförbrukningen hos åtgårdshusen understiger den hos referenshusen med 73 %. Motsvarande jämförelse mellan åtgårdshus 12 och referenshus 17 är %.

Redan vid mätningens början april 1983 understeg åtgårdshusens värmeförbrukning referenshusens med 77 %. Detta kan ha följande orsaker.

- . Sommaren 1982 gjordes en nödvändig tätning av ytterväggarna och fönstren hos husen 8, 9 och 11.
- . Vintern 1982/1983 avstängdes den varma tilluften till krypprummen hos husen 9, 11, 12 och 16.
- . Värmemätaren i UC1 registrerar utöver värmeförbrukningen i husen 17, 19, 20, 21 och 22 också de värmeförluster som sker från kulvert mellan UC1 och UC2. Dessa förluster kan uppskattas till 45 W/m eller ca 400 kWh/m och år. För 96 m kulvert blir förlusten 39 MWh/år eller ca 6 kWh/m²ly och år, vilket vid jämförelser mellan åtgårdssidan och referenssidan bör dras ifrån referenssidan.

Längden hos kulverten mellan husen är ungefär lika på åtgårdssidan och referenssidan.

- . Åtgårdshusen 8 och 14 har källare, som troligen ger mindre förluster än hus med uteluftsventilerade krypprum. Bland referenshusen finns inga hus med källare.
- . De för speciella mätningar uttagna husen 12 resp 17 har båda lägre värmeförbrukning än motsvarande medeltal för åtgårdshus resp referenshus. Detta beror sannolikt på att husen 12 och 17 vänder balkonglångsidorna mot soligt väderstreck och tillgodogör sig solinstrålningen genom fönstren vår och höst.

- 8 Varmvattenförbrukning i referenshus inkl hus 21 och 22 resp åtgårdshus.

Förbrukningen av varmvatten i referenshus resp åtgårdshus visade sinsemellan god överensstämmelse med låg förbrukning under sommaren och hög förbrukning under vintern, särskilt tiden närmast julhelgen.

Varmvattenförbrukningen, som brukar variera mycket beroende på sammansättning i åldersgrupper hos de boende, var här ca 120 l/läg mot normalt 150 l/läg.

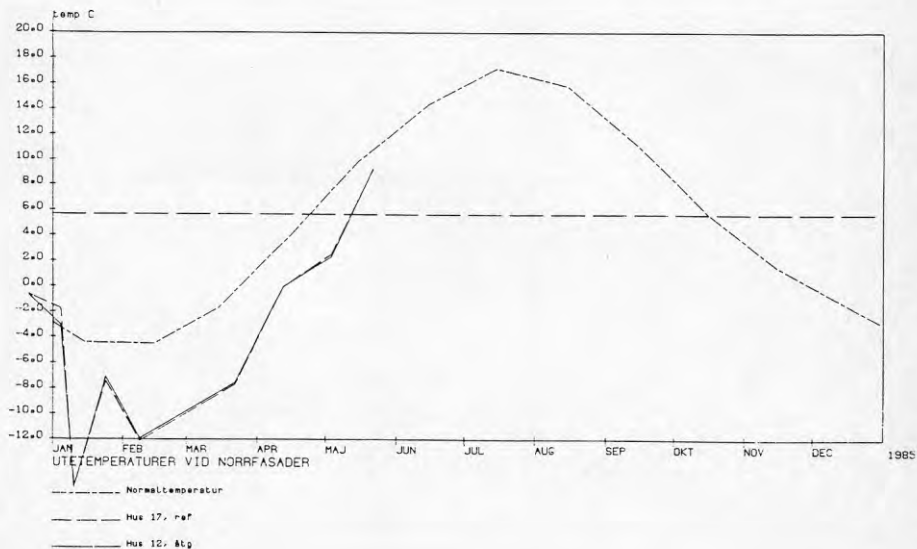
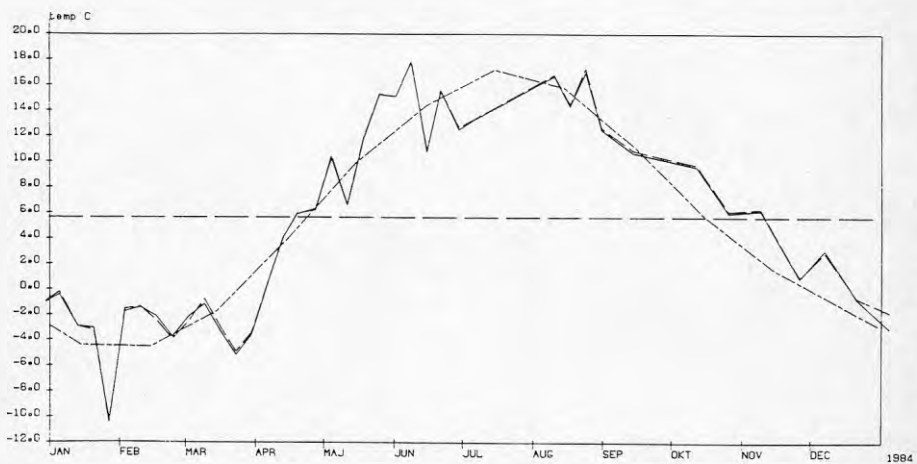
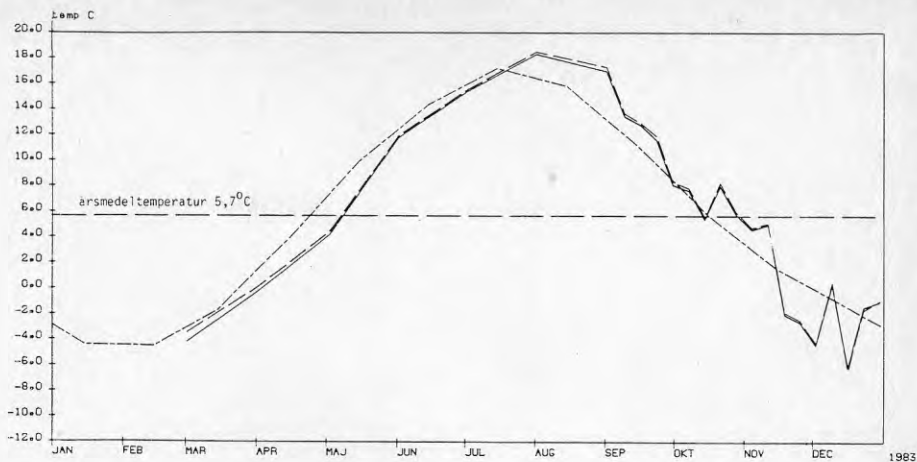
- 9 Temperatur och fuktighet i kryprum under en mätperiod i hus 12 och 17.

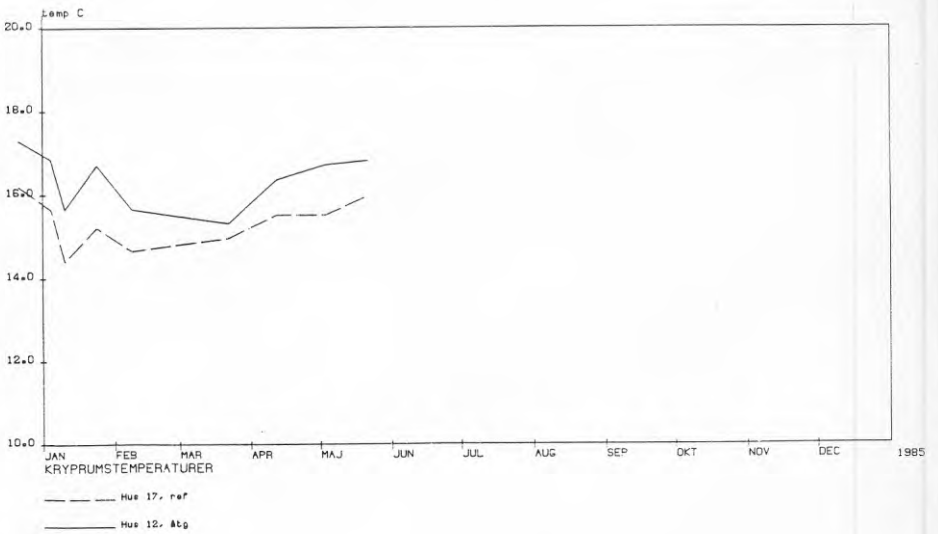
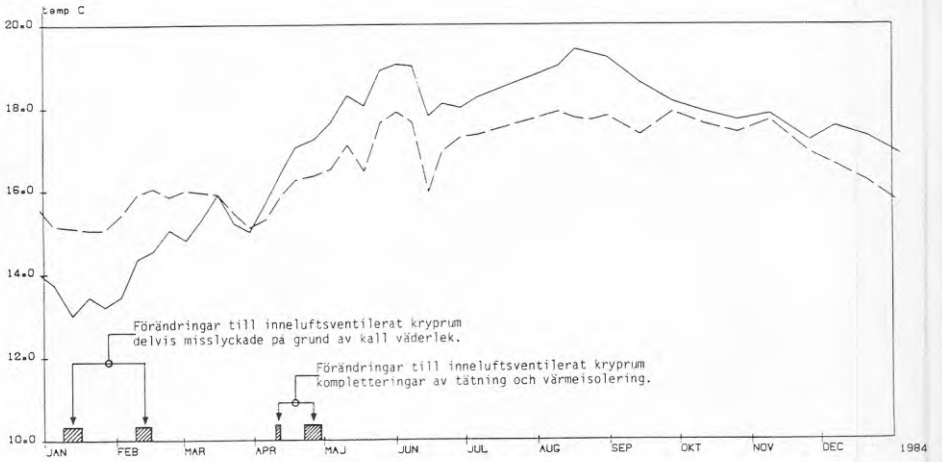
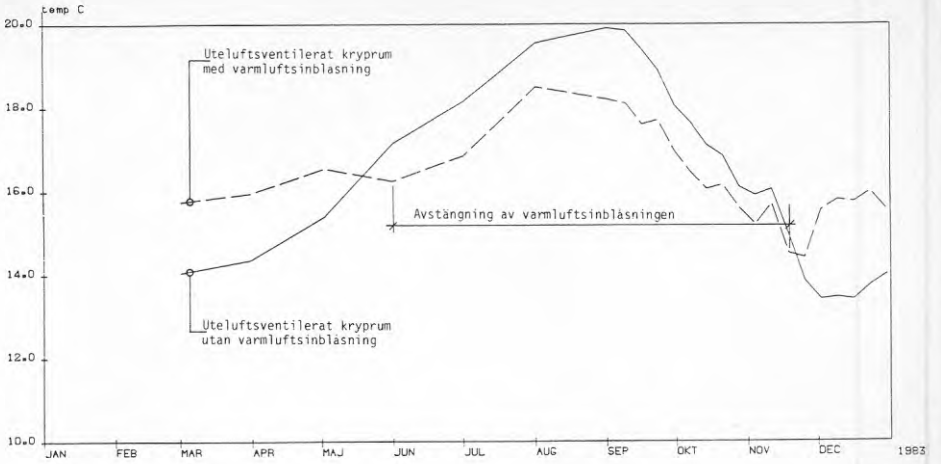
I samband med de åtgärder, som verkställdes i hus 12 jan - febr 1983 i syfte att förändra det uteluftsventilerade kryprummet till ineluftsventilation gjordes mätningar av temperatur och fuktighet inne i kryprummen.

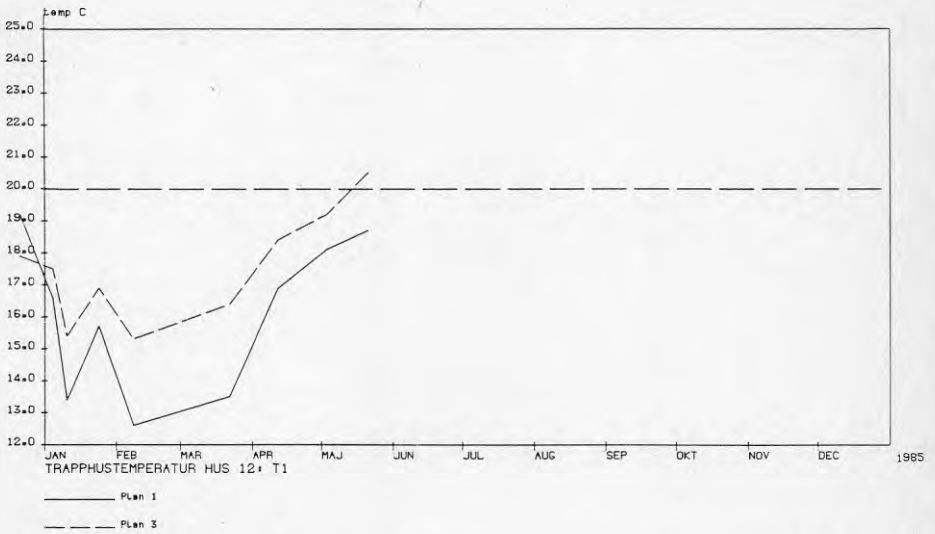
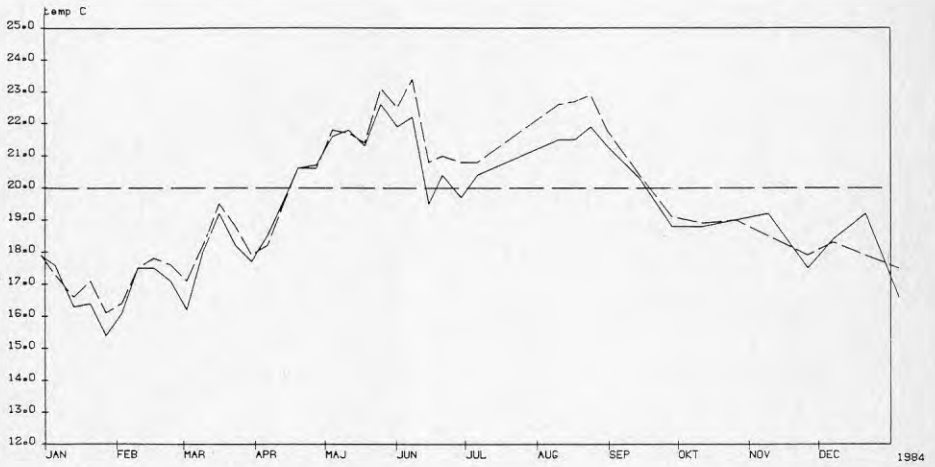
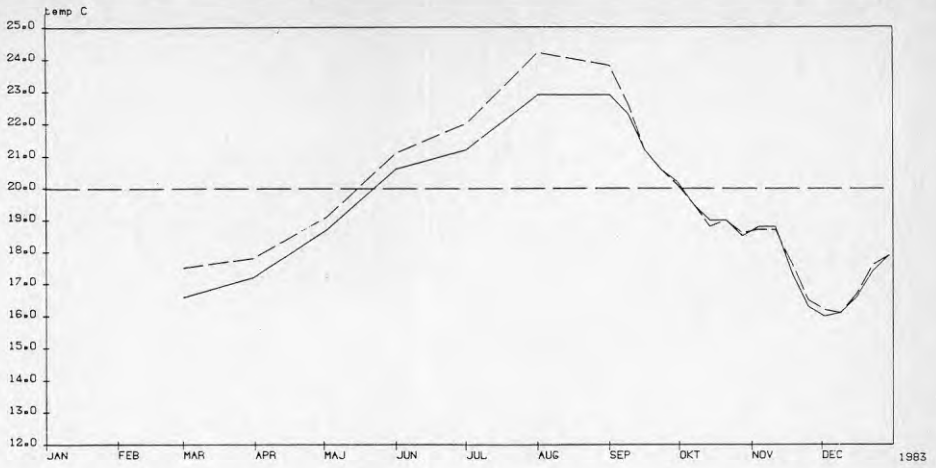
I åtgärdshuset 12 skedde mätningarna 12 dec 1983 - 17 jan 1984 samt efter åtgärd i kryprummet 14 febr - 4 mars 1984. Före åtgärd höll sig temperaturen i kryprummet tämligen jämnt omkring 13-14°C och fuktigheten 50-60 % Rh. Efter åtgärd hade temperaturen trots ofullständig tätning och tilläggsisolering stigit till 15-17°C och fuktigheten gått ner till 45-50 % Rh.

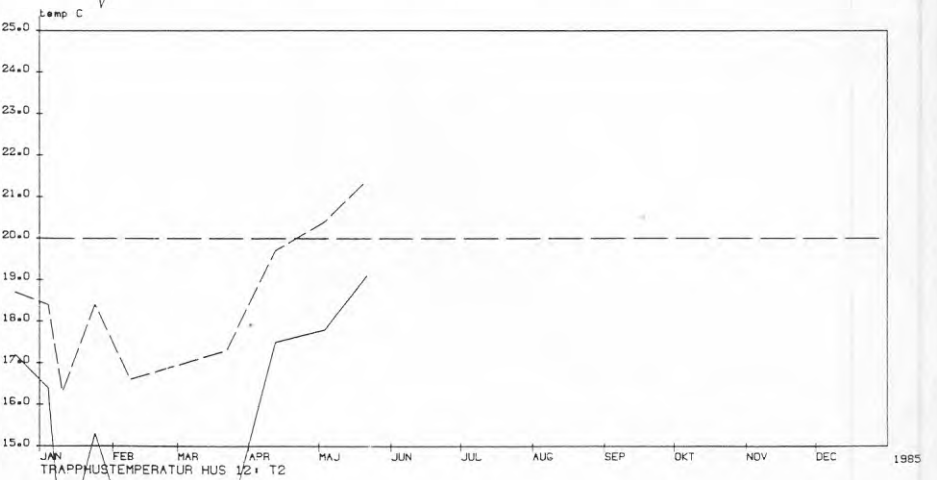
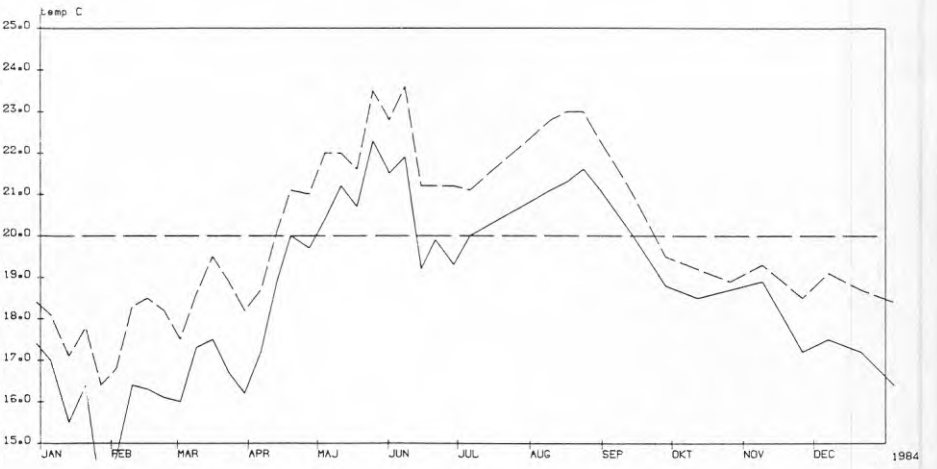
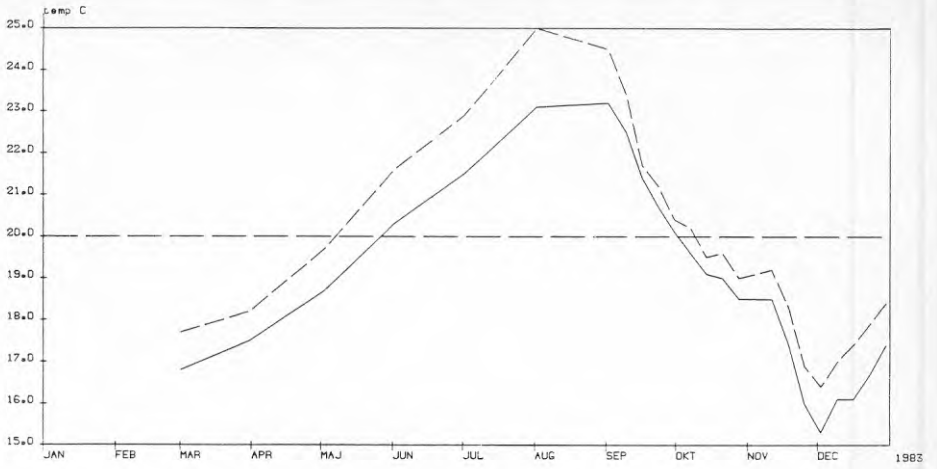
I referenshuset 17 skedde mätningarna 17 jan - 9 febr 1984 medan åtgärderna pågick i hus 12. I detta kryprum, som var uteluftsventilerat genom inblåsning med varmluft, var temperaturen jämn omkring 16°C och fuktigheten 55-70 % Rh.

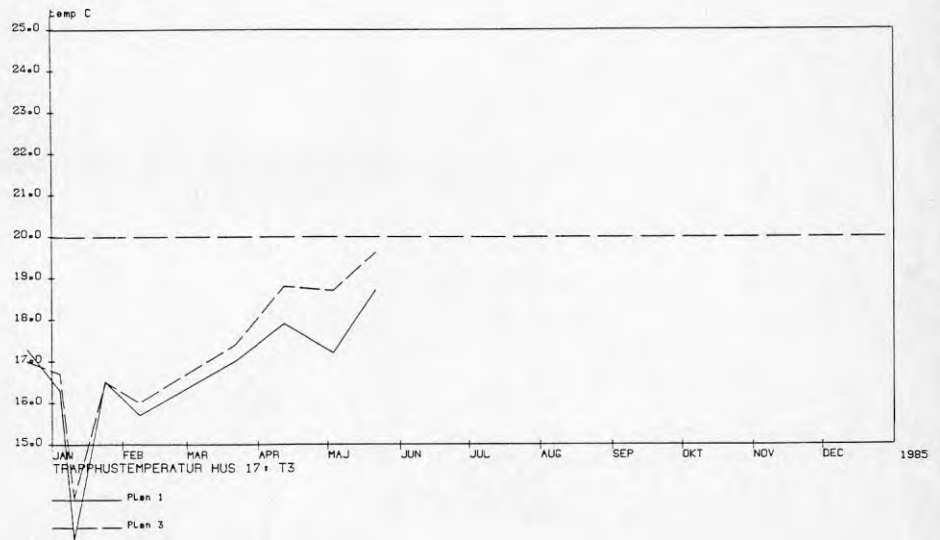
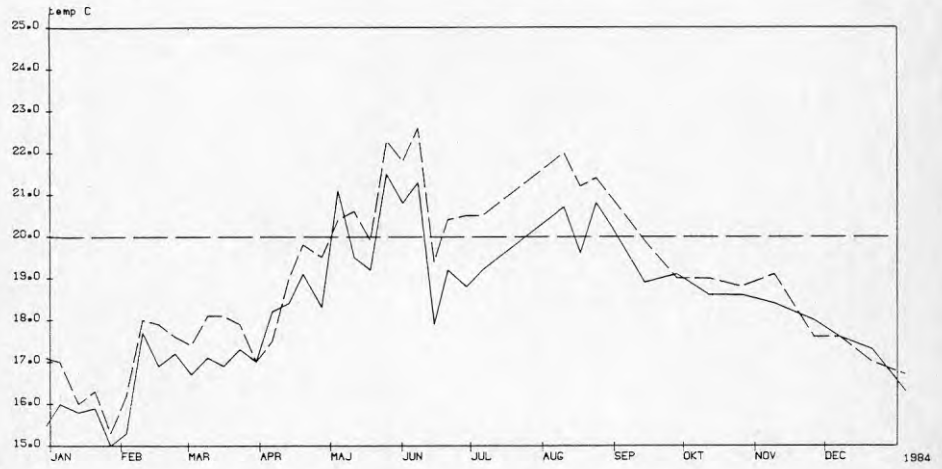
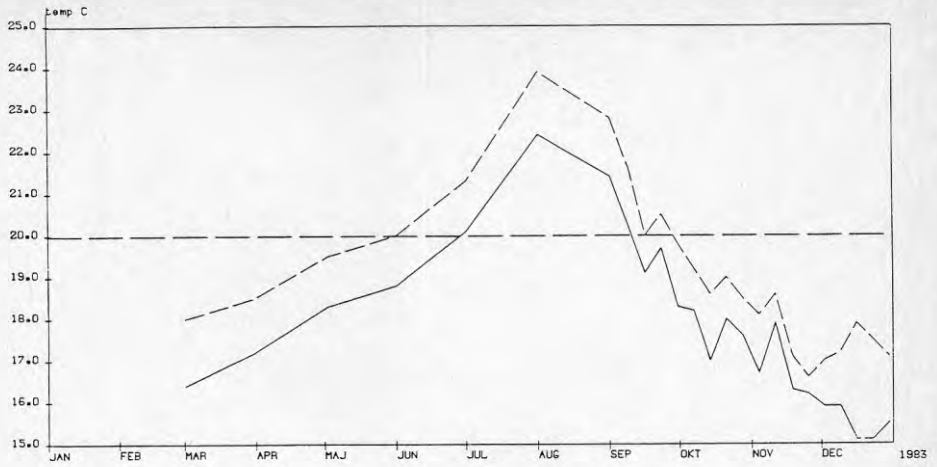
I såväl hus 12 som hus 17 förhöll sig temperaturen tämligen jämn i förhållande till den varierande uteluftstemperaturen med max +8°C och min -14°C. Samtidigt varierade relativa fuktigheten i resp kryprum i ett visst förhållande till den relativa fuktighet, som var rådande ute.

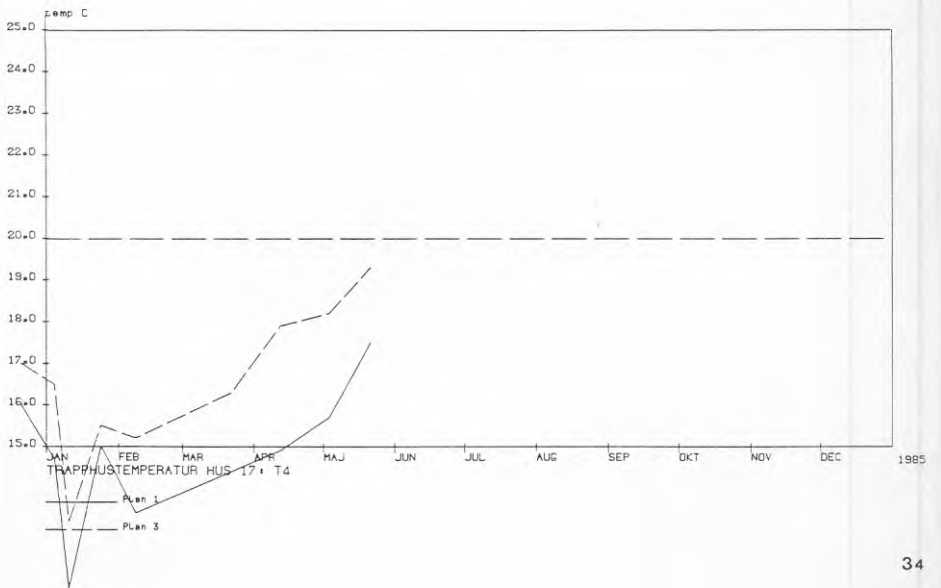
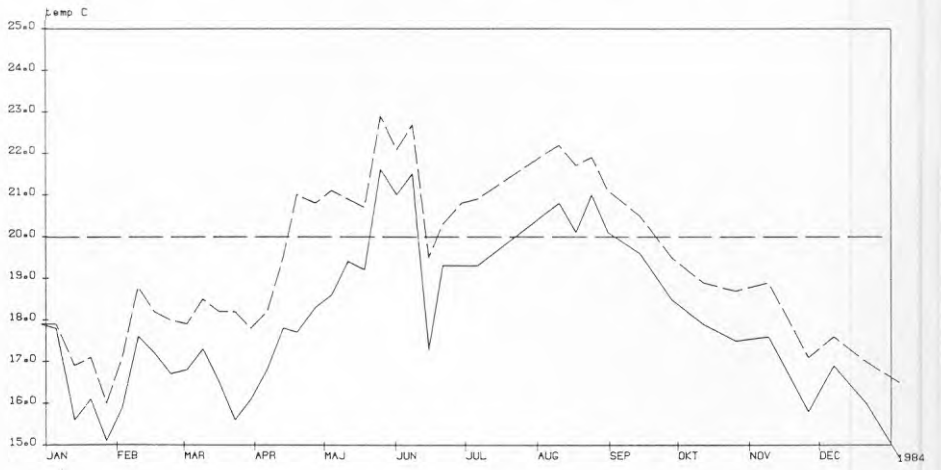
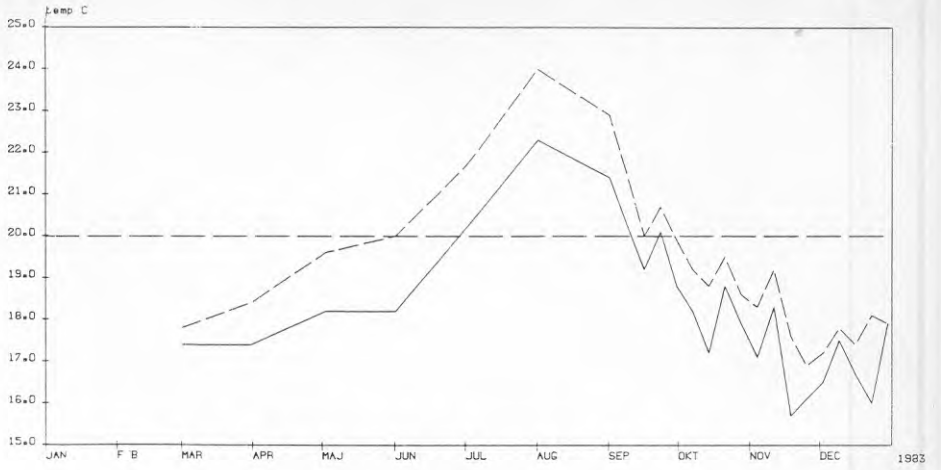


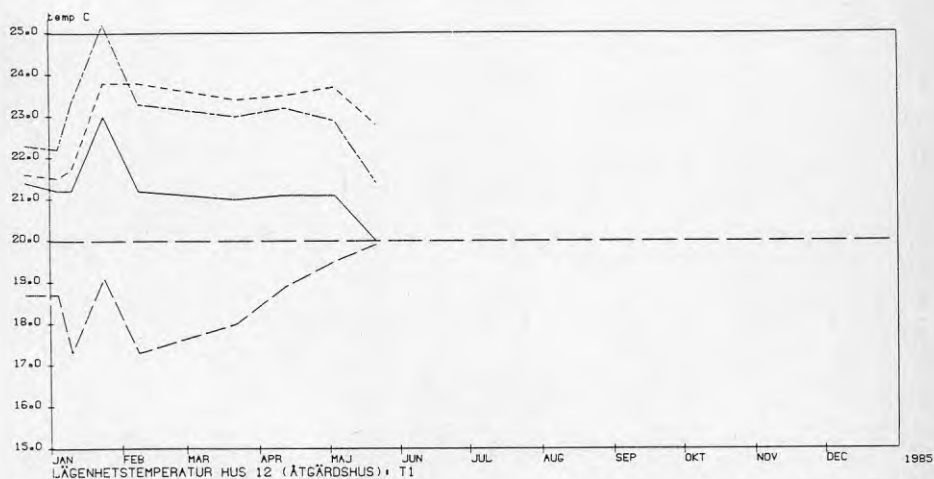
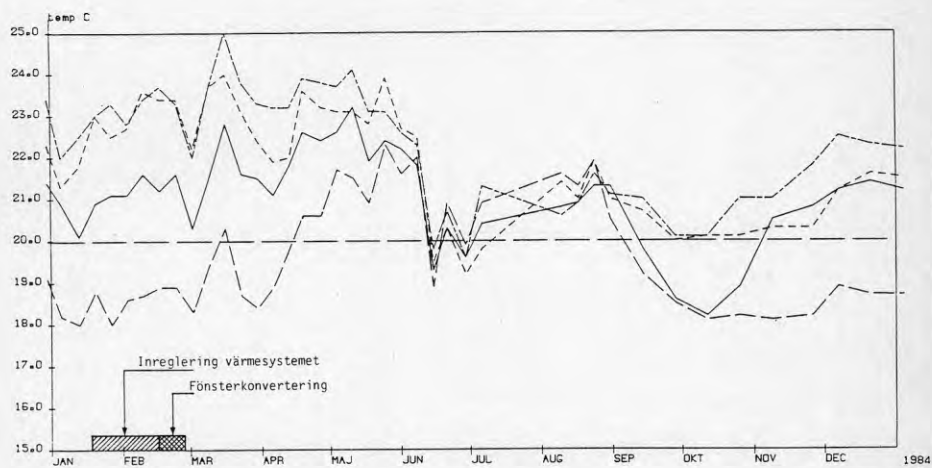
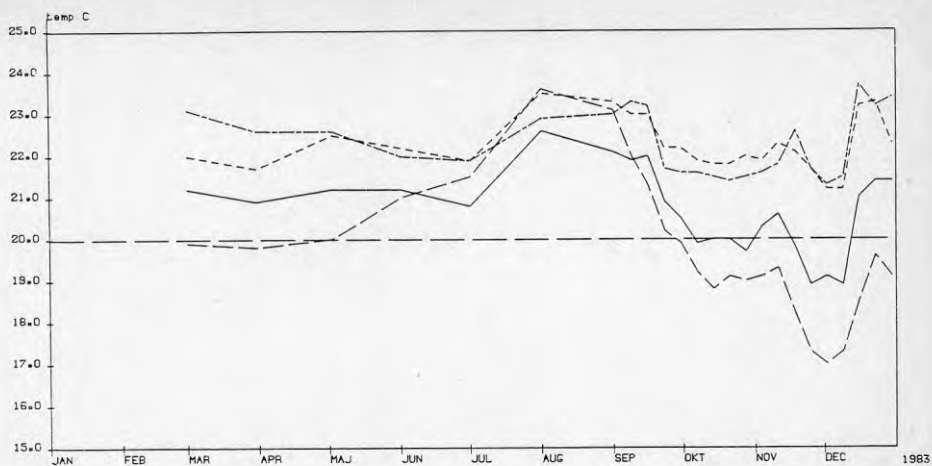






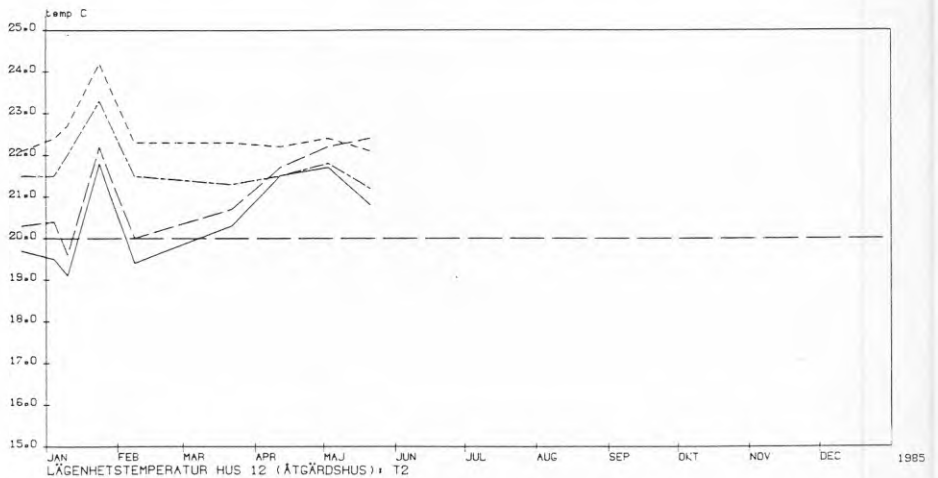
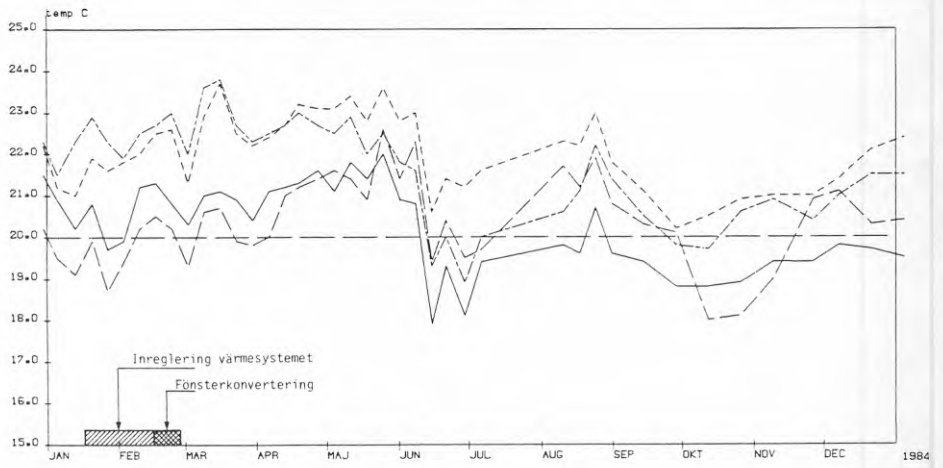
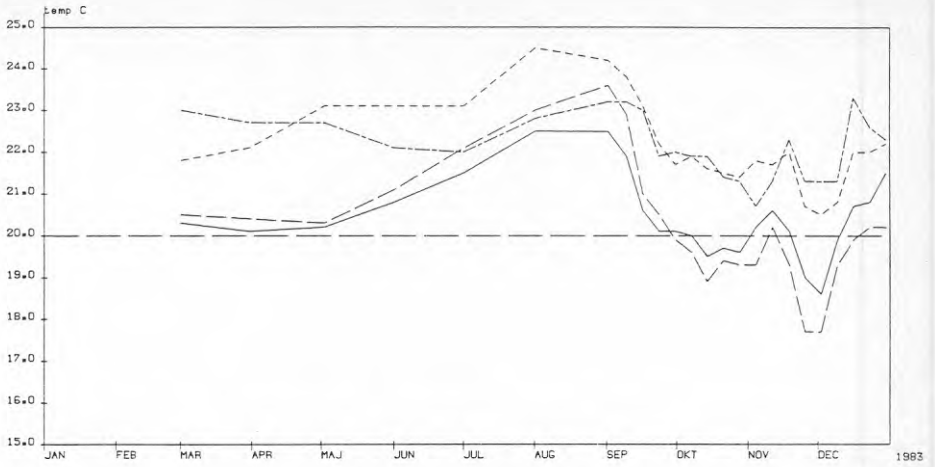




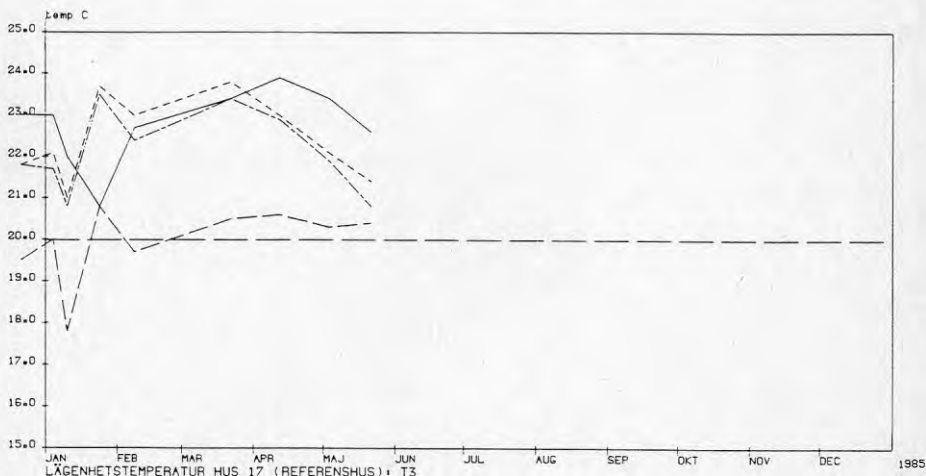
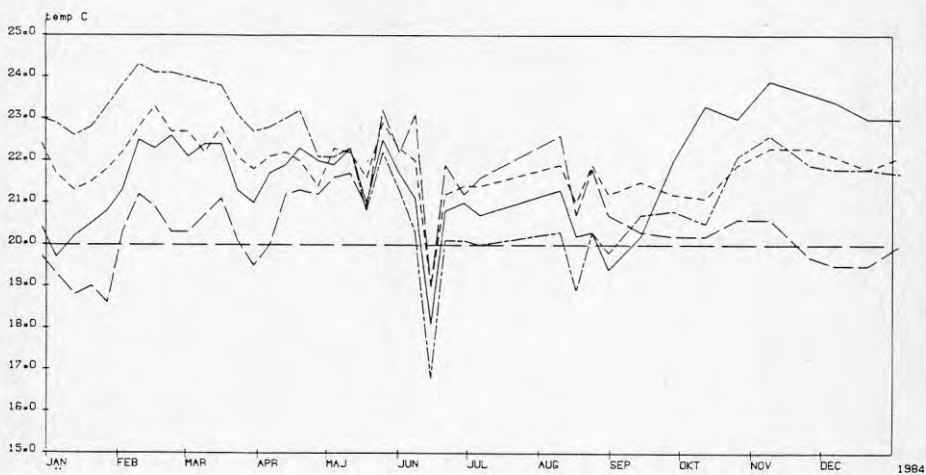
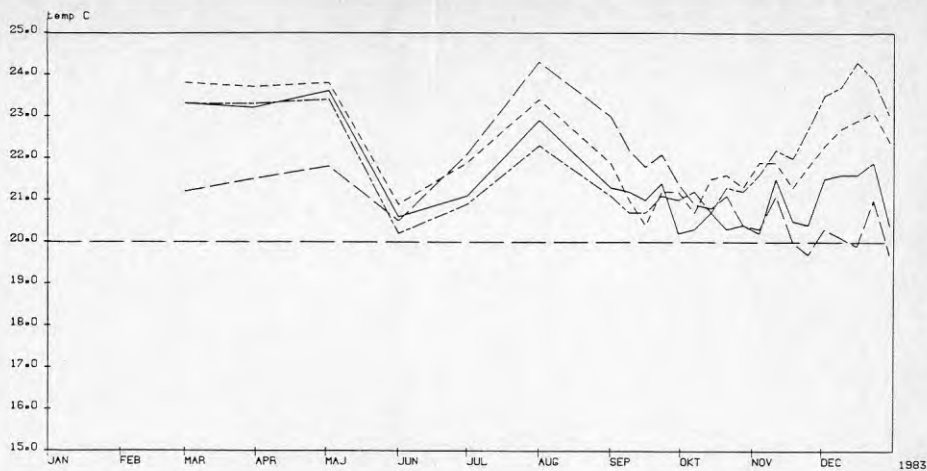


LÄGENHETSTEMPERATUR HUS 12 (ÅTGÄRDSHUS): T1

- Lgh hörn bv
- Lgh hörn 2tr
- - - Lgh mitt bv
- · - Lgh mitt 2tr

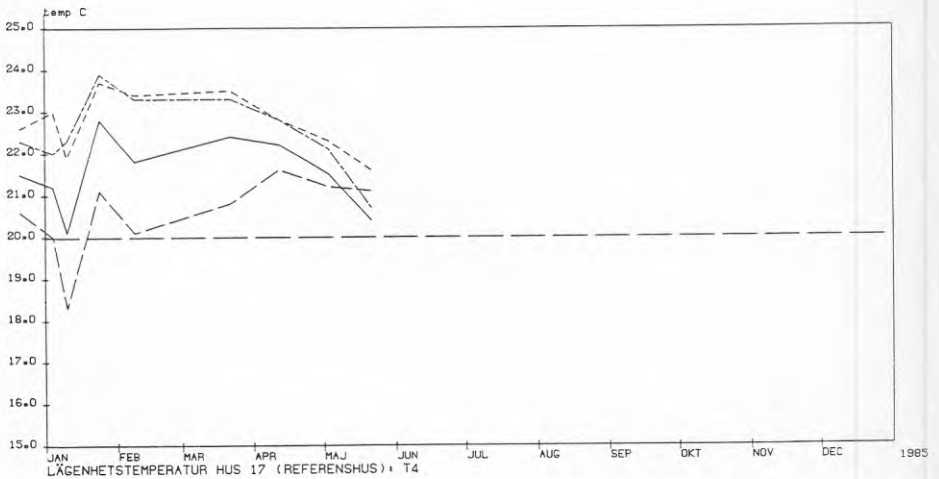
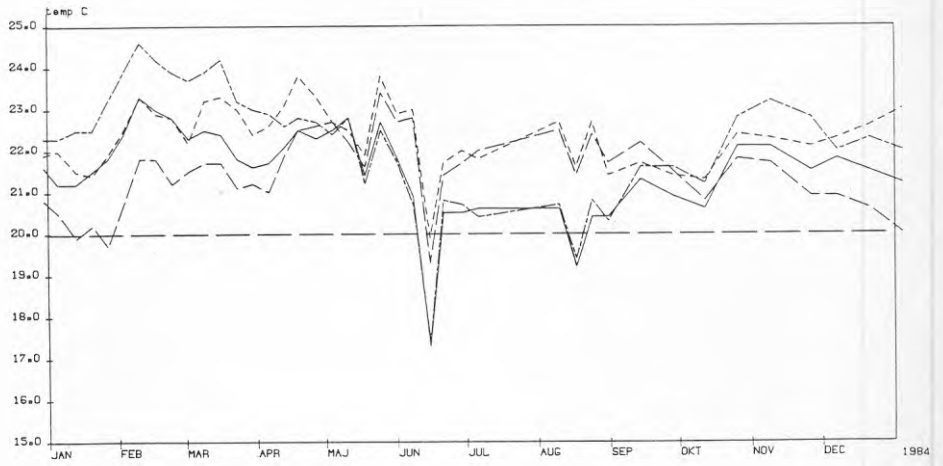
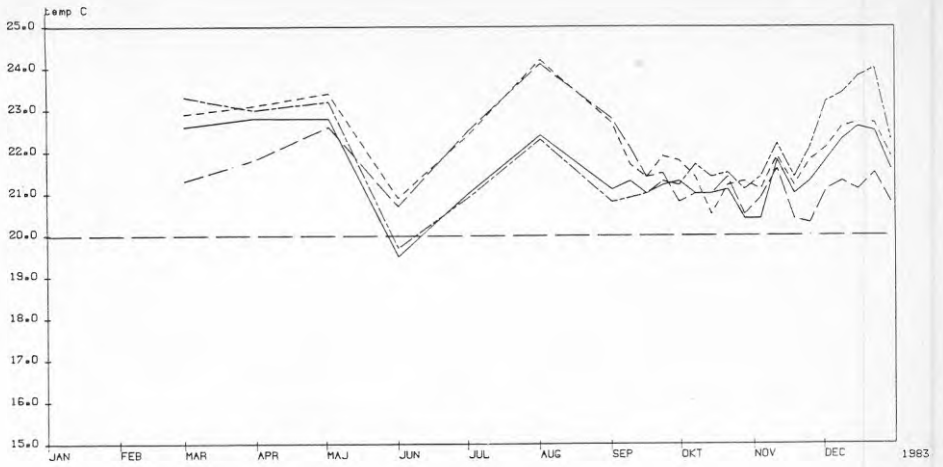


- Lgh hörn bv
- - - Lgh hörn 2tr
- · - Lgh mltt bv
- - - Lgh mltt 2tr



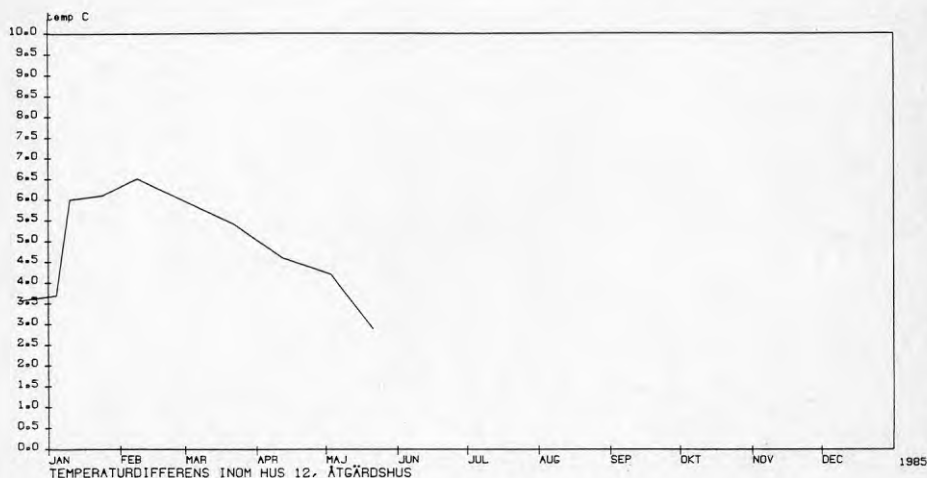
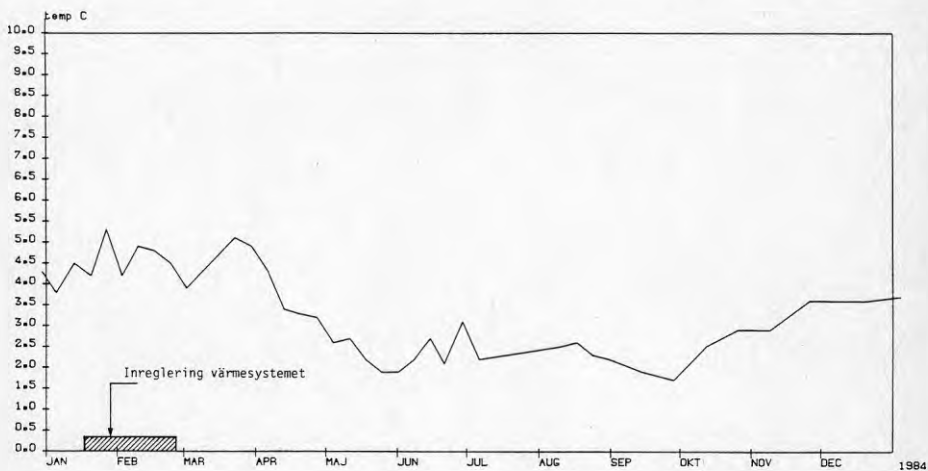
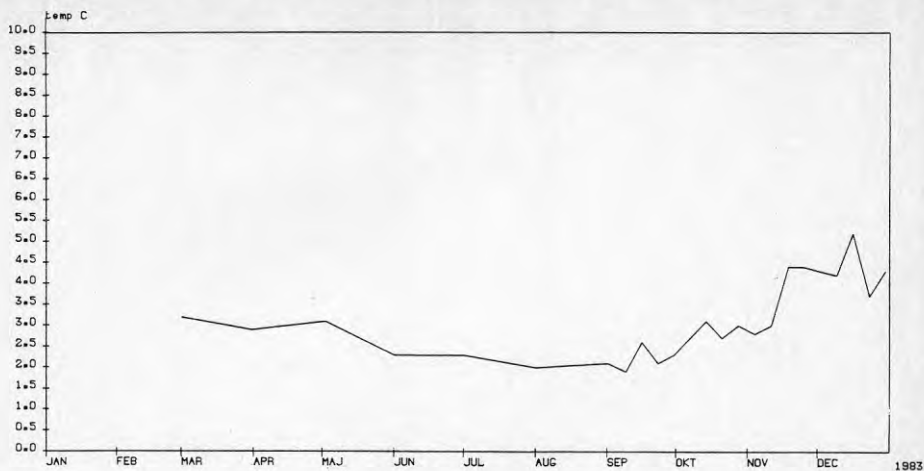
LÄGENHETSTEMPERATUR HUS 17 (REFERENSHUS): T3

- Lgh h8rn bv
- - - Lgh h8rn 2tr
- Lgh mltt bv
- - - Lgh mltt 2tr



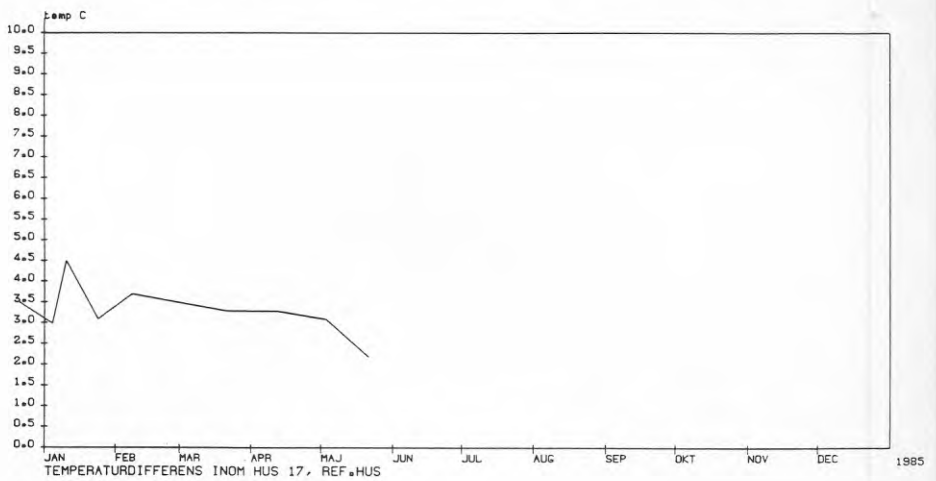
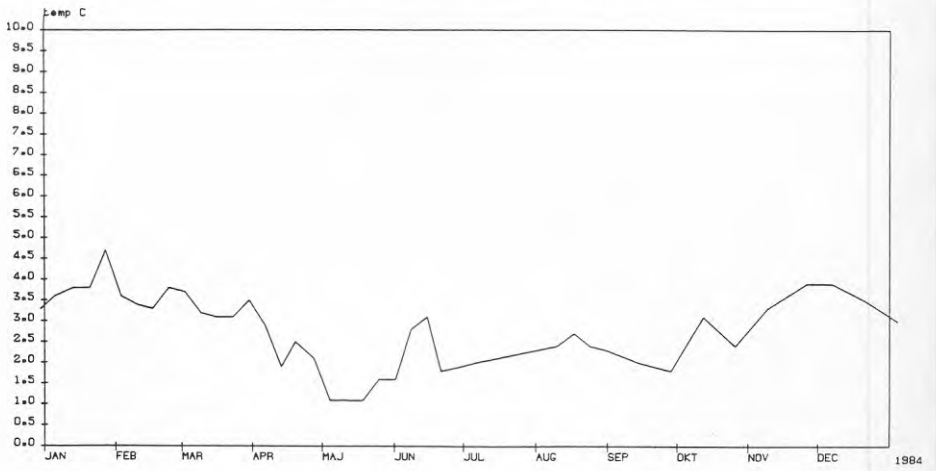
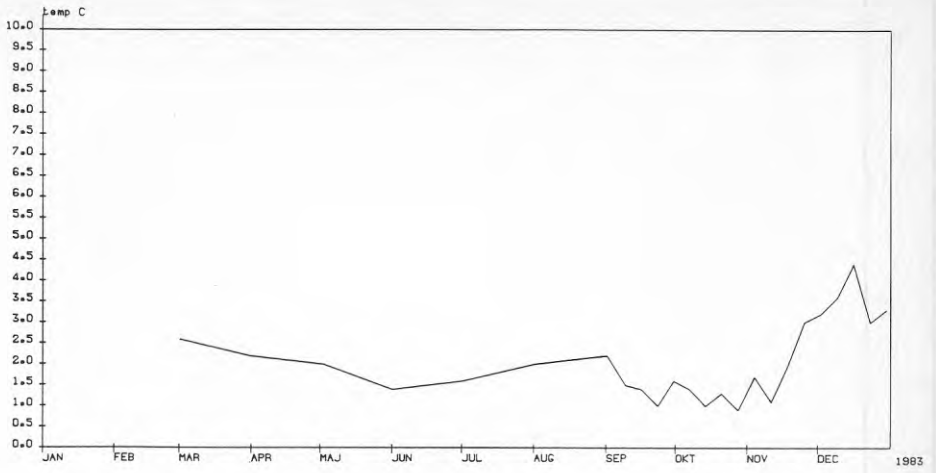
LÄGENHETSTEMPERATUR HUS 17 (REFERENSHUS) T4

- Lgh h8rn bv
- · — Lgh h8rn 2tr
- · — Lgh mltt bv
- · — Lgh mltt 2tr

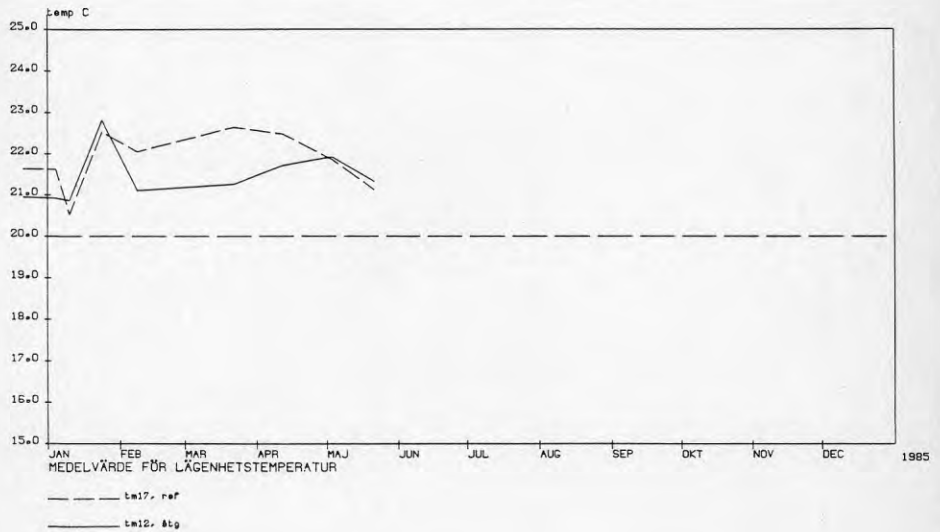
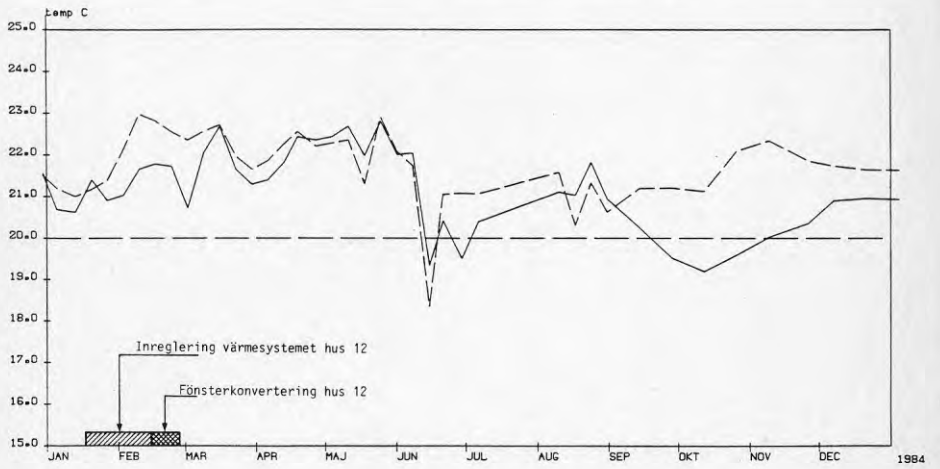
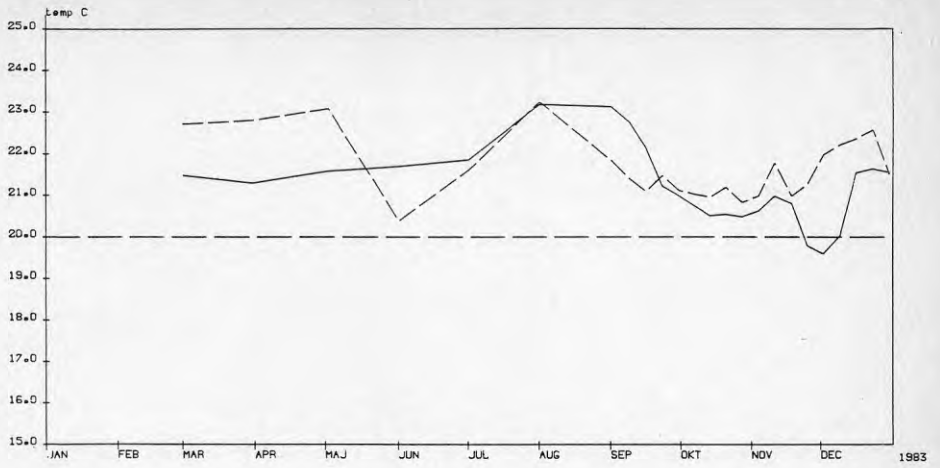


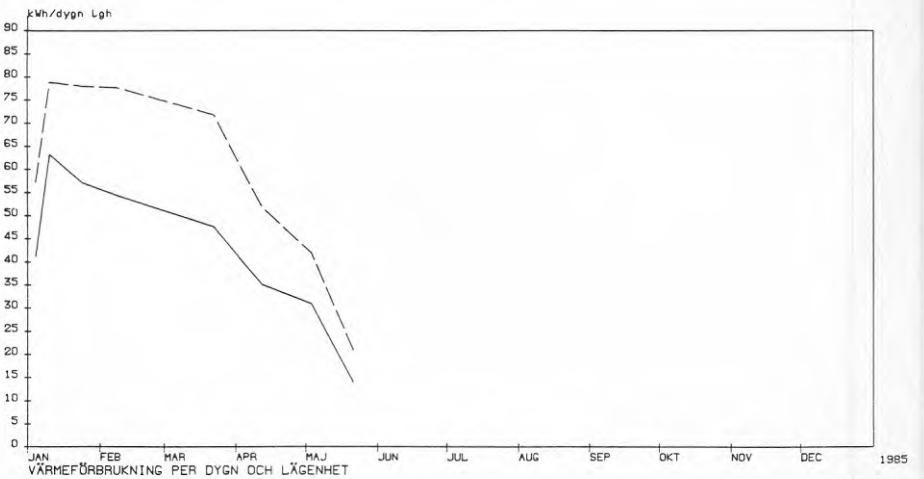
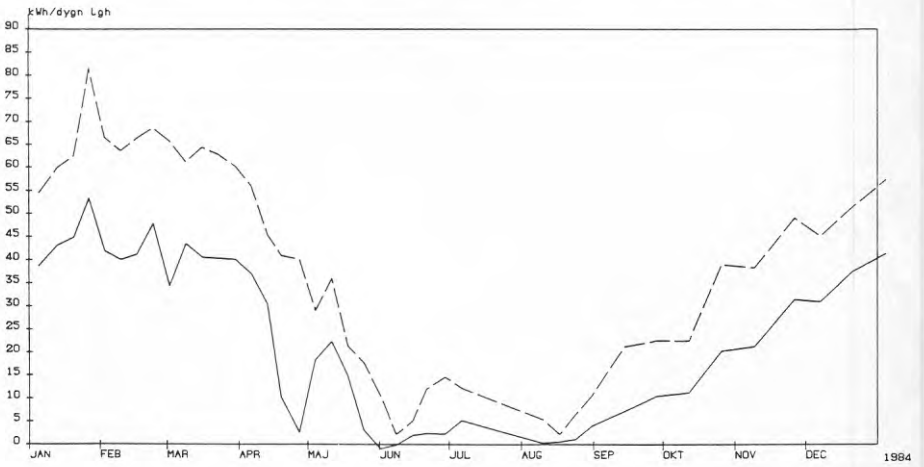
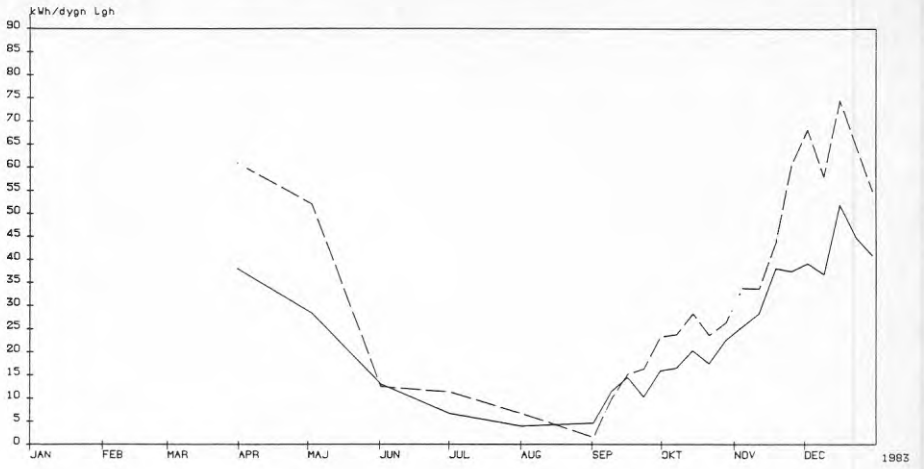
TEMPERATURDIFFERENS INOM HUS 12, ÅTGÄRDSHUS

— Hus 12



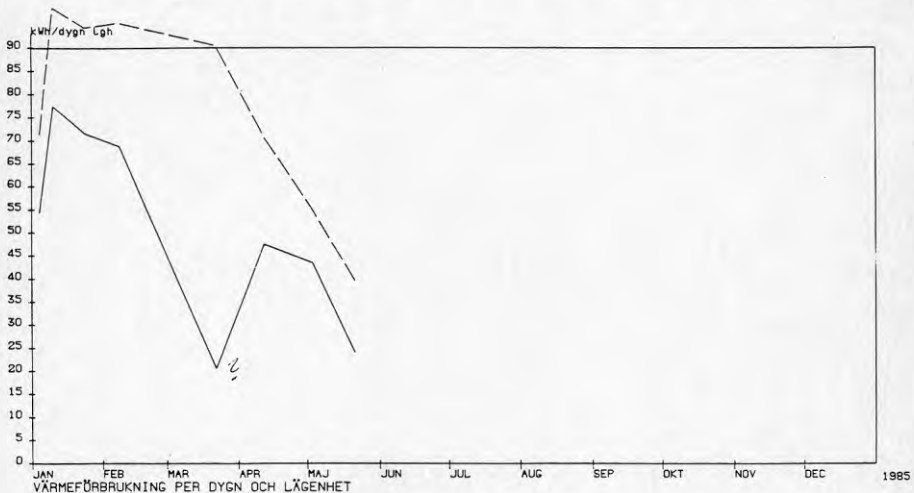
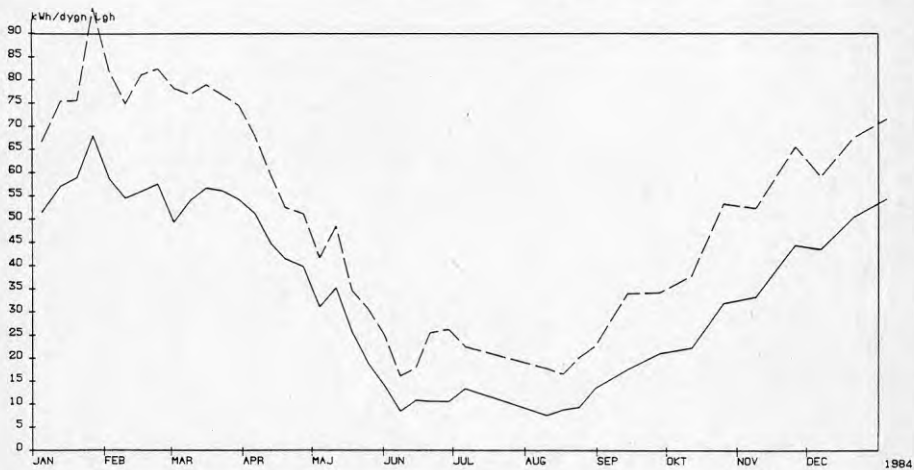
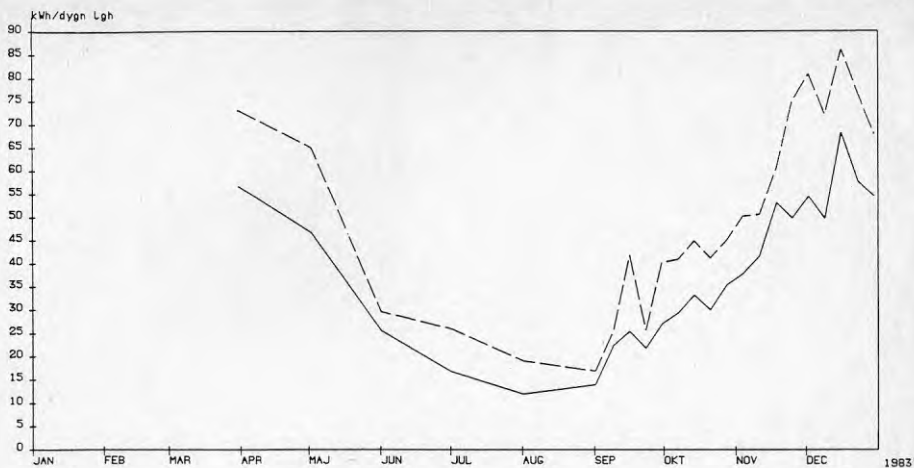
— Hus 17





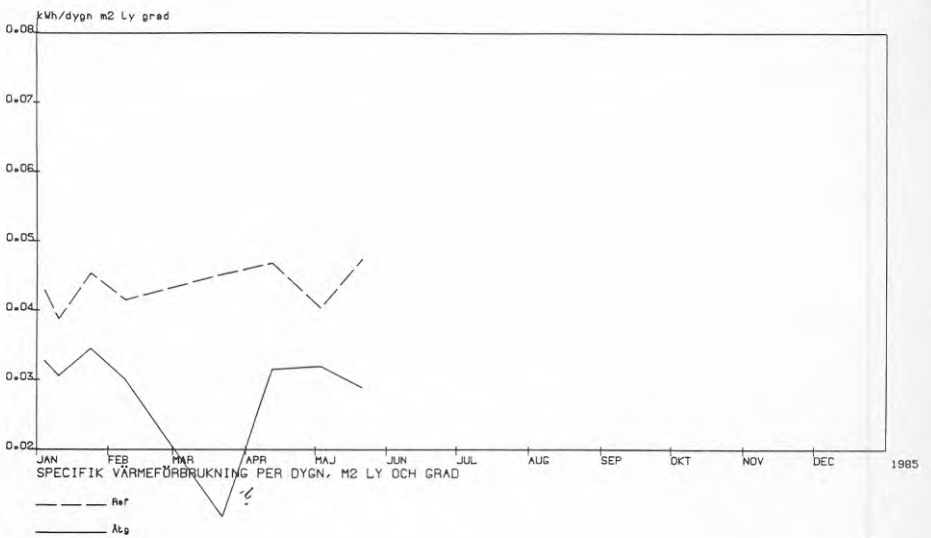
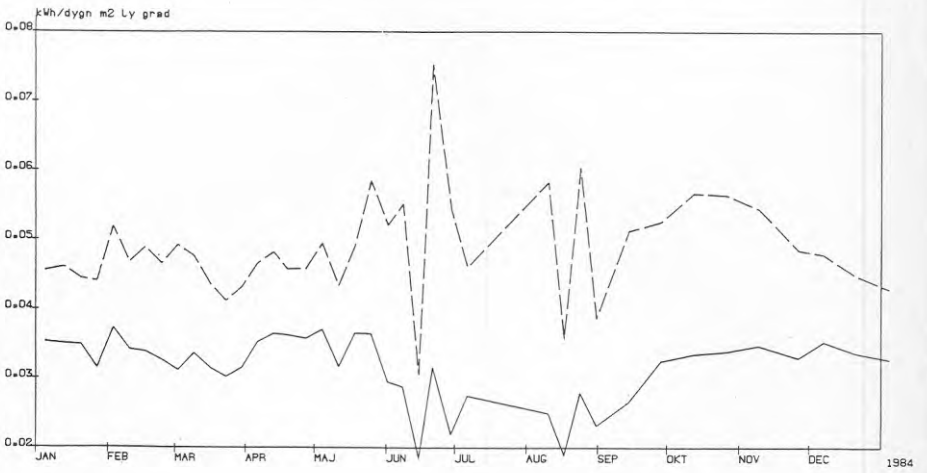
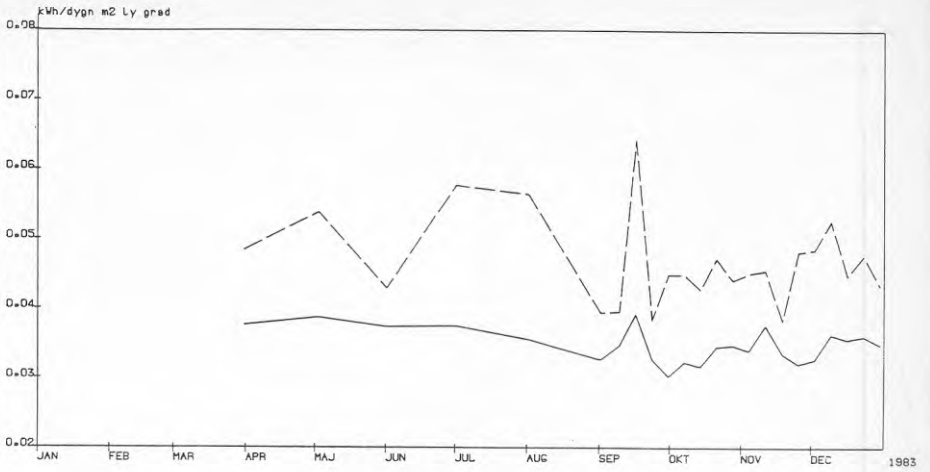
----- Hus 17, ref
 _____ Hus 12, Åtg

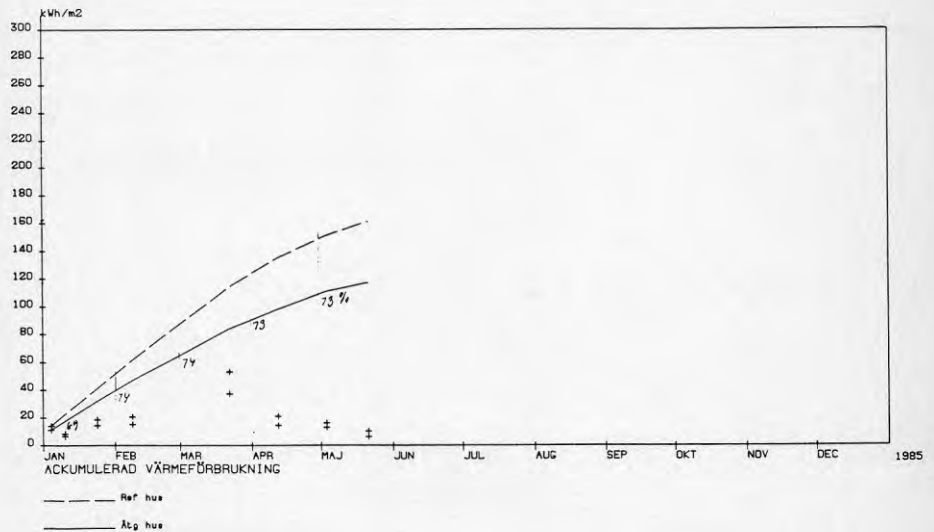
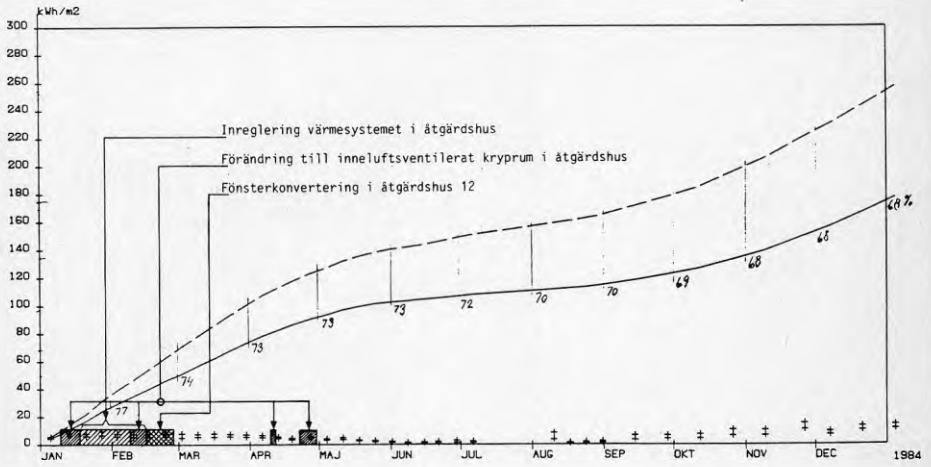
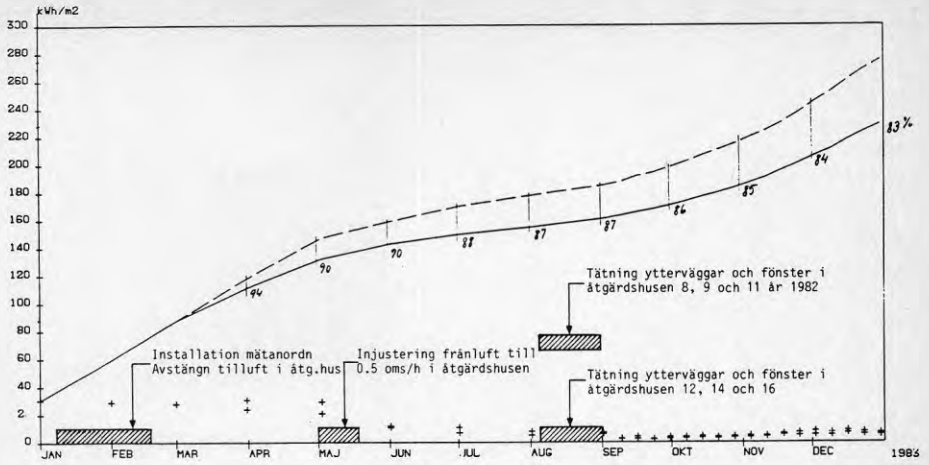
VÄRMEFÖRBRUKNING PER DYGN OCH LÄGENHET

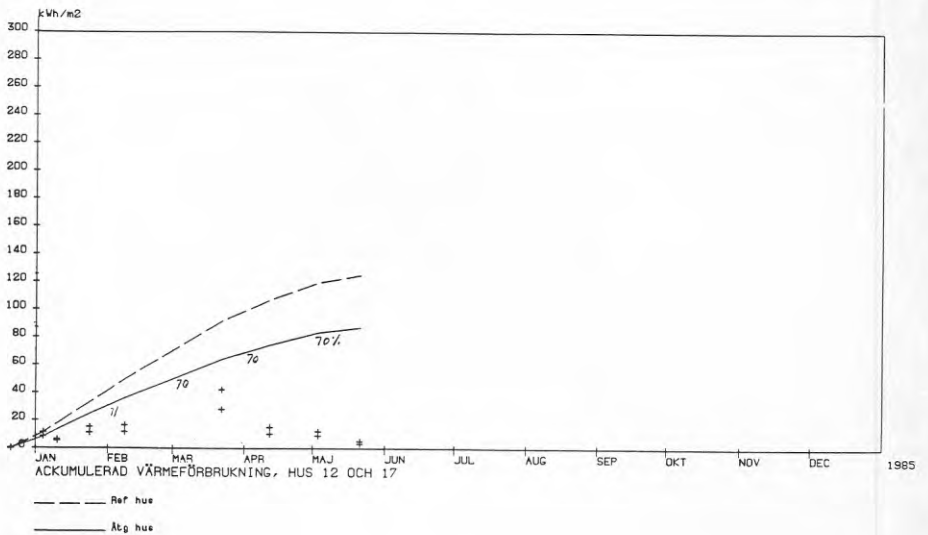
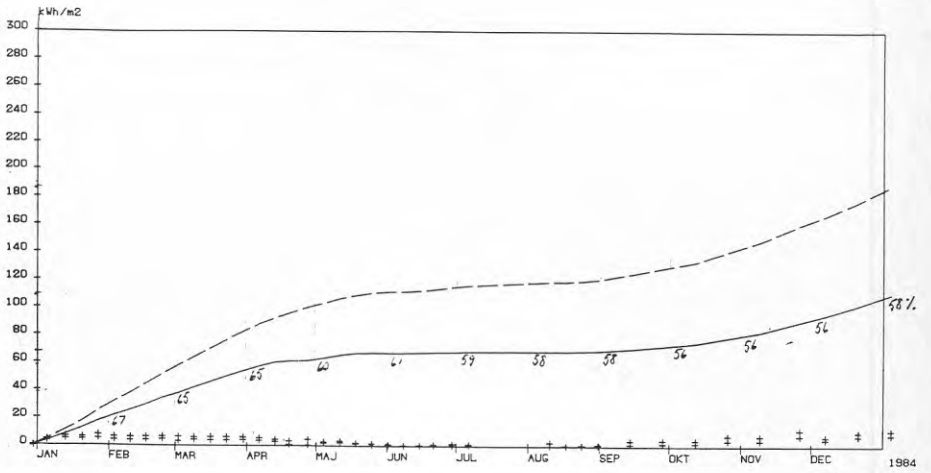
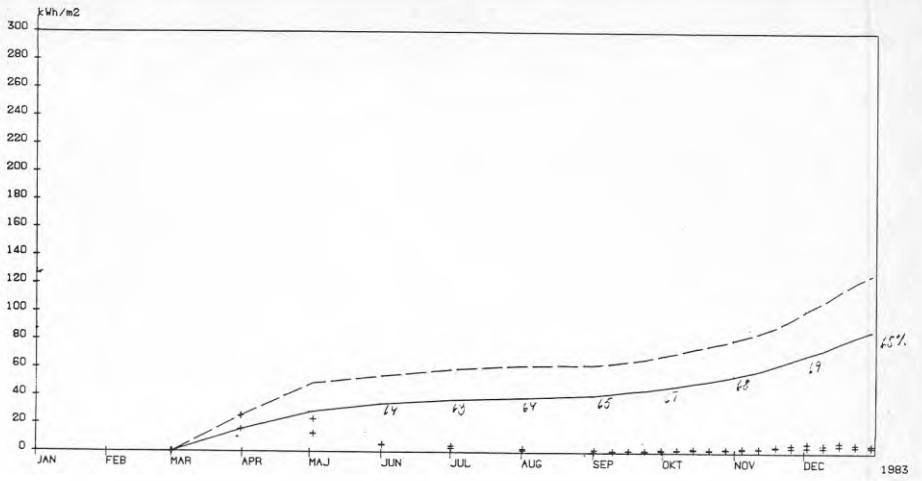


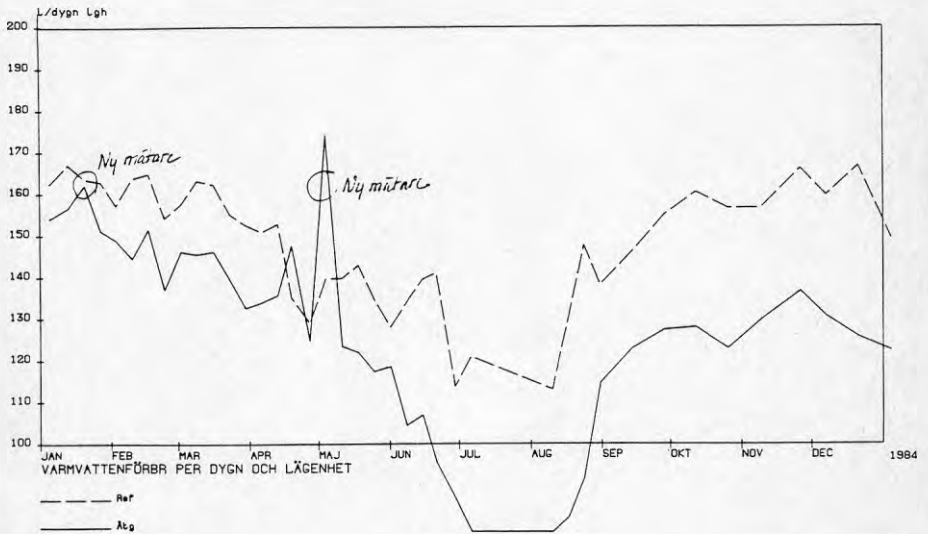
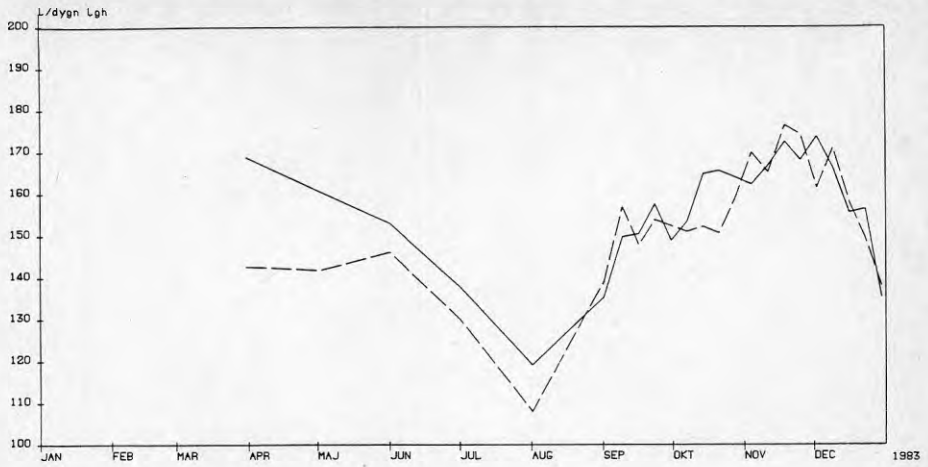
--- Re*
 — Atg

VÄRMEFÖRBRUKNING PER DYGN OCH LÄGENHET

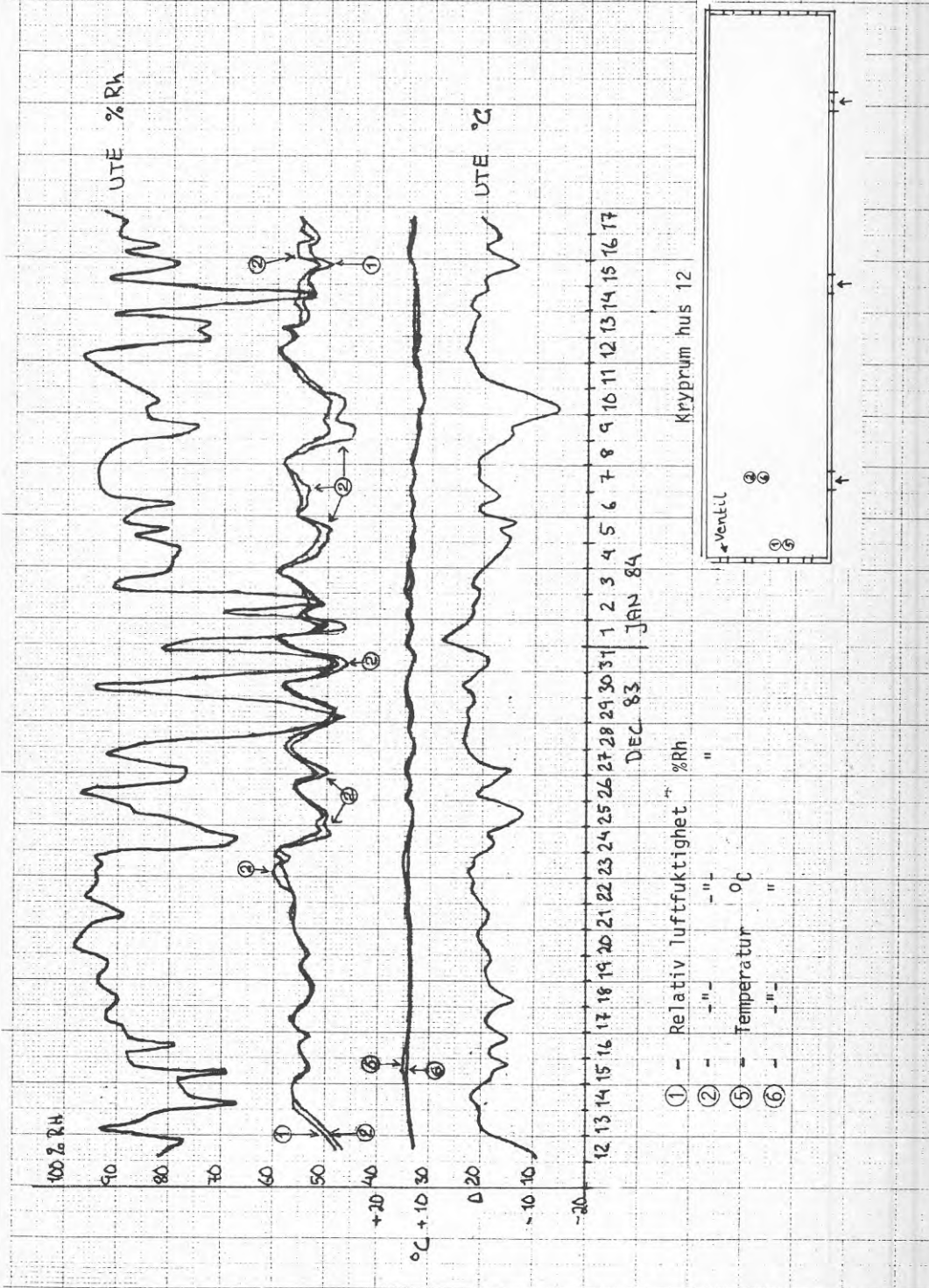




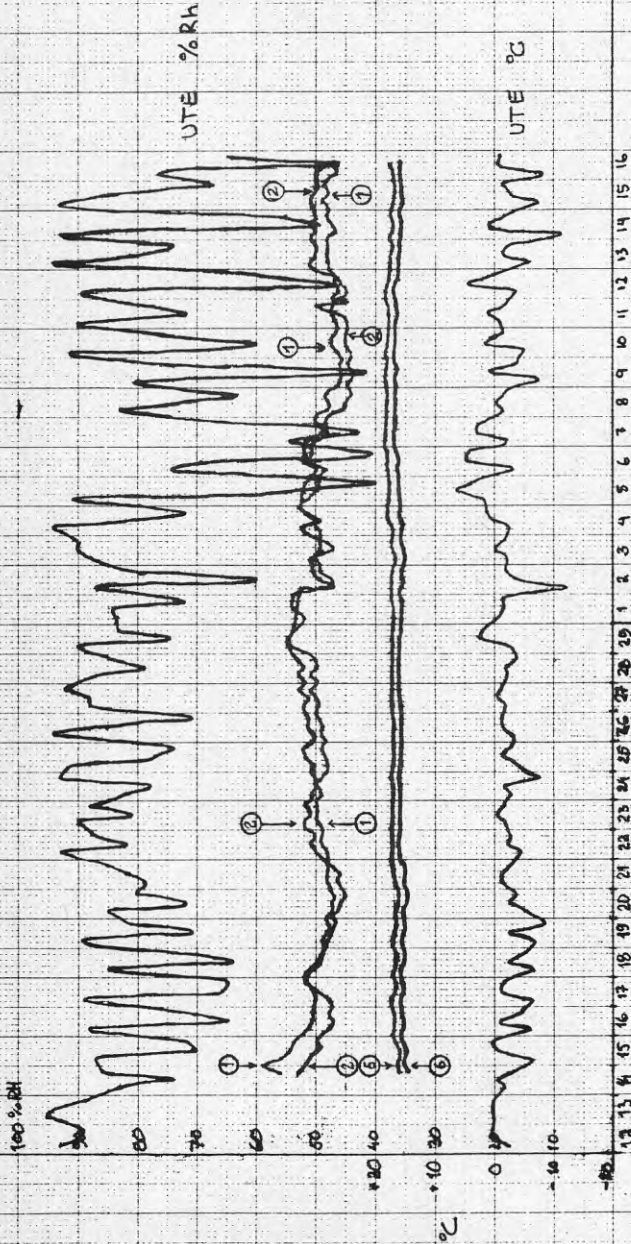




KV RANGSTRÖM 2, UPPSALA
 UNDERHÅLLS- OCH ENERGISPARBESIKTNING
 Temperatur och fuktmätning i kryprum
 i hus 12.

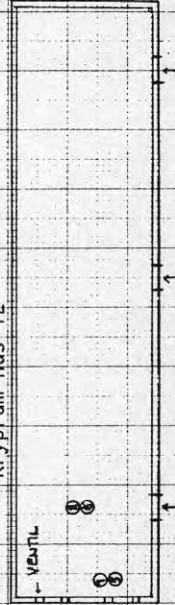


Temperatur och fuktmätning i kryprum
 i hus 12

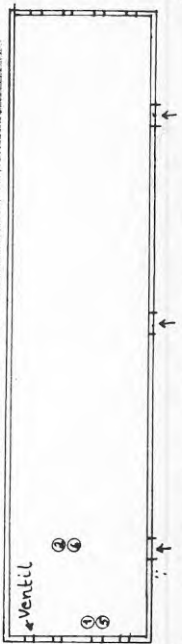
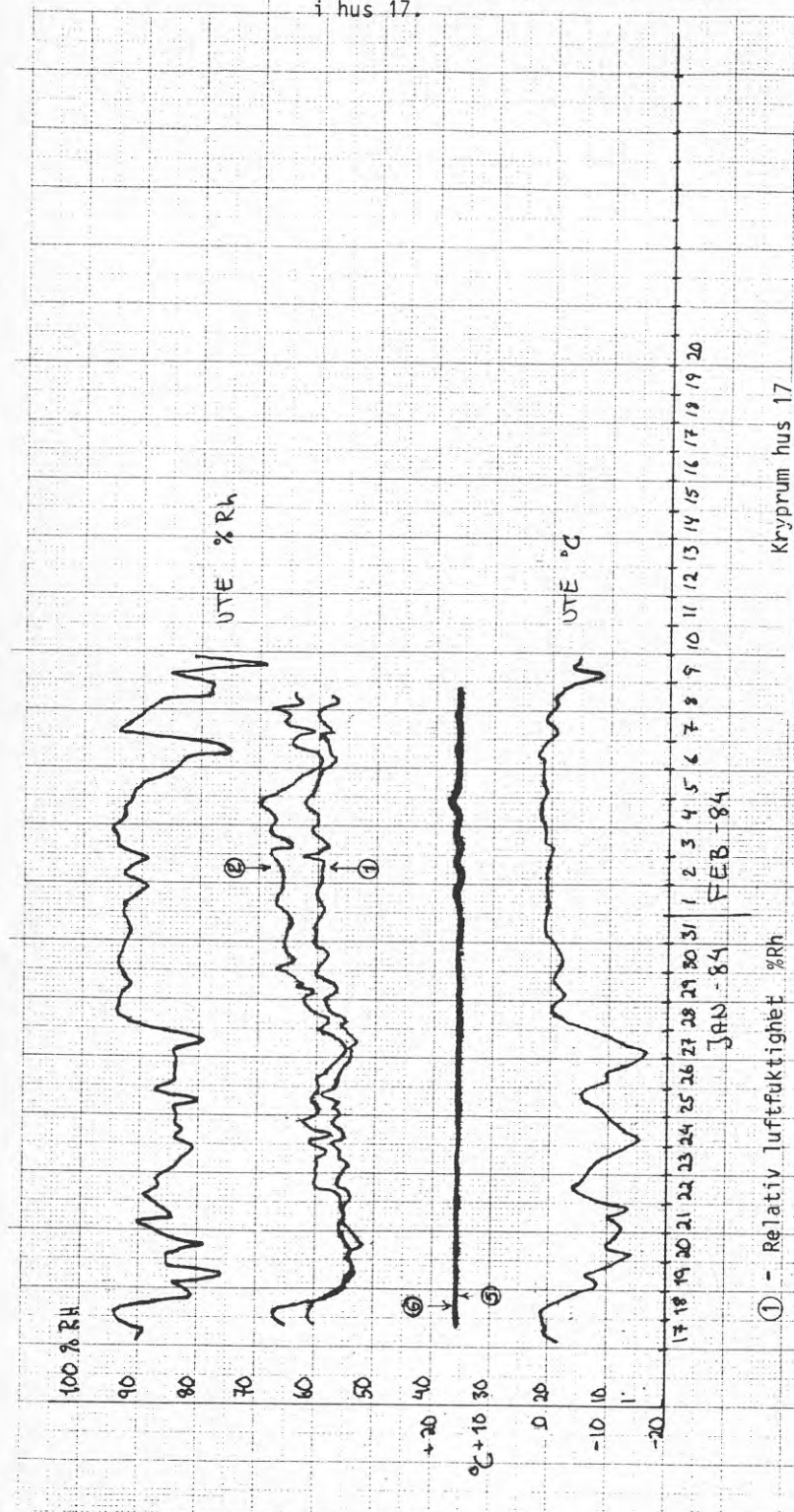


- 1 - Relativ Luftfuktighet %Rh
- 2 - " - " - " - "
- 5 - Temperatur °C
- 6 - " - " - " - "

Kryprum hus 12



KV RANGSTRÖM 2, UPPSALA
 UNDERHÅLLS- OCH ENERGISPARBESIKTNING
 Temperatur och fuktmetning i kryprum
 i hus 17.



ENERGISPARKVARTER KV RANGSTRÖM, UPPSALA

Bilaga 6 A

LÄGESRAPPORT 1984-04-30

Undersökning av vindsbjälklag

ENERGISPARKVARTER, KV RANGSTRÖM 2, UPPSALA

Temperaturmätningar i hus 12, 1984-04-27

Temperatur De i tabellerna 1 och 2 angivna värdena avser yttemperatur på vindsbjälklagets undersida resp ytterväggs och fönsters insida samt på innerväggar.

Mätmetod Temperaturerna har uppmätts med IR-termometer Raynger typ R 380 RV.

Yttre förhållanden Mätningarna utfördes mellan kl 07.45-08.30. Lufttemperaturen utomhus var under natten ung $\pm 0^{\circ}\text{C}$. Vid mätningens början var det $+1^{\circ}\text{C}$ i skuggan, men solstrålningen började påverka temperaturen. Under mätningens gång steg lufttemperaturen sannolikt i vindsutrymmet, liksom yttemperaturen på solbelyst fasads utsida. I vad mån detta hann påverka yttemperaturen invändigt kan ej sägas. Förmodligen kan man bortse från detta, eftersom mätningen utfördes på sådant sätt att inverkan skulle bli minimal.

Tabell 1 Yttemperatur i $^{\circ}\text{C}$ i trapphus.

| Yta | Trapphus 26 | Trapphus 30 |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Tak, ytterfack | 18.5 | 18.0-19.0 |
| innerfack | 19.5-20.0 | 19.5-20.5 |
| taklucka och betong närmast denna | 17.0 | 17.0-18.0 |
| Yttervägg | | 19.5 |
| Fönster (2-glas) | | 14.5 |
| Innervägg | | 20.5-21.5 |

Tabell 2 Yttemperatur i °C i lägenheter uppgång 30

| Yta | Lgh Frohm | | Lgh Andersson | |
|----------------------|-------------------------|-----------|---------------|-------------------------|
| | Vardagsrum | Sovrum 1 | Vardagsrum | Sovrum 1 (hörn) |
| Tak, ytterfack v.rad | 21.0-22.0 ¹⁾ | 19.0-21.5 | 20.0-21.0 | 19.0-21.0 ²⁾ |
| v.dörr | 19.0-21.0 | | 19.0 | |
| innerfack | 22.5 | 21.0-22.0 | 23.0 | 21.0 |
| Yttervägg | | | | 20.0 |
| Fönster (3-glas) | | 19.0-21.0 | | 19.0-20.0 |
| Gavelyttervägg | | | | 21.0-22.0 |
| Innervägg mot rum | 23.0-24.5 | 22.0-22.5 | 22.5-23.0 | |
| trappa | 22.0-23.0 | | | |

- 1) Vid takvinkel i hörn yttervägg-innervägg 17°C
 2) Vid takvinkel i hörn mot gavelvägg 17.5°C

Uppsala 1984-05-04

BJERKING INGENJÖRSBYRÅ AB

Bertil Clavensjö

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810940-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking
Ingenjörbyrå AB, Uppsala.

R113: 1986

ISBN 91-540-4656-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706113

Abonnemangsgrupp:
T. Fastighetsförvaltning
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 45 kr exkl moms