



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

R197:1984

**Resurshushållande flerbostads-
hus, Växjö**

**Eva Nilsson
Inger Rolfsson
Christina Stafström**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

K
/

Byggeforskningsrådet

R197:1984

RESURSHUSHÅLLANDE FLERBOSTADSHUS, VÄXJÖ

Eva Nilsson
Inger Rolfsson
Christina Stafström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811271-0 från
Statens råd för byggnadsforskning till AF-Energikonsult AB,
Malmö

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

R197:1984

ISBN 91-540-4273-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

	SAMMANFATTNING	5
1.	INLEDNING	6
2.	BOSTADSOMRÅDET	7
2.1	Byggnader	8
2.2	Uppvärmningssystem	10
2.2.1	Solfångare	11
2.2.2	Värmepumpar	12
2.2.3	Värmepanna	13
2.2.4	Ackumulatortankar	14
2.2.5	Varmvattenberedare	14
2.3	Reglersystem	14
3.	MÄTPROGRAM	16
3.1	Registrering av mätvärden	16
3.2	Dataprogram för utvärdering	16
3.3	Mätgivare och registrerade mätvärden	17
3.4	Genomförande av mätningar	22
4.	RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 1, VINTER	23
5.	RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 2, VÅR	30
6.	RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 3, SOMMAR	35
7.	RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 4, HÖST	41
8.	RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 5, VINTER	47
9.	SLUTSATSER	52
BILAGA 1	Principen för en annubar	55
BILAGA 2	Via dataloggern registrerade mätdata	56
BILAGA 3	Resultattabell för mätperiod 1	58
BILAGA 4	Resultattabell för mätperiod 2	59
BILAGA 5	Temperatur och effektdiagram från mätperiod 2	60
BILAGA 6	Protokoll från manuella mätningar av termiskt inomhusklimat under mätperiod 2	75
BILAGA 7	Resultattabell för mätperiod 3	87
BILAGA 8	Temperaturdiagram från mätperiod 3	88
BILAGA 9	Resultattabell för mätperiod 4	93
BILAGA 10	Resultattabell för mätperiod 5	94
	LITTERATUR	95

SAMMANFATTNING

I Ingelstad söder om Växjö uppfördes under 1982 ett bostadsområde bestående av tre huskroppar. Området är utformat på ett resurshushållande sätt bl a med målet att aktivt och passivt ta tillvara solenergi. För den skull är söderfasaden på var och en av de tre byggnaderna helt glasad. Varje lägenhet är försedd med en glasveranda. Husen är dessutom försedda med luftburna solfångare. Den soluppvärmda luften används dels som tilluft till lägenheterna, men även som värmekälla till en i varje hus placerad värmepump. Värmepumpen utnyttjar även frånluften från lägenheterna som värmekälla. Den avger sin värme antingen till varmvattenberedaren för tappvarmvatten eller till en ackumulatortank. Ackumulatortanken förser bl a bostäderna med värme, dels genom att värma tilluften till lägenheterna, men även genom golvvärmslingor.

Byggnadskonstruktionen är extremt tung med målet att lagra energi i golv, tak och innerväggar. Mot norr finns endast ett fönster per 26 m² fasad. Fönstret är en 4-glasruta på 1 m². Målet är att minimera transmissionsförlusterna mot norr, liksom mot öster och väster.

AF-Energikonsult i Malmö har under 1983 och 1984 gjort mätningar i ett utav husen för att utvärdera hur pass man lyckas hushålla med sina energiresurser. Mätningarna utfördes under fem perioder fördelade som fyra årstidsperioder under 1983 samt en extra vintermätning under 1984. De omfattade ett 70-tal mätpunkter bestående av temperatur, vätske- och luftflöden samt klimatfaktorer såsom solstrålning, vindriktning och vindstyrka. Resultaten samlades in med hjälp av en datalogger. Dessa bearbetades senare med hjälp av dator bl a för att beräkna de olika energiflödena i anläggningen. De dataloggerinsamlade värdena kompletteras med en manuell mätning av det termiska inomhusklimatet under varje period.

Resultatet har sammanställts i ett så kallat Sankeydiagram för varje mätperiod, dels för en huskropp men även för en specifik mätlägenhet. Sankeydiagrammen visar storleken på de olika energiflödena till huskroppen respektive lägenheten, samt hur de fördelar sig för att tillgodose olika behov.

Av mätresultaten kan man även dra en del slutsatser. Den kanske viktigaste slutsatsen är att det blir problem när man på ett så komplext sätt som i Ingelstad kopplar ihop ett luftburet och ett vätskeburet uppvärmningssystem. Det luftburna systemet är mycket snabbt. Däremot är det vätskeburna systemet mycket långsamt. Samtidigt är värmepumpen, som står för överföringen mellan de två systemen, beroende av jämna driftsförhållanden för att fungera på ett tillfredsställande sätt. Man får därför svårt att optimera hela systemet samtidigt.

Vi vill tacka Evert Andersson och hans medarbetare på Stiftelsen Varendshus för deras medverkan vid upp- och nermontage av instrument, samt för deras dagliga hjälp med byte av remsor och rullar till dataloggern.

1. INLEDNING

Ett bostadsområde uppfördes under 1982 i Ingelstad söder om Växjö. Området är utformat på ett resurshushållande sätt. Målet är bl a att både aktivt och passivt ta tillvara solenergi. Uppvärmningssystemet hämtar värme från luft som förvärmats i solfångare samt ur frånluft från lägenheterna. Värmen överförs med hjälp av värmepumpar. Den tid på året då värmepumparna ej kan försörja bostadsområdet med hela dess värmebehov fås tillskott från en vedeldad värmepanna. Uppvärmningen av bostäderna sker dels genom golvvärme, men även genom uppvärmning av ventilationsluften.

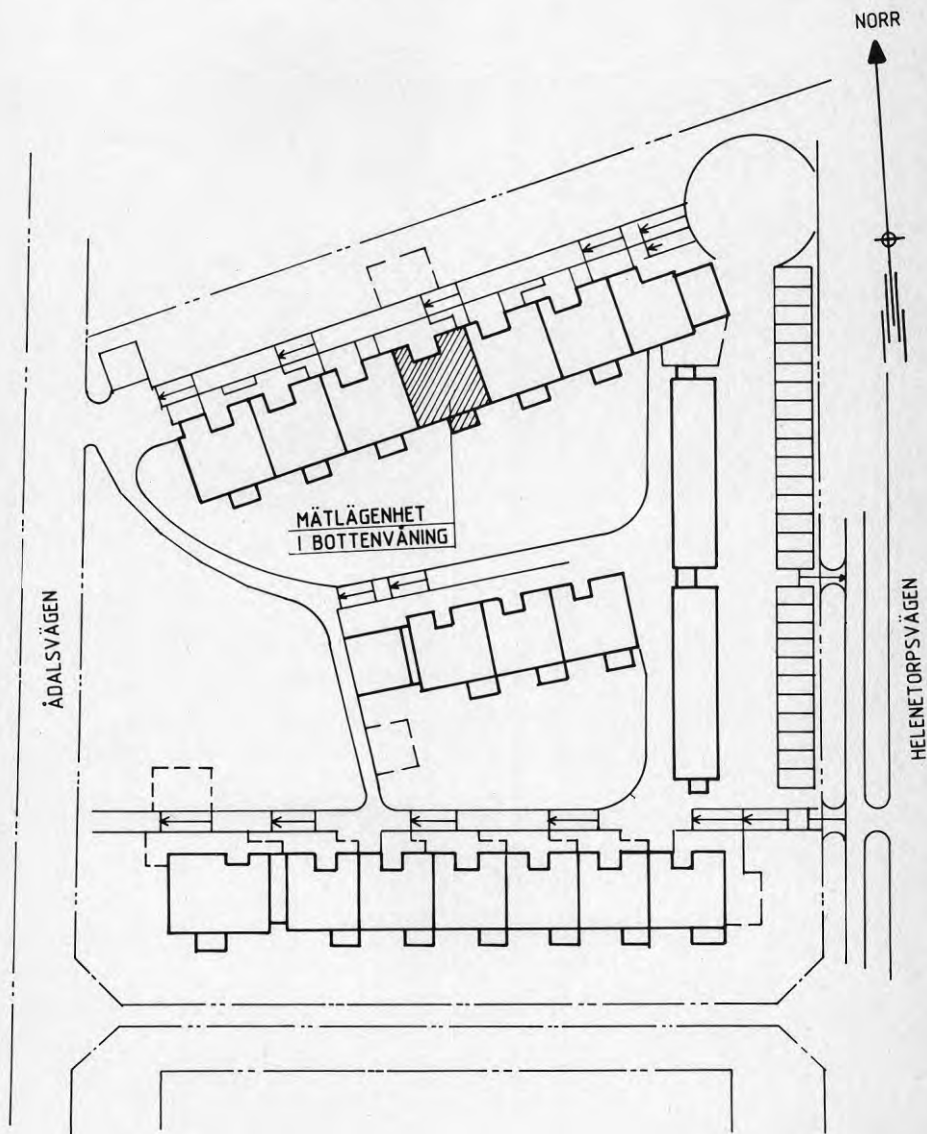
AF-Energikonsult i Malmö har under 1983 och 1984 gjort mätningar i ett av husen för att utvärdera hur pass man lyckas hushålla med sina energiresurser.

Mätningarna har utförts under fem olika perioder, fördelade under de fyra årstiderna 1983 samt en femte mätning under vintern 1984. De har omfattat ett 70-tal mätpunkter i ett av de tre bostadshusen. Dessa har inneburit mätning av vätske- och luftflöden, temperaturer, energianvändning i form av olja och el samt mätning av det yttre klimatet, såsom solstrålning, vindriktning och vindstyrka. Resultaten av dessa mätningar har samlats in med hjälp av en datalogger och bearbetats med datorberäkningar. Datormätningarna har kompletterats med manuella mätningar av det termiska inomhusklimatet en gång varje mätperiod.

Det har gjorts vissa förändringar i anläggningen under det dryga år som mätningarna har pågått. Dessa ändringar kommenteras i rapporten efterhand som de påverkar mätresultaten. Varje mätperiod redovisas och kommenteras i ett eget kapitel.

2. BOSTADSOMRÅDET

I kvarteret Pionen, Ingelstad, 2 mil söder om Växjö, uppfördes under 1982 ett bostadsområde bestående av tre huskroppar. Lägenheterna har en primär bruksarea på 2424 m². I området ingår även samlingssal, badavdelning samt tvättstuga om sammanlagt 127 m² bruksarea. Övriga byggnader är garage med bilvårdsutrymme. Byggherre för området var Stiftelsen Varendshus. Byggnaderna är utformade på ett resurshushållande sätt, bl a för att aktivt och passivt ta tillvara solenergi. Utformningen av bostadsområdet framgår av figur 2.1.



Figur 2.1 Situationsplan över kv Pionen, Ingelstad

2.1 Byggnader

För att passivt ta tillvara solenergi för lokaluppvärmning är söderfasaden på var och en av de tre huskropparna helt glasad. Halva fasaden är glasad med treglasfönster och halva med tvåglasfönster. På delarna med enbart tvåglasfönster är glasverandor påbyggda. Glasverandorna består av englasfönster och dess resningsvinkel är 70° .

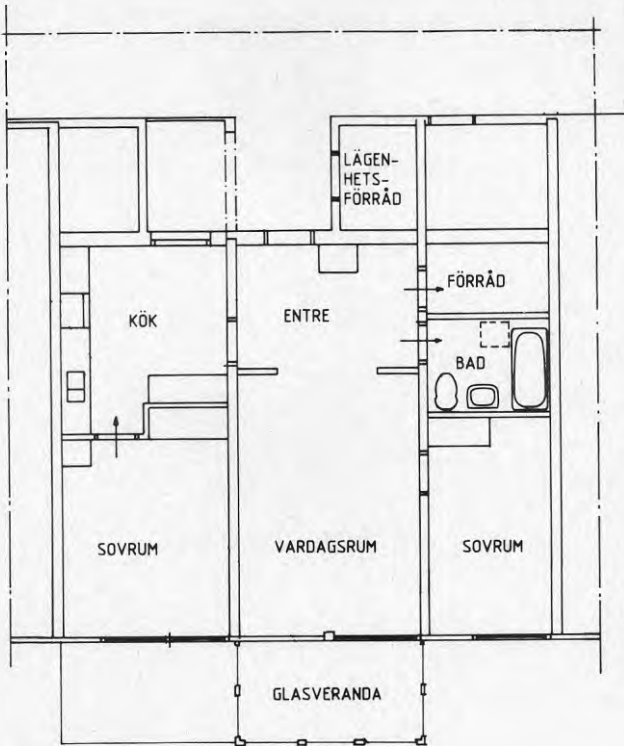
I figur 2.3 visas ett tvärsnitt av hus A samt en plan över en 3-rums lägenhet i bottenplanet.



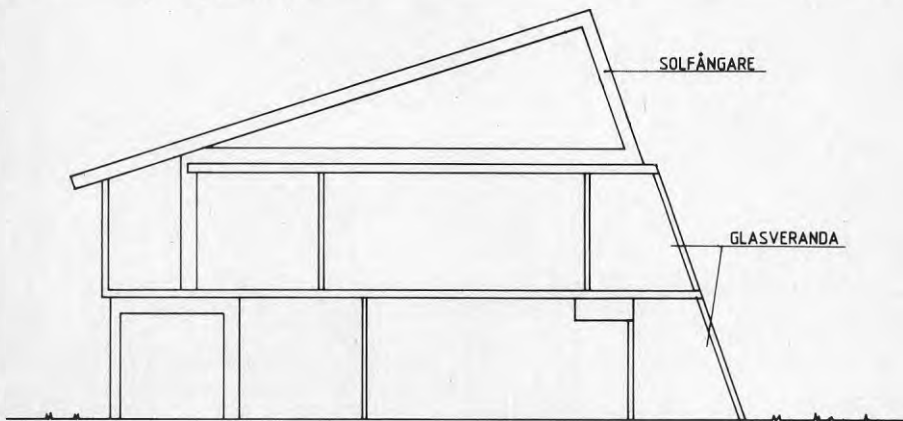
Figur 2.2 Söderfasad på hus A i kv Pionen.

Norrfasaden har endast ett 1 m^2 stort fyrglasfönster per 26 m^2 fasad, vilket gör att transmissionsförlusterna åt norr är mycket små. Även transmissionsförlusterna åt öst och väst är mycket låga.

Byggnadskonstruktionen är utförd extremt tung. Golv, tak och innerväggar är utförda i ca 20 cm betong och delar av golven är beklädda med byggkeramik.



MÄTLÄGENHET

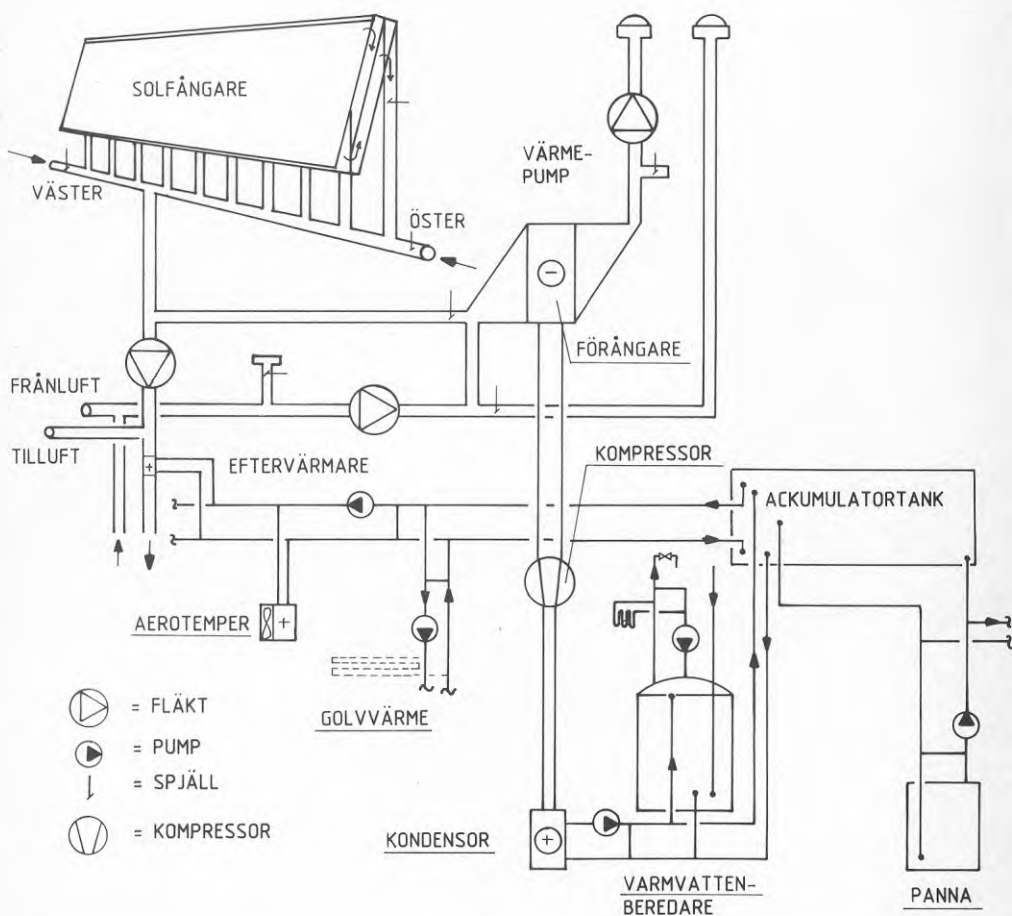


SEKTION

Figur 2.3 Plan över en 3-rumslägenhet i bottenplanet samt ett tvärsnitt av hus A, kv Pionen.

2.2 Uppvärmningssystem

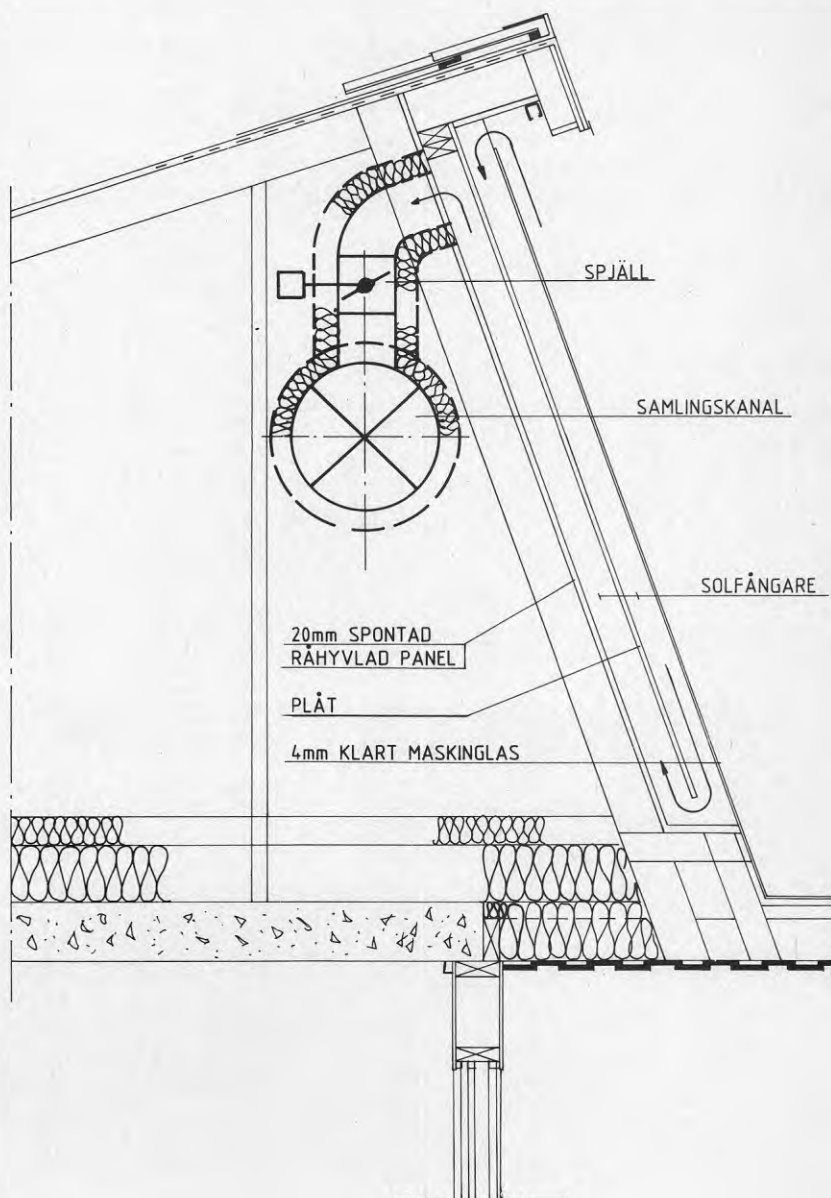
Uppvärmningssystemet inom bostadsområdet består i princip av tre delsystem, ett för vardera huskroppen. Primärt består systemet av 220 m² luftburna solfångare och tre värmepumpar fördelade på de tre byggnaderna samt en gemensam värmepanna. För att utjämna variationer i värmesystemet och för att lagra energi finns en ackumulatortank i varje byggnad. Värme överförs till bostäderna både via golvslingor och via eftervärmningsbatterier, ett i respektive lägenhets tilluftskanal. Uppvärmningssystemet är utformat som ett extremt lågtemperatursystem. I figur 2.4 visas ett schema över uppvärmningssystemet i hus A.



Figur 2.4 Uppvärmningssystemet i hus A, kv Pionen.

2.2.1 Solfångare

Solfångarna är riktade åt söder och har resningsvinkeln 70° , dvs samma som glasverandorna. De är mycket enkelt utformade vilket visas i figur 2.5. Uteluften som värms upp i solfångarna utnyttjas dels som tilluft till lägenheterna, dels som värmekälla till värmepumpen. Solfångarytan på hus A är 80 m^2 .



Figur 2.5 Utformning av de luftburna solfångarna i kv Pionen

2.2.2 Värmepumpar

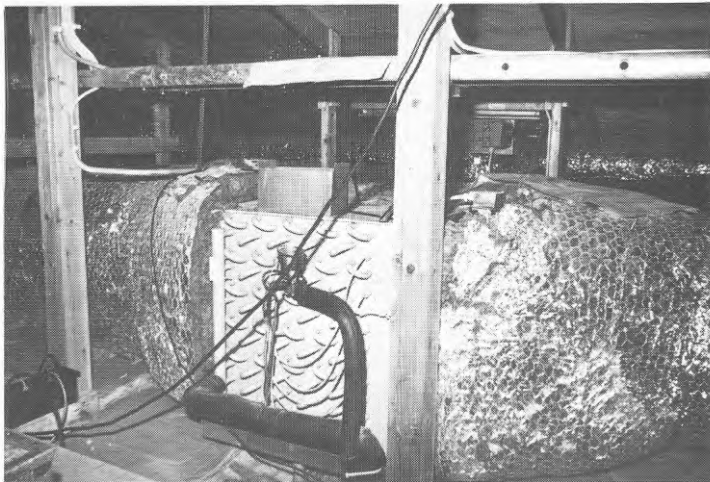
Värmepumparna tillvaratar energi dels från uteluft som värmts upp i solfångarna, men även från lägenheternas frånluftsflöden. Värmepumparna är av typen luft/vatten. I varje huskropp försörjer respektive värmepump dess deluppvärmningssystem genom att värma dels beredaren för tappvarmvatten, dels ackumulatortanken.

Värmepumpen är avsedd att i huvudsak klara byggnadens energibehov ner till en utetemperatur på 0 - -5°C. När utetemperaturen understiger detta gradtal fodras tillskottsvärme. Detta fås från områdets gemensamma värmepanna. Värmepumpen är projekterad för att vara i drift mellan kl 06.00 och 21.30.

De installerade värmepumparna består av ett kylkompressoraggregat med helhermetisk kompressor, en dubbelrörskondensator samt en förångare för påtryckt strömning med kopparrör och aluminiumlameller.

För hus A gäller följande värden för värmepumpen:

Kompressorn:	Köldmedium R22	
	Tillförd effekt - kyleffekt	12 kW
	Förångningstemp.	0°C
	Kondenseringstemp.	60°C
	Vattentemp.	+55°C/+40°C
Kondensorn:	Kondensoreffekt	36 kW
	Kondenseringstemp.	60°C
	Vattentemp.	+55°C/+40°C
Förångare:	Förångarens kyleffekt	24 kW



Figur 2.6 Förångare till värmepumpen i hus A

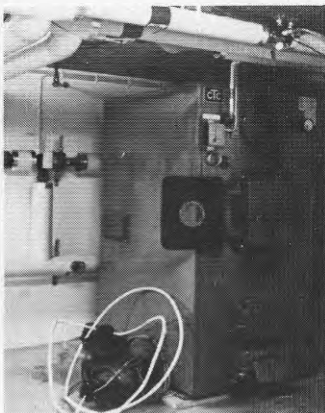


Figur 2.7 Kondensorn och kompressorn till värmepumpen i hus A

2.2.3 Värmepanna

Värmepannan är av CTC:s fabrikat typ 457B. Pannan är avsedd att eldas med ved. Dess märkeffekt vid vedeldning är 115 kW.

Panncentralen med vedpannan är placerad i hus A varifrån den via ett kulvertnät försörjer hela bostadsområdet. Ackumulatortankarna i de tre byggnaderna får vid vedeldning även uppgifter att lagra energi. Detta för att personalen som sköter anläggningen ej skall behöva finnas i panncentralen mer än under ordinarie arbetstid. Ackumulatortankarna laddas under dagtid och urladdas under natten. Detta gäller vid såväl vedeldning som värmepumpsdrift.



Figur 2.8 Gemensam panna i hus A

2.2.4 Ackumulatortankar

Det finns en ackumulatortank i varje huskropp. Deras uppgift är dels att utjämna variationer i uppvärmningssystemet, dels att lagra energi. Ackumulatorvolymen är avpassad till energiåtgången i respektive hus. Tanken i hus A är 6 m³ och är placerad på vinden.

Från respektive ackumulator distribueras värme till byggnadens olika energianvändare. En av dessa är lägenheternas golvvärme. Golvvärmen är tänkt att försörja lägenheterna med grundvärme till ca +17°C. Systemet är uppbyggt av rörslingor ingjutna i betongbjälklagen. Andra energianvändare är eftervärmarna i respektive lägenhets tilluftskanal. Eftervärmarna är dimensionerade för att höja temperaturen i lägenheten från grundvärmemetemperaturen +17°C till önskad rumstemperatur +20°C - +21°C. Förutom golvvärme och eftervärmare är det till varje ackumulatortank kopplad någon mindre komponent. Till hus A:s ackumulatortank är aerotemporn i vaktmästargaraget kopplad.

Värmen till ackumulatortanken fås dels från värmepumpen, dels från värmepannan.

2.2.5 Varmvattenberedare

Det finns separata varmvattenberedare i respektive byggnad. Beredaren får sin värme i första hand från värmepumpen, men i vissa fall även från ackumulatortanken. Beredaren kan dock bara värmas då pumpen för cirkulation mellan värmepump-varmvattenberedare och ackumulatortank är i drift, dvs enligt projekterade data mellan kl 06.00 och 21.30.

Däremot utnyttjas värmen i beredaren även nattetid. Det cirkulerande tappvarmvattnet används nämligen även som värmeavgivare i lägenheternas badrum där vvc-slingor utnyttjas som handdukstorkar.

2.3 Reglersystem

Det finns ett centralt styruv i varje byggnad. Uret styr tre olika funktioner

- startar värmepumpen och förångningsfläkten kl 06.00 och stannar desamma kl 21.30
- sänker nattemperaturen på spetsvärmen till lägenheterna mellan kl 21.30 och 06.00
- reducerar ventilationsluftmängden under natten mellan kl 21.30 och 06.00.

Ovan nämnda omkopplingstider är projekterade värden.

Förutom de centrala styruren finns reglersystem för de olika delsystemen.

Som först nämnts används uteluft som förvärmats i solfångarna dels som tilluft till lägenheterna, dels som värmekälla till värmepumpen. För att kunna utnyttja den solvärmda luften så krävs det att den håller en lämplig temperatur. Man har därför placerat en blandningskammare efter solfångarna. En temperaturgivare i blandningskammaren ger information till en reglercentral så att den vid värmebehov öppnar spjällen

mot solfångarna respektive stänger spjällen mot luftkanaler som hämtar uteluft från öster- och västerfasaderna. På motsvarande sätt stängs spjällen mot solfångarna och öppnas spjällen mot öster och väster när temperaturen i blandningskammaren blir för hög. Reglercentralen strävar mot att hålla en konstant temperatur i blandningskammaren på 12°C.

Värmepumpen kräver, för att fungera på ett tillfredsställande sätt, att temperaturen före förångaren är tämligen konstant. En temperaturgivare före förångaren styr, via en reglercentral, spjället mot blandningskammaren och stavspjället efter förångaren så att dessa stänger respektive öppnar när temperaturgivaren känner av ett värmebehov. Spjället mot blandningskammaren är minbegränsad till 60 % av luftflödet genom tilluftsfläkten till lägenheterna. När förångningsfläkten stannar, mellan 21.30 och 06.00, stängs spjället mellan blandningskammaren och förångaren. Samtidigt öppnar spjället mellan frånluften från lägenheterna och takhuven.

Eftervärmningsbatterierna i tilluftskanalerna till lägenheterna temperaturreglas dels efter utetemperaturen enligt en inställd reglerkurva, dels efter tidigare nämnda nattsänkning på spetsvärmen.

En utomhusgivare styr framledningstemperaturen på golvvärmeslingorna efter en inställd reglerkurva.

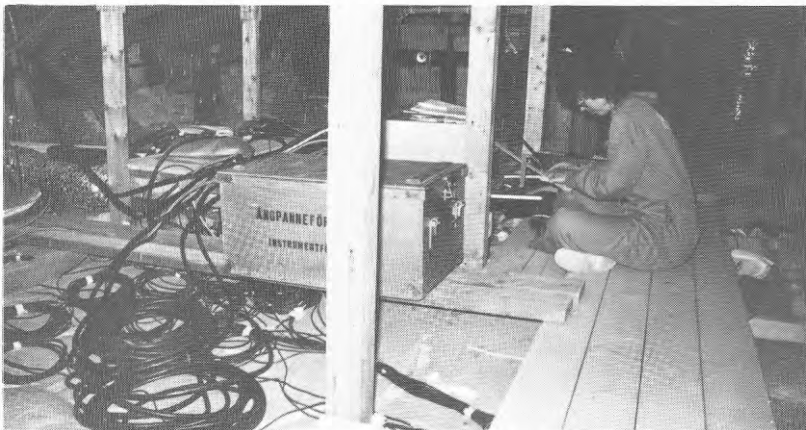
3. MÄTPROGRAM

3.1 Registrering av mätvärden

En förutsättning för att mätningarna av alla intressanta energiflöden skulle kunna hanteras samtidigt var att mätvärdena insamlades med en automatisk mätutrustning, så kallad datalogger. En datalogger avläser de olika mätpunkternas ögonblicksvärden med konstanta tidsintervaller och lagrar dessa värden på något medium som medger överföring till en dator. Vid detta projekt användes en hålstansad pappersremsa. Tidsintervallet mellan avläsningarna, det så kallade samplingsintervallet, kan på dataloggern ställas in på önskat värde, från mindre än 1 minut till flera timmar.

Till dataloggern kan olika typer av termoelement samt alla givare som ger en utsignal i form av en spänning kopplas. Mätarna kopplas till loggern på motsvarande sätt som de kopplas till vanliga skrivare.

Förutom de dataloggerinsamlade mätningarna gjordes ett antal manuella mätningar. Dessa omfattade bl a mätningar av det termiska inomhusklimatet i en speciellt studerad mätlägenhet. Resultatet av dessa mätningar antecknades direkt i mätprotokoll, som finns tillgängliga i Byggeforskningens informationsblad B5:1976.



Figur 3.1 En stor del av mätpunkterna fanns på vinden varför dataloggern placerades där under mätningarna.

3.2 Dataprogram för utvärdering

De mätvärden som var registrerade på hålremsor lästes in på dator och bearbetades där främst med hjälp av dataprogrammen MATOMV och IDPAC. IDPAC är framtaget vid Institutionen för Reglerteknik vid Lunds tekniska Högskola. Detta program har AF-Energikonsult tillgång till. MATOMV däremot är utvecklat av avd Industriteknik, AF-Energikonsult AB, Malmö.

MATOMV är ett program för mätvärdesbehandling och dess huvudfunktioner är

1. Test av mätvärden.
2. Korrigering av mätvärden utifrån gjorda kalibreringar.
3. Omvandling av mätvärden till önskade storheter, t ex omvandling från mV-signal till flöde.
4. Statistiska beräkningar av mätvärden.

Programmet kan även användas för sortering av mätvärden. Samtliga dessa funktioner användes vid utvärderingen av de insamlade mätvärdena.

Energiberäkningar och kontroll av tidsförskjutningar i systemet gjordes med hjälp av IDPAC.

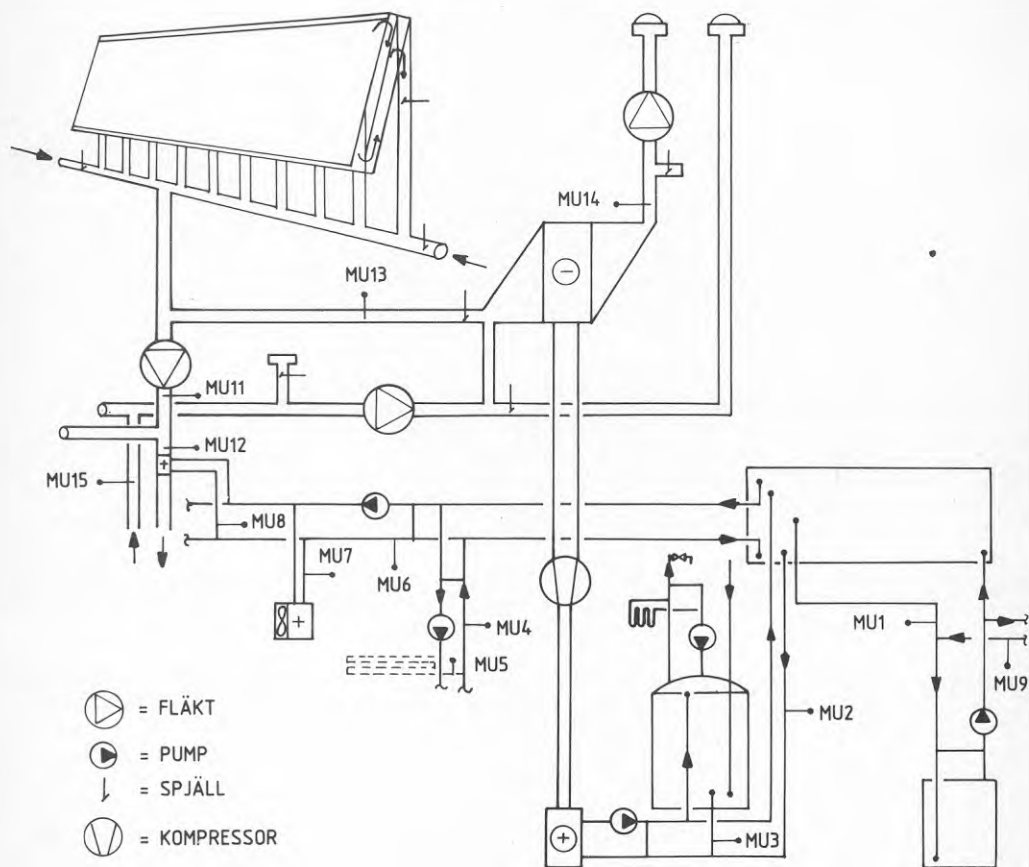
Programmet IDPAC är avsett för mätvärdesanalys och processidentifiering. Det är uppbyggt för interaktiv användning, vilket innebär att användaren växelverkar med programmet genom att ge kommandon som verkställs ett och ett. Resultatet av ett kommando styr alltså nästa. Det slutgiltiga resultatet presenteras oftast i grafisk form, dvs visas som ett diagram på en bildskärm. Denna graf kan lätt kopieras över till vanliga pappersdiagram.

För att få reda på hur anläggningen uppför sig, dvs vilka insignaler som inverkar och på vilket sätt, måste man titta på resultatet, utsignalerna, vid olika typer av insignaler. För denna anläggningen bestod insignalerna främst av klimatfaktorer såsom utetemperatur, solstrålning, vindhastighet och vindriktning. Genom att mäta periodvis under ett helt år får man automatiskt den variation i insignaler som man önskar. Resultatet av en mätning blir alltså en mängd samhörande värden på insignaler och utsignaler.

3.3 Mätgivare och registrerade mätvärden

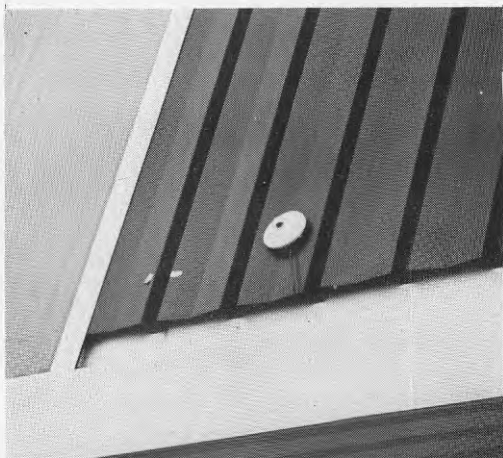
Under varje mätperiod mättes och registrerades med hjälp av dataloggern totalt ett 70-tal värden. Huvuddelen av mätvärdena var temperaturer och flöden som tillsammans utgjorde underlaget till de olika energiberäkningar som gjordes för anläggningen. Dessutom mättes storheten som vindriktning, vindstyrka och solintensitet.

En förteckning över samtliga mätpunkter återfinns i bilaga 2. I figur 3.2 visas placeringen av de olika flödesmätarna. På efterföljande sidor beskrivs de olika typerna av mätgivare som användes vid mätningarna.



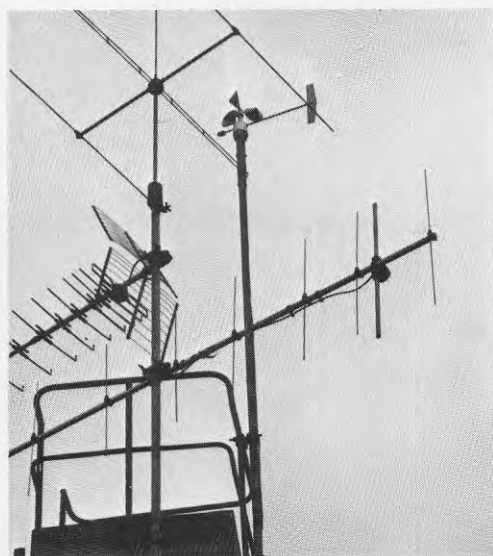
Figur 3.2 Placering av flödesmätare i uppvärmningssystemet.

Direkt och diffus solstrålning mättes på två ställen med hjälp av solceller. En solarimeter av märket Kipp & Zonen typ CM6 eller CM10 placerades på taket bredvid solfångarna med samma resningsvinkel som dessa. Denna användes för att mäta solintensiteten mot solfångarna och glasverandan till mätlägenheten, se figur 3.3. Den andra solintensitetsmätaren var av märket Nissmo och användes för att mäta solintensiteten mot mätlägenhetens sovrums och barnkammare. Solcellerna ger ett resultat i mV som med hjälp av kalibrerade omvandlingsfaktorer går att översätta till W/m^2 .



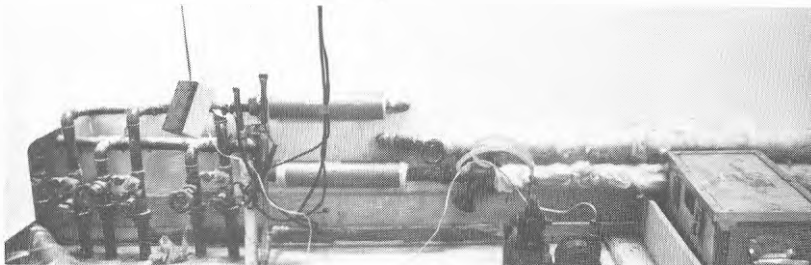
Figur 3.3 Solarimeter placerad bredvid solfångarna på hus A.

Vindriktning och vindstyrka mättes med hjälp av en vindmätare typ Windmaster. Även denna ger resultaten i mV som med hjälp av kalibrerade konstanter går att översätta direkt till m/s respektive 0 , se figur 3.4.



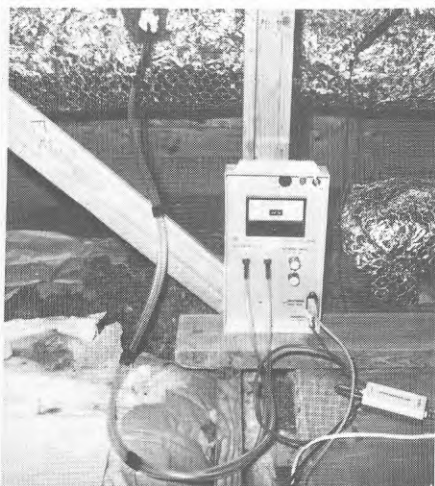
Figur 3.4 Vindmätare placerad på taket

Vätskeburna flöden mättes i nio olika punkter. I fem av mätpunkterna användes annubarer tillsammans med differenstryckceller, även kallade dp-celler (annubarens funktion beskrivs i bilaga 1). Resterande fyra mätpunkter utnyttjade i anläggningen befintliga strypventiler tillsammans med dp-celler. Dessa flöden var så pass små att det ej fanns någon annubar att tillgå för att mäta dem. dp-cellerna omvandlar en tryckdifferenssignal till en mV-signal. De kalibrerades före och efter varje mätperiod och kalibrerades även tillsammans med samlingskablar vid varje mätperiod. De olika flödesmätarnas placering visas i figur 3.2 som MU1-MU9. I figur 3.5 visas hur mätningen av golvvärme till mätlägenheten (MU5) gick till.



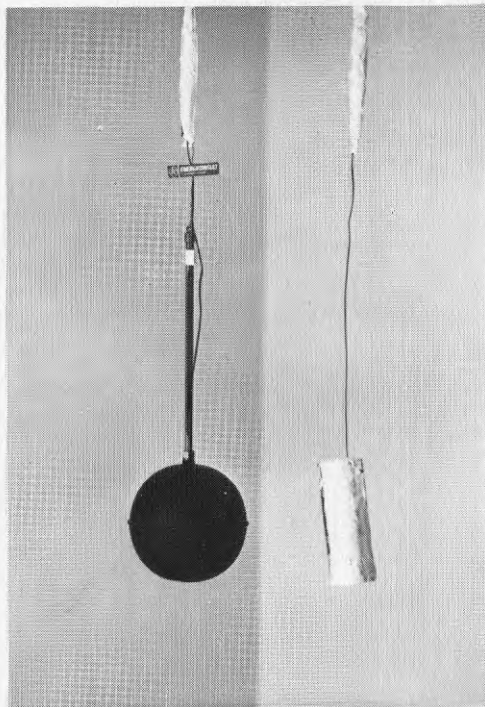
Figur 3.5 Mätning av flöde genom golvvärmeslingor i mätlägenheten.

Luftburna flöden mättes i fem olika punkter. I tre av dem användes så kallade airbarer och mikromanometrar (airbaren är en specialmodell av den vanliga annubaren, med samma principfunktion som annubaren, framtagen som en billigare variant att använda vid luftflödesmätning). De två minsta luftflödena mättes med hjälp av annubarer och mikromanometrar. Mikromanometrarna omvandlar en liten tryckdifferenssignal till en mV-signal, på motsvarande sätt som dp-cellerna. De kalibrerades före och efter varje mätperiod och kalibrerades även tillsammans med samlingskablar vid varje mätperiod. De olika flödesmätarnas placering visas som MU11 - MU15 i figur 3.2.



Figur 3.6 Mätning av tilluftsflöde till samtliga lägenheter

Temperaturer mättes med termoelement av typ J - järn/konstantan (koppar-nickel). Termoelementen tillsammans med kompensationskablar och samlingskablar kalibrerades vid varje mätperiod, figur 3.7.



Figur 3.7 Temperaturmätning i mätlägenheten dels med hjälp av s k svart glob som påverkas av solinstrålningen, dels med hjälp av strålningsskydd för att ej påverkas av solinstrålningen.

Värmepumpens driftstid mättes med hjälp av en enhet som kände av när värmepumpen utnyttjade el för drift av kompressorn. Dessutom avlästes värmepumpens elmätare dagligen under mätperioderna 3-5.

Ett försök gjordes att även mäta avloppsvattenflödet, men det visade sig att mätutrustningen (en så kallad parshallränna) inte fungerade på så pass diskontinuerligt flöde som i en avloppsvattenbrunn till ett bostads-
hus.

3.4 Genomförande av mätningar

Enligt planerna skulle mätningarna göras under fyra olika perioder fördelade på de fyra årstiderna. Då mätningarna från den första perioden visade att anläggningen ej var helt injusterad, beslöts att mätprogrammet skulle utökas med ytterligare en period. Det slutliga mätprogrammet blev därmed

- vinterperiod	vecka 6 - 8	7/2 - 25/2	-83
- vårperiod	vecka 15 - 17	11/4 - 29/4	-83
- sommarperiod	vecka 26 - 28	27/6 - 15/7	-83
- höstperiod	vecka 42 - 44	17/10 - 4/11	-83
- vinterperiod	vecka 5 - 7	30/1 - 17/2	-84

Under dessa perioder hyrdes de instrument som gick att montera ner som t ex dp-celler, mikromanometrar, datalogger och remsstans. Det som var alltför tidskrävande att montera ner, såsom termoelement, kompensationskablar och vissa samlingskablar, hyrdes under hela den tid som mätuppdraget varade. Annubarer och airbarer installerades fast i anläggningen. Ett par dygn i början och slutet av mätperioden gick åt för montage och kalibrering av mätinstrumenten. Den verkliga mättiden vid varje mätperiod blev därför ca 15 dygn. Mättiden under vinterperioden blev ännu kortare på grund av den stora mängd termoelement och kablar som skulle monteras vid projektets början.

Samplingstiden, tiden mellan registreringarna av mätvärden, valdes till 10 minuter. Med den stora mängd mätvärden som registrerades vid varje sampling, visade det sig att en remsa för lagring av mätvärden räckte i ett dygn. Under något dygn sattes samplingstiden till 1 minut ett par timmar mitt på dagen. Detta för att kunna analysera tidskonstanterna i systemet. Vid dessa tillfällen räckte pappersremsan i ca 2,5 timmar.

Resultatet från varje mätperiod bestod alltså av drygt 15 rullar med pappersremsa. Dessa studerades med avseende på uppmätt solintensitet, utetemperatur och vindförhållande. Av dessa valdes 5-6 för perioden representativa rullar med 10 minuters samplingar och en med 1-minuters samplingar att analyseras för varje mätperiod. Dessa remsor innehöll tillsammans över 60 000 mätvärden. Från den första mätperioden analyserades dock enbart 2 rullar med remsor. Det visade sig nämligen att anläggningen ej var helt injusterad vid den första mätperioden, varför mätresultaten ej skulle kunna jämföras med de följande mätperioderna.

De hålstansade pappersremsorna lästes in på ÅF-Energikonsults VAX-dator. Resultatet rensades från oriktiga tecken med hjälp av programmen BLANC och CLEANER. Därefter omvandlades mätresultaten via programmet DORICONV så att resultatet lagrades i olika filer (dessa tre program är framtagna vid ÅF-Energikonsult i Malmö). Efter detta var materialet i den form som krävdes för att kunna arbeta med programmen MATOMV och IDPAC.

Med hjälp av programmet IDPAC - IDentification PACKage gjordes alla energiberäkningar. Resultatet kunde fås som en kurva med t ex effekten på y-axeln och tiden på x-axeln. I efterföljande kapitel visas diagram som tagits fram genom programmet IDPAC.

4. RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 1, VINTER

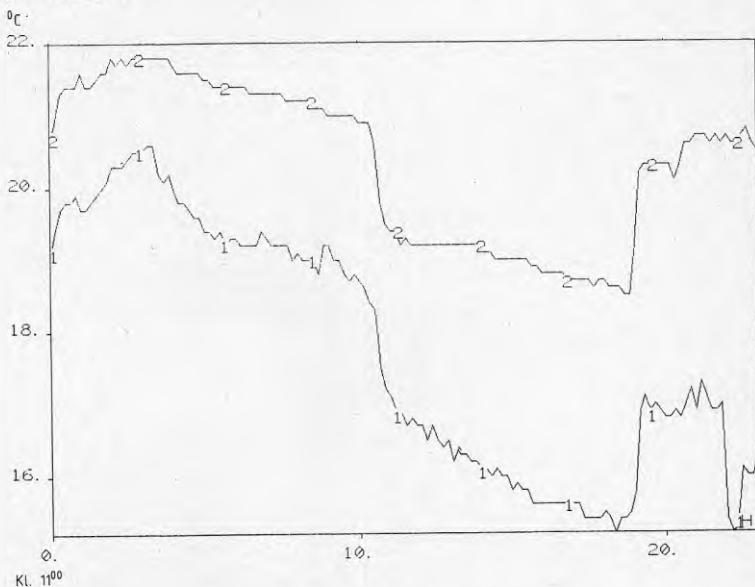
Vinterperioden förlades till veckorna 6-8 som inföll mellan 7/2 och 25/2 1983. Vid montage av mätutrustningen och vid genomgång av vissa uppmätta temperaturer konstaterades att anläggningen ej var helt injusterad. Detta gjorde att mätresultaten för denna period ej skulle kunna jämföras med mätresultaten från de kommande mätperioderna. Därför analyserades endast två rullar, med hålstansade pappersremsor vilket motsvarade två dygns mätningar.

Resultaten från utvärderingen sammanställdes i två Sankeydiagram, ett för hus A och ett för mätlägenheten, samt i en tabell. De två Sankeydiagrammen återfinns i figur 4.6 och 4.7 medan tabellen är placerad i bilaga 3. Sankeydiagrammen visar energiflödena i anläggningen under två dygn. Energiflödena är relaterade till utetemperatur. Medelvärde av utetemperatur var ovanligt låg under de två mätdygnen, $-4,1^{\circ}\text{C}$.

Ett antal temperatur- och effektkurvor togs fram för varje mätdygn. Dessa diagram analyserades och följande resultat och slutsatser framkom för mätperiod 1.

Frånluftstemperaturen var högre från mätlägenheten än från hela hus A. Detta berodde troligtvis på flera orsaker. En del tillskrivs att anläggningen var dåligt injusterad. Resterande tillskrivs förluster från och/eller läckage till samlingskanalen för frånluft mellan mätpunkterna efter lägenheten och vid samlingsalen. Nattned-sänkningen återspeglades tydligt på temperaturen i frånluften (figur 4.1).

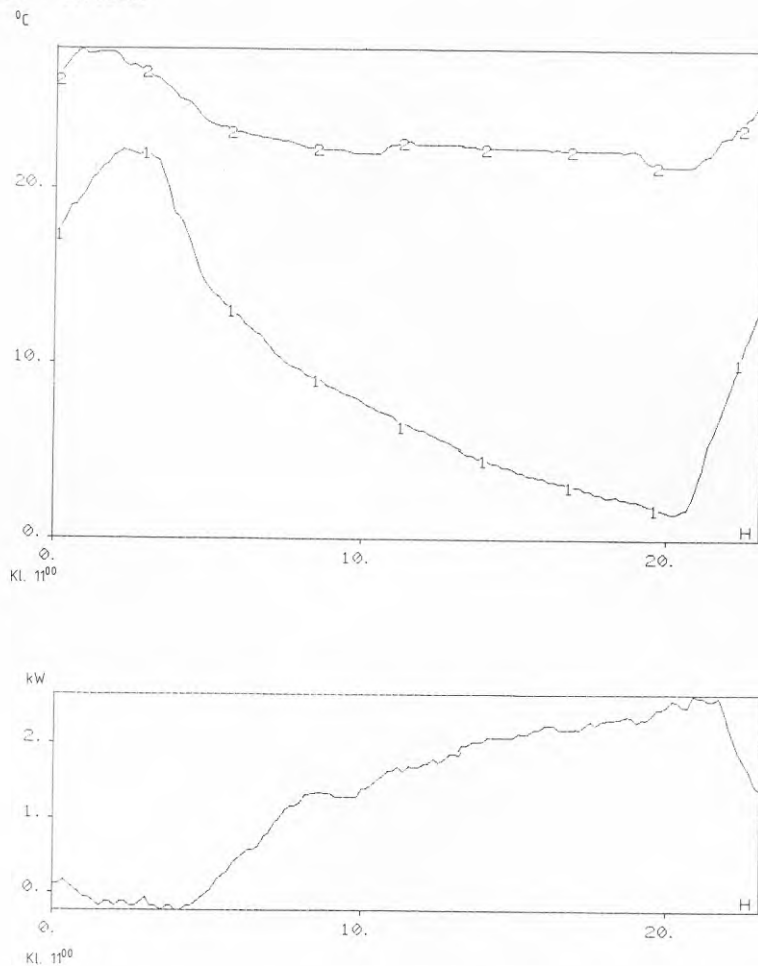
T R02200(1 2)
09.20 - 10:11:44



Figur 4.1 Temperatur i frånluftsflöde under ett dygn 83-02-19 - 20
1. Frånluft från hus A
2. Frånluft från mätlägenheten

Verandan tjänade som en temperaturutjämnare och akkumulator för vardagsrummet. Någon nattedsänkning återfanns ej i temperaturen i vardagsrummet. Det visade sig att under natten, då ventilationen gick ner på halvfart och temperaturen sänktes, så värmdes golvvärmen desto mer. Detta trots att rumstemperaturen ej understeg $+20^{\circ}\text{C}$ och att golvvärmen bara var tänkt att arbeta upp till $+17^{\circ}\text{C}$. Denna reglering kan ej ha varit helt injusterad vid vintermätningen (figur 4.2).

T R0220D(9 12)
09.20 - 10.18:39

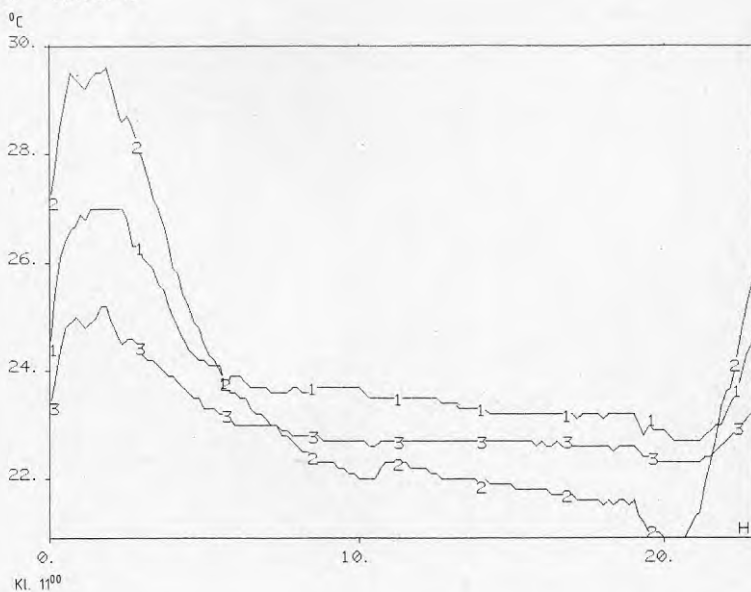


Figur 4.2 Mätvärden under ett dygn 83-02-19 - 20
Överst visas temperaturvariationer i mätlägenheten
1. På glasverandan
2. I vardagsrummet
Nederst visas avgiven effekt från golvslingor
till mätlägenheten

Mätdata från globtermometern kontra termometern med strålningsskydd visar att solinstrålningen varit hög.

Det var orimligt varmt i mätlägenheten under mätperioden. Rumstemperaturen mättes även i grannlägenheten öster om mätlägenheten. Denna temperatur kan dock visa ett något högre värde än vad som är medelvärde för hela rummet eftersom termoelement har placerats ovanför en garderob ca 2 m över golvet. Denna placering valdes för att störa de boende så lite som möjligt under det år som termoelementet är fixerat som mätgivare. Samtidigt klagade hyresgästerna väster om mätlägenheten över att det var kallt i deras lägenhet. Detta tyder på att uppvärmning ej varit helt injusterad (figur 4.3).

R0220D(8 10 11)
3.20 - 10:28:49



Figur 4.3 Temperaturvariationen under ett dygn 83-02-19 - 20
1. I grannlägenheten
2. I mätlägenhetens sovrum
3. I mätlägenhetens kök

Temperaturen i golvet mättes på tre ställen med termoelement som gjutits in i betongen. Dessa är placerade 1) mellan värmerören och golvmattan, 2) mellan värmerören och det underliggande lecalagret, 3) mellan två värmerör. Temperaturmätningen bekräftade att golvvärmen arbetade under natten trots den höga rumstemperaturen ty temperaturen ökade både över och under värmerören. Även den uppmätta värmeeffekten från golvvärmslingorna, dels för mätlägenheten dels totalt, visar på detta.

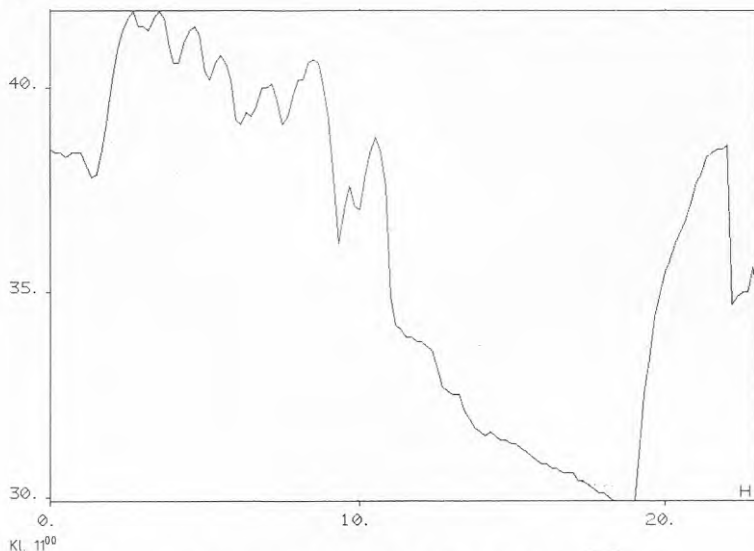
För att studera lagringen av energi i byggnaden mättes temperaturen i mätlägenhetens tak samt på tre olika ställen i väggen mellan vardagsrummet och det mindre sovrummet. Det visade sig att väggtemperaturen längst in i rummet varierade minst och låg ganska högt. Väggtemperaturen närmast ytterväggen ligger lägre än den i mitten eftersom förlusterna är störst vid fasaden. Båda dessa temperaturer varierar en hel del varför man kan anta att väggen lagrar upp en del energi.

Det visade sig att annubaren som användes för att mäta luftflödet från mätlägenheten var fel dimensionerad och gav en signal som motsvarade 50 % av det flöde som uppmätts vid injusteringen av anläggningen. För beräkning av energibalansen över lägenheten användes injusteringsvärdet för vinterperioden. Därefter byttes till en lämpligare mätgivare.

Tappvarmvattentemperaturen var mycket låg, speciellt på morgonen. Varmvattenberedaren tillförs ingen värme under natten ty både värmepumpen och cirkulationspumpen som kan överföra värme från ackumulatortanken står stilla nattetid. Däremot överför beredaren värme till badrummen i lägenheterna via vvc-slingor som är utformade som handdukshängare. Mätresultaten pekar på att varmvattenberedaren är för liten för att klara urladdningen under natten och samtidigt hålla en rimlig temperatur på tappvarmvattnet på morgonen då hyresgästerna behöver varmvatten (figur 4.4).

T R0220J(4)
09.20 - 10:32:55

°C

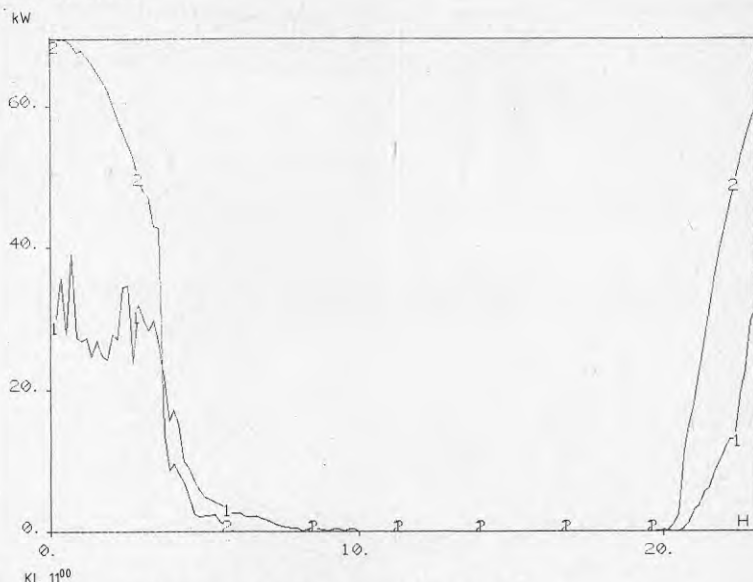


Figur 4.4 Varmvattentemperaturens variation under ett dygn
83-02-19 - 20

En jämförelse mellan värmepumpens drift och solinstrålning mot solfångarna visade att det under vinterperioden ej var något nämntbart samband mellan dessa. Värmepumpen arbetade huvudsakligen på frånluften. Man hade driftsproblem med värmepumpen under den här perioden. Någon gång under den senare delen av mätperioden byttes kompressorn.

Energiverkningsgraden för solfångaren var i snitt för de två dyggen 55 % (figur 4.5).

RÖZ20E(10' 12')
9.20 - 10:37:05



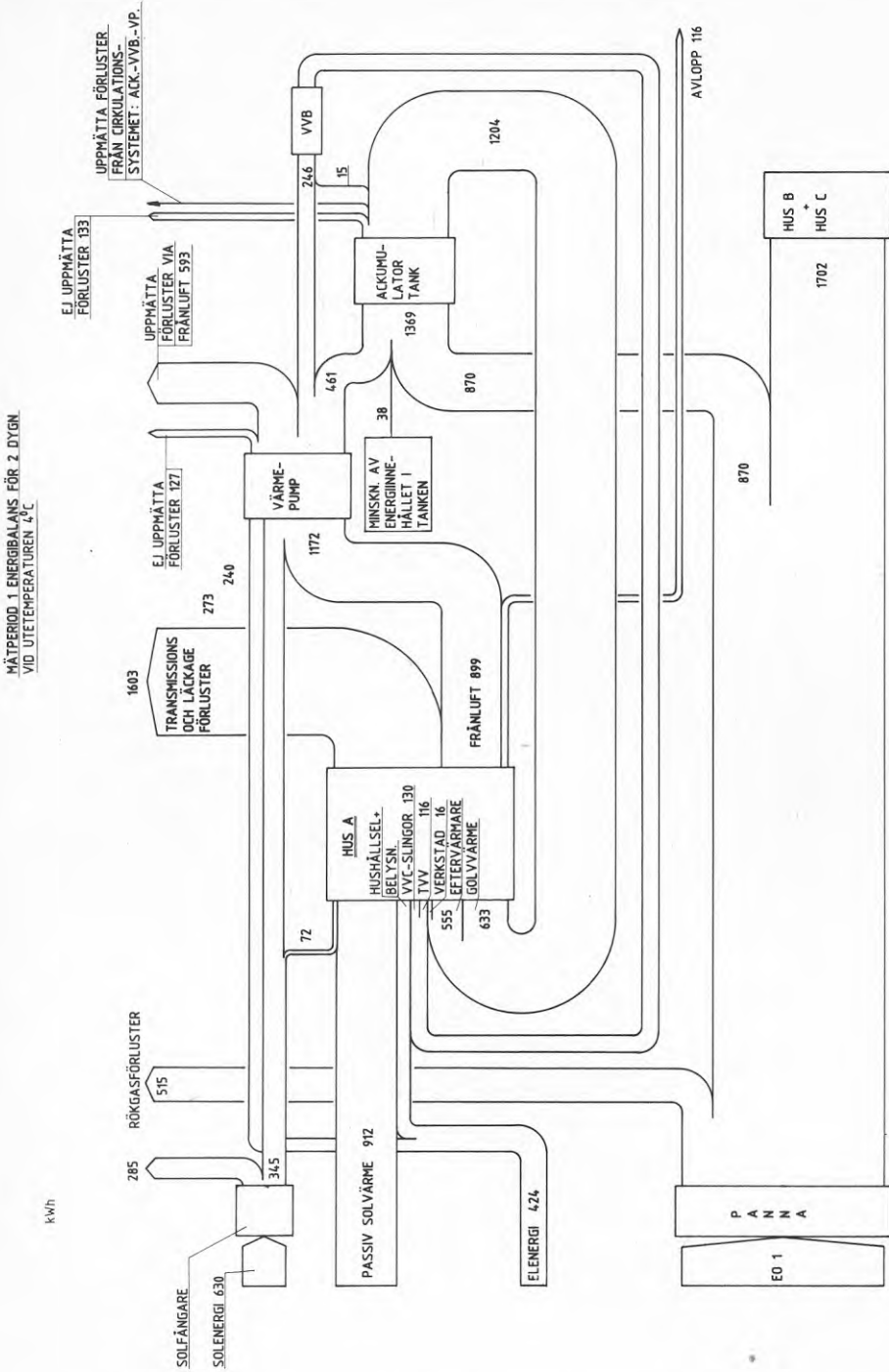
Figur 4.5 Variation under ett dygn 83-02-19 - 29 av
1. Upptagen effekt via solfångare
2. Infallen solstrålning mot solfångare

Det gjordes även manuella mätningar av det termiska inomhusklimatet den 22/2. Det mest uppseendeväckande resultatet av dessa var naturligtvis den höga rumstemperaturen (24,3 - 26,3°C) och rumsluftens låga relativa fuktighet (21 % vid 24,7°C). Temperaturgradienterna var dock låga och det fanns nästan inga dragproblem. Bara nära tilluftsdonet och verandan var lufthastigheten så hög att den gick att mäta. Trots de låga mätvärdena upplevde man det som det drog längs fönstret mot verandan.

Vid mättillfället var golvvärmeslingornas returtemperatur högre än temperaturen på tilloppet. Slingorna tog därmed upp värme från lägenheten. Detta fall borde inte ha uppstått om värmeanläggningen hade varit helt instyckad. I alla fall inte vid denna kalla utetemperatur när lägenheten behöver tillföras förhållandevis mycket värme.

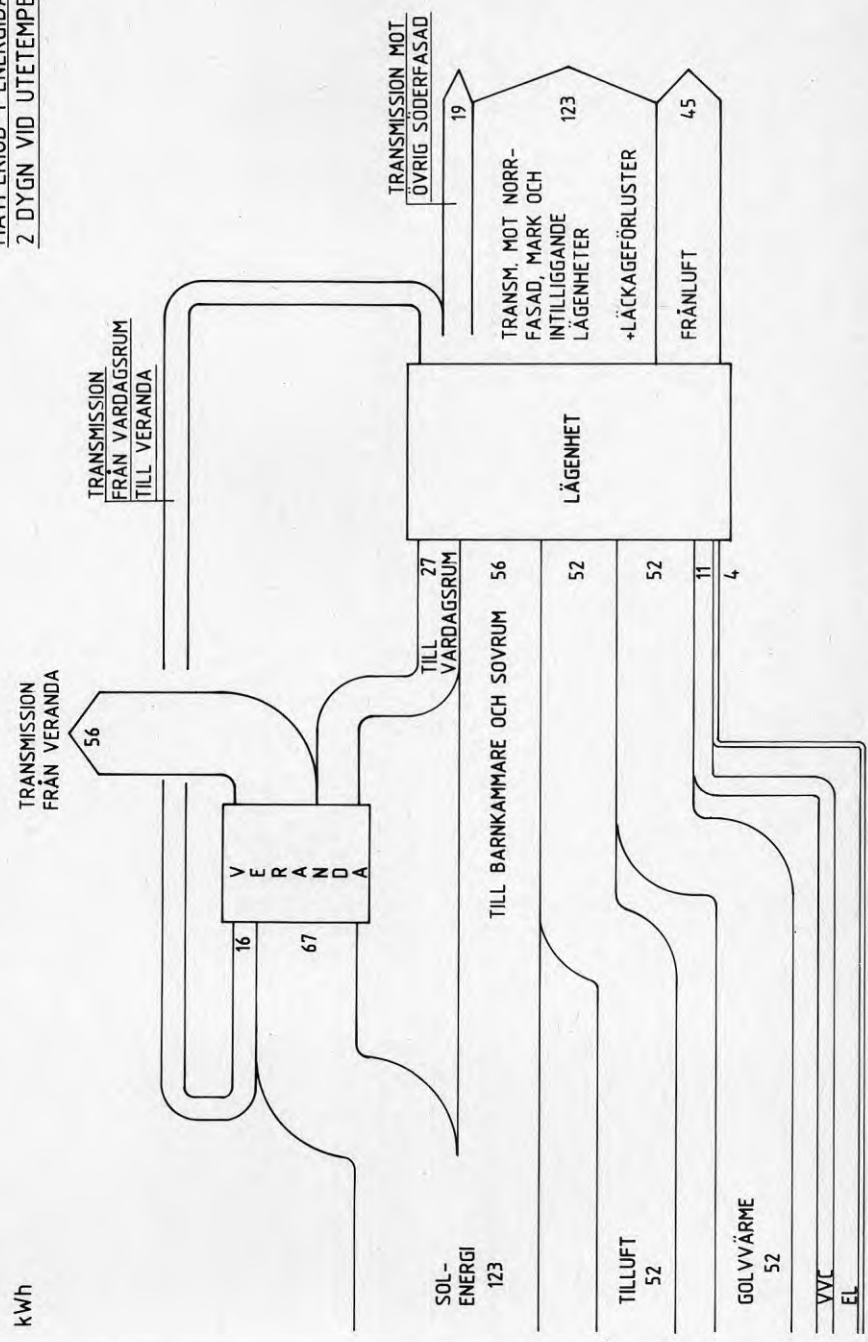
Problemet med den höga temperaturen i mätlägenheten berodde till stora delar på att eftervärmarna styrdes med hjälp av temperaturen i respektive lägenhets frånluftskanal. Givarna i frånluftskanalerna var placerade på vinden. Det visade sig att lufttemperaturen sjönk betydligt i ventilationskanalerna så att den temperatur som givaren arbetade med var ett par grader lägre än lufttemperaturerna i lägenheterna. En kontrollmätning visade att lufttemperaturen i lägenheten var klart högre än i lägenhetens frånluftskanal. Följaktligen öppnade styrventilen för mer värme till tilluften än vad som egentligen behövdes. Efter mätperiod 1 flyttades givarna ner i lägenheterna.

Som kommentar kan nämnas att pannan som var tänkt att eldas med ved, under denna period eldades med olja.



Figur 4.6 Sankeydiagram för mätperiod 1 över energiflödena i hus A

MÄTPERIOD 1 ENERGIBALANS FÖR
2 DYGN VID UTETEMPERATUREN 4°C



Figur 4.7 Sankeydiagram för mätperiod 1 över energiflödena i mät-lägenheten

5. RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 2, VÅR

Värmätningarna utfördes under veckorna 15-17 som inföll mellan 11/4 och 25/4 1983. Efter ca 2/5 av mätperioden stängdes den oljeeldade pannan av så att byggnaderna enbart tillfördes värme via passiv solvärme, solfångarna och värmepumpen. Från denna period analyserades 5 hela dygn med 10-minuterssamplingar och delar av 2 dygn med 1-minuters samplingar.

Sankeydiagrammen som togs fram för de 5 analyserade mätdygnen återfinns i figur 5.3 och 5.4. I bilaga 4 visas även en tabell med mätdata för de 5 analyserade dygnen. Ett antal temperatur- och effektkurvor togs fram för varje mätdygn under samtliga mätperioder. Som exempel på dessa visas i bilaga 5 diagrammen för mätdygnet 83-04-17 - 18. Följande slutsatser och kommentarer har utlästs från de 5 dygnens mätresultat.

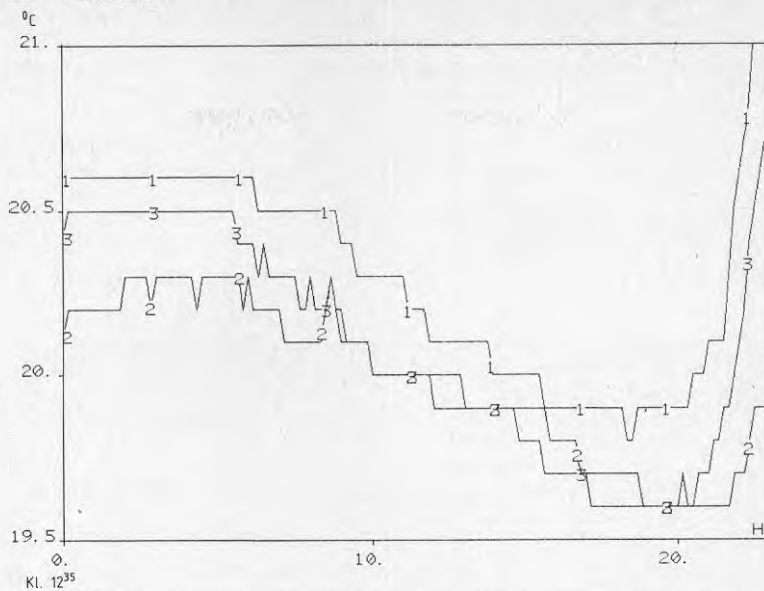
Glasverandan fungerade fortfarande som en temperaturutjämnare till vardagsrummet (bilaga 5.1) men det syntes ännu ingen tydlig nattsänkning av temperaturen i vardagsrummet (bilaga 5.2). Däremot hade medeltemperaturen både i mätlägenheten och i grannlägenheten åt öster sänkts med ett par grader jämfört med den första mätperioden och var under mätdygnet 83-04-17 - 18 kring 21°C (bilaga 5.3). Temperaturen på frånluftsflödet från lägenheten stämde också bättre överens med temperaturen på det totala frånluftsflödet (bilaga 5.4). Åtgärden att, för respektive lägenhet, flytta ner givaren till eftervärmaren från frånluftskanalen ner till lägenheten gav alltså resultat dvs en behagligare rumstemperatur.

Temperaturerna i golvet hade även de sänkts ett par grader jämfört med vintermätningen (figur 5.1). Dock inträffade det fortfarande i just mätlägenheten att golvvärmslingorna tog upp energi från lägenheten (bilaga 5.5 - 5.7). Detta framgår även av Sankeydiagrammet för mätlägenheten. För hus A gäller trots allt, för mätperioden som helhet, att golvvärmslingorna avger energi till byggnaden.

Temperaturändringen i väggarna och taket var ej så stor under den andra mätperioden som under den första (bilaga 5.8). Lagringen av energi var därmed mindre under den andra mätperioden. En annan skillnad var att taktemperaturen under den andra mätperioden var ca en grad lägre än den lägsta väggtemperaturen. Under den första mätperioden framkom ingen sådan skillnad. Förändringen beror troligtvis på den lägre temperaturen i lägenheten.

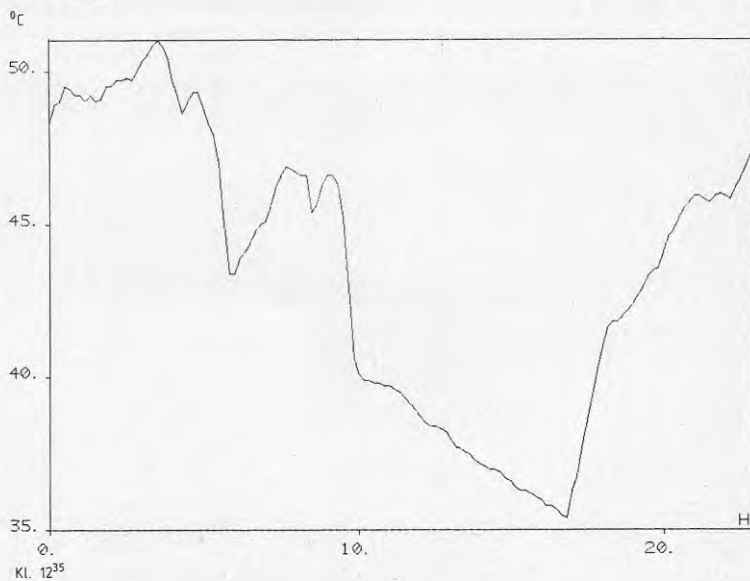
Tappvarmvattentemperaturen var högre än under mätperiod 1 (figur 5.2). Trots detta var den låg på morgonen sedan beredaren laddats ur med hjälp av vvc-slingorna i badrummen. Som lägst mättes temperaturen 35°C och som högst 51°C.

T R0418D(1 2 3)
 09.19 - 13:52:35



Figur 5.1 Temperaturen i golvet mätt under ett dygn 83-04-17 - 18 i tre olika punkter
 1. Mellan rör och golv
 2. Mellan rör och lecalager
 3. I nivå med rör.

T R0418J(4)
 09.19 - 13:25:29



Figur 5.2 Tappvarmvattentemperaturen mätt under ett dygn 83-04-17 - 18

Energiverkningsgraden för solfångaren var i snitt för perioden 41 %. Detta värde gällde även för mätdygnet 17-18/4 (bilaga 5.10). För att kontrollera om det var några skillnader i arbetssätt i olika delar av solfångaren mättes temperaturen före spjällen till blandningskammaren efter tre olika delar av solfångaren. Temperaturen mättes i mitten, längst åt öster och längst åt väster. Det visade sig att temperaturen längst åt väster var lägre än de två övriga. Detta berodde troligtvis på skillnaden i lufthastighet i olika delar av solfångaren (bilaga 5.11).

Akkumulatortanken laddades ur något under natten då värmepumpen inte tillförde den någon värme. Det var dock bara temperaturen i botten som sjönk märkbart (bilaga 5.13).

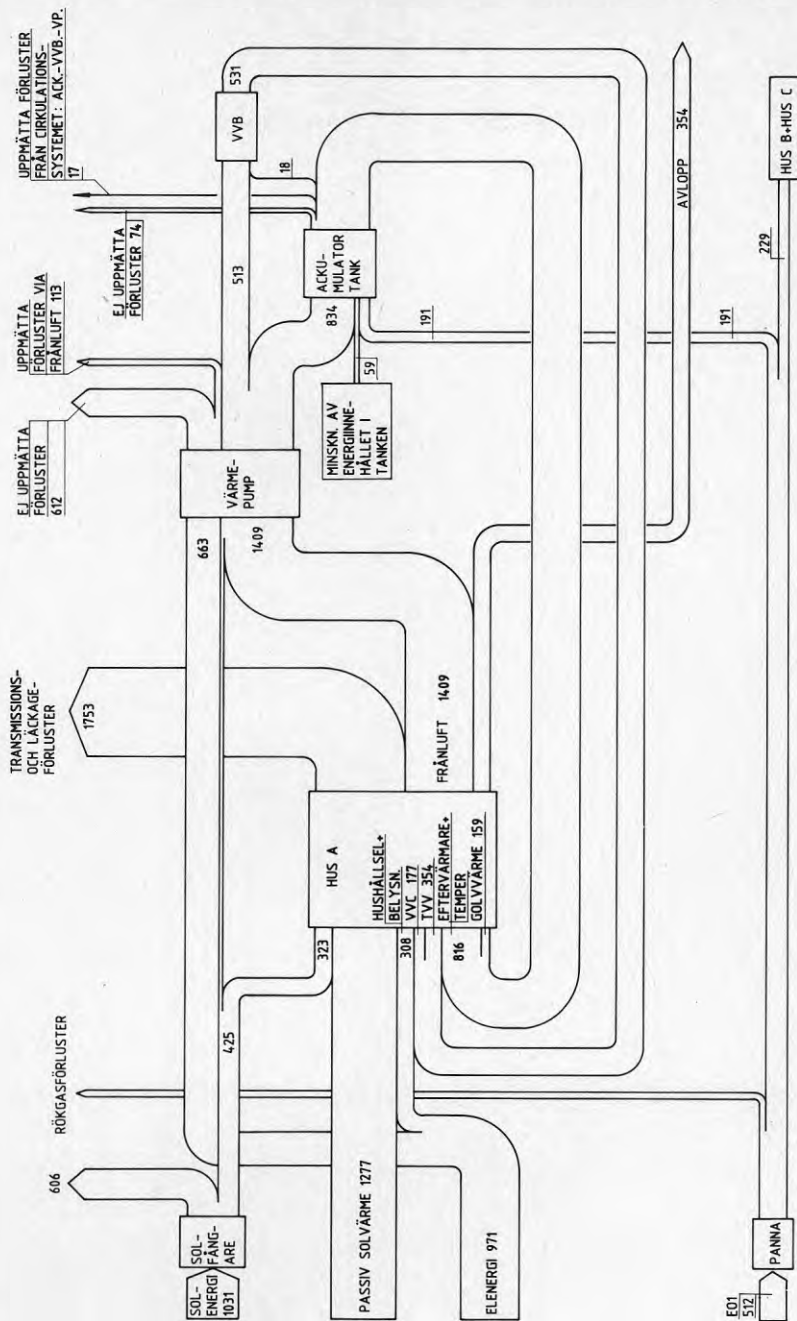
Analysen av 1-minuterssamplingarna visade att tidskonstanterna var mycket korta för det luftburna systemet. Tidsförskjutningen mellan uppmätt solintensitet vid solfångarna och uppmätt effekt i tilluftskanalen till lägenheterna var ca 1 minut (bilaga 5.14). Några tidskonstanter mellan det luftburna och det vätskeburna uppvärmningssystemet gick ej att påvisa (i bilaga 5.15 visas ett exempel).

Mätningar av det termiska inomhusklimatet gjordes manuellt. Även denna mätning visade på ett behagligare klimat i lägenheten jämfört med vintermätningen. Rumsluften hade vid detta tillfället en temperatur mellan 19,8 - 20,5°C och en relativ fuktighet på 47 %. Även golvtemperaturen var behagligare med medelvärdet 20,9°C. Dock var lufthastigheterna i vardagsrummet högre än under vintermätningen. Dessa lufthastigheter uppmättes dock i samtliga fall utanför vistelsezonen.

Eftersom vintermätningen hade visat att verandan verkade som en temperaturutjämnare till vardagsrummet så mättes den riktade operativa temperaturen både i sovrummet och vardagsrummet. I vardagsrummet var skillnaden mellan max- och min-värde på riktad operativ temperatur 2,55°C. Motsvarande värde för sovrummet blev 2,40°C. Det framkom alltså inte någon större skillnad i differens mellan max- och min-värde på riktad operativ temperatur mellan de båda rummen. Man bör dock påpeka att det vid dessa mätningar rädde lite olika förhållande eftersom mätningarna gjordes efter varandra och ej samtidigt. Som exempel på resultat från manuella mätningar visas i bilaga 6 protokollen från mätningarna under våren 1983.

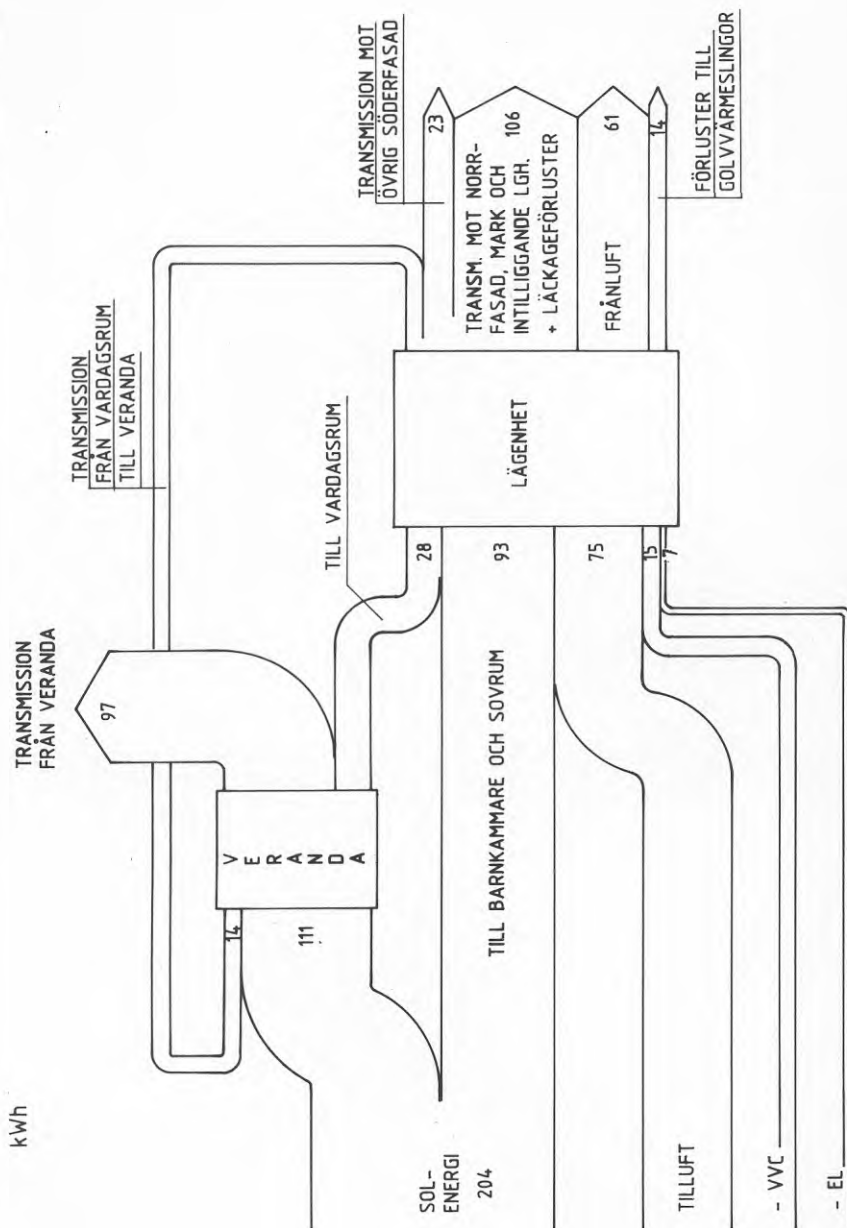
MÄTPERIOD 2 ENERGIBALANS FÖR 5. DYGN
VID UTETEMPERATUREN 7 °C

kWh



Figur 5.3 Sankeydiagram för mätperiod 2 över energiflödena i hus A

MÄTPERIOD 2 ENERGIBALANS FÖR
5 DYGN VID UTETEMPERATUREN 7°C



Figur 5.4 Sankeydiagram för mätperiod 2 över energiflödena i mätlägenheten

6. RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 3, SOMMAR

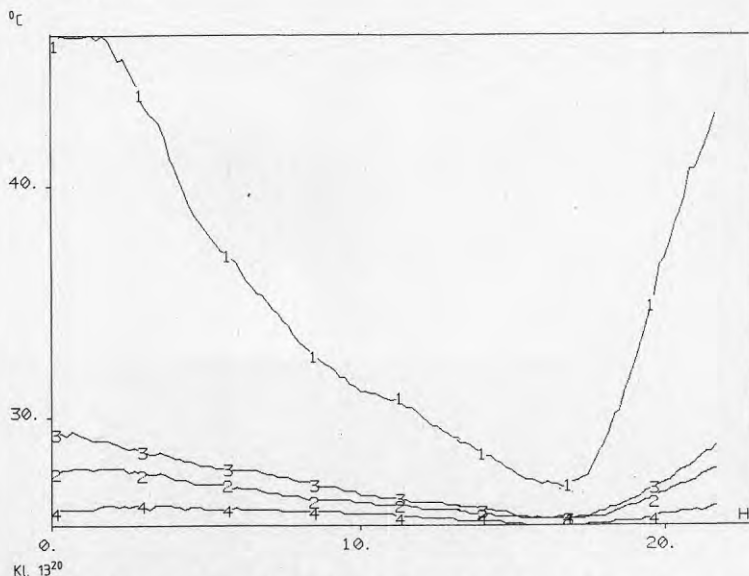
Sommarmätningarna utfördes under veckorna 26-28 som inföll mellan 27/6 och 15/7 1983. Perioden hade ganska omväxlande väder i början, men avslutades med ett ovanligt fint högsommarväder med dygnsmedeltemperaturer kring +24°C. Totalt analyserades 5 hela dygn med 10-minuterssamplingar och delar av ett dygn med 1-minuterssamplingar.

Sankeydiagrammen över huset respektive lägenheten för de 5 analyserade mätdyggen återfinns i figur 6.5 och 6.6. Tabellen över mätdata från samma dygn visas i bilaga 7.

Till skillnad från de tidigare mätperioderna så var pannan inte någon gång i drift. Likaså var golvvärmen avstängd under hela perioden. Resultatet från de 5 analyserade mätdyggen sammanfattas och kommenteras nedan.

Till mätlägenhetens glasveranda öppnades inga dörrar och inga gardiner drogs för under de ordinarie 10-minuterssamplingarna. Det visade sig att under de vackraste sommardagarna blev temperaturen i glasverandan olidligt hög. Vissa dygn uppmättes temperaturer över +45°C. Övriga hyresgäster hade naturligtvis ej denna temperatur, utan lät dörren mellan glasveranda och vardagsrum stå öppen och öppnade dessutom altandörren mot uteluften. Även temperaturen i lägenheten blev hög i de rum som vätter mot söder. Vardagsrummet hade dock en jämnare temperatur än sovrummet eftersom glasverandan verkar som temperaturutjämnare (figur 6.1).

R0712D(9 12 10 11)
3.12 - 15:08:59



Figur 6.1 Temperaturen i mätlägenheten under ett dygn uppmätt 83-07-11 - 12
1. På glasverandan
2. I vardagsrummet
3. I sovrummet
4. I köket

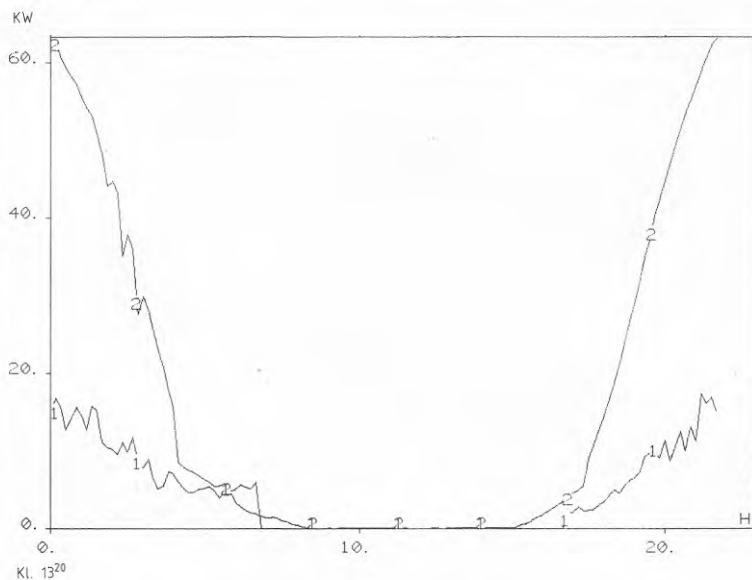
Temperaturen på frånluften var hög efter mätlägenheten liksom det samlade flödet från samtliga lägenheter.

Golvet lagrade upp energi under dagen som avgavs under natten på motsvarande sätt som för väggar och tak. Till skillnad från tidigare perioder togs värmen ej upp av golvslingorna eftersom cirkulationspumpen för golvvärmen var stängd.

Temperaturen på tappvarmvattnet var fortfarande låg på morgonen sedan systemet laddats ur med hjälp av handdukstorkarna i badrummen. Det tog ganska lång tid att få upp temperaturen i beredaren igen. Tydligt var värmeuttaget genom varmvattentappning för stort jämfört med tillfört värme, för att beredaren skulle kunna laddas upp på kortare tid. Detta problem höll dock på att åtgärdas under mätperioden. För att slippa ombyggnad av systemet i hus A precis under mätperioden, ändrades först hus B och C. Först efter mätperiodens slut ändrades systemet i hus A. Ombyggnaden gick ut på att uppvärmningen av varmvattenberedaren skulle prioriteras jämfört med uppvärmningen av ackumulatortanken, vilket ej var fallet under de tre första mätperioderna.

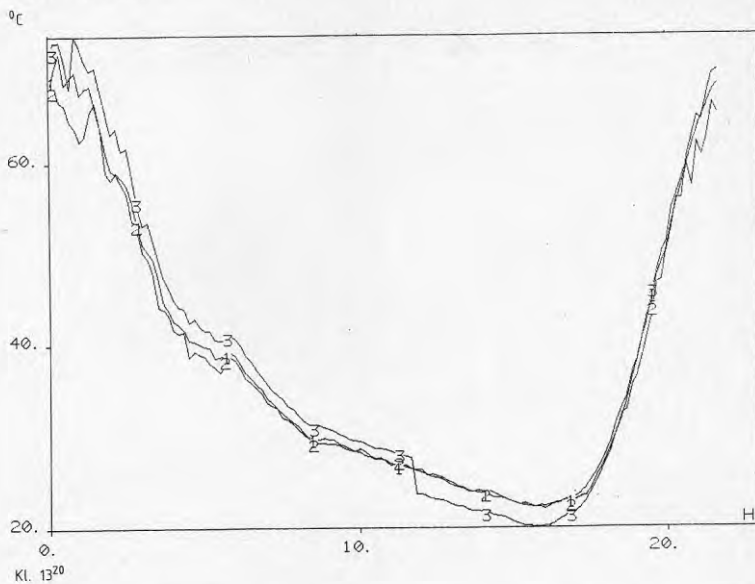
Energiverkningsgraden för solfångaren varierade under mätperioden mellan 21 % och 38 %. Medelvärden för de fem mätdyggen var 29 %, medan värdet för mätdygnet den 11-12/7 var 28 %. Under samma mätdygn var temperaturen i olika delar av solfångarna relativt lika. Problemet var bara att temperaturen på luften blev för varm för att kunna användas som tilluft till lägenheterna eller som värmekälla för värmepumpen (figur 6.2 och 6.3). Temperaturen på vinden uppmättes i vissa delar till över 35°C.

R0712E(10 12)
09.12 - 15:13:21



Figur 6.2 Variation under ett dygn 83-07-11 - 12
1. Upptagen effekt via solfångare
2. Infallande solstrålning mot solfångare

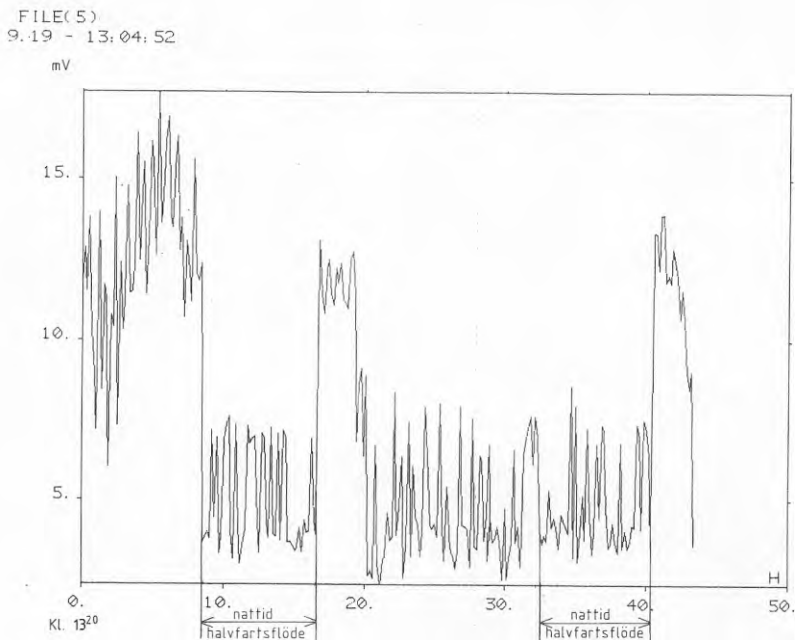
RØ712E(2) RØ712J(8 9)
9.12 - 15.18:07



Figur 6.3 Lufttemperaturen efter solfångare mätt i tre olika punkter under ett dygn 83-07-11 - 12

1. I mitten
2. Östra delen
3. Västra delen

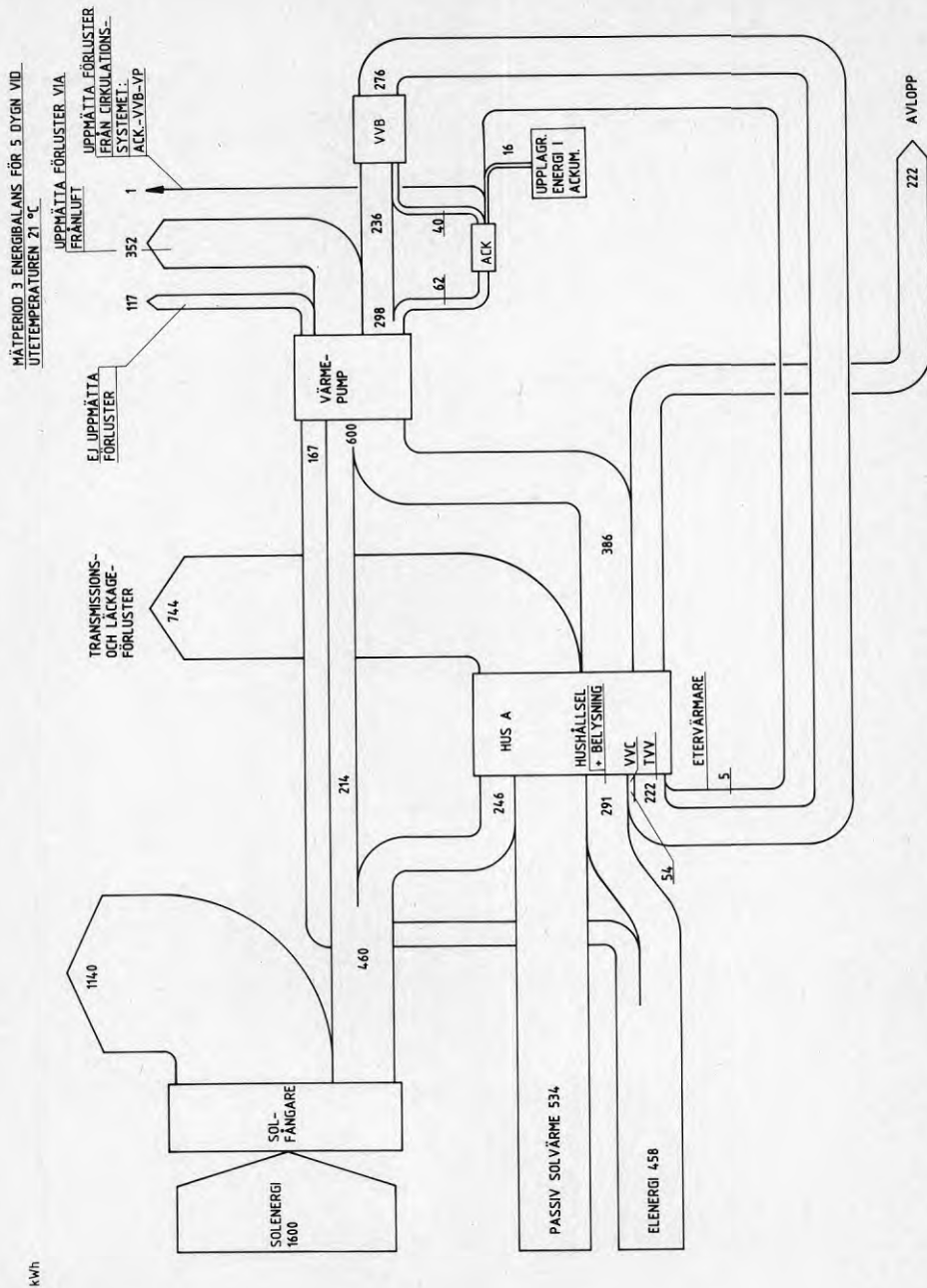
Vid utvärderingen framkom också att tilluftsflödet till lägenheterna vid soligt väder sjönk ner till ungefär samma flöde som vid nattetidens halvfartsdrift (figur 6.4). Spjällen mot solfångarna stängs om temperaturen i blandningskammaren blir för hög. Luften tas då enbart från väster-öster kanalerna. Detta inträffade troligtvis under mätperiodens soliga dagar. Mätresultatet pekar därmed på att flödena via solfångarna respektive öster-väster kanalerna ej är helt balanserade för att klara samtliga driftsfall.



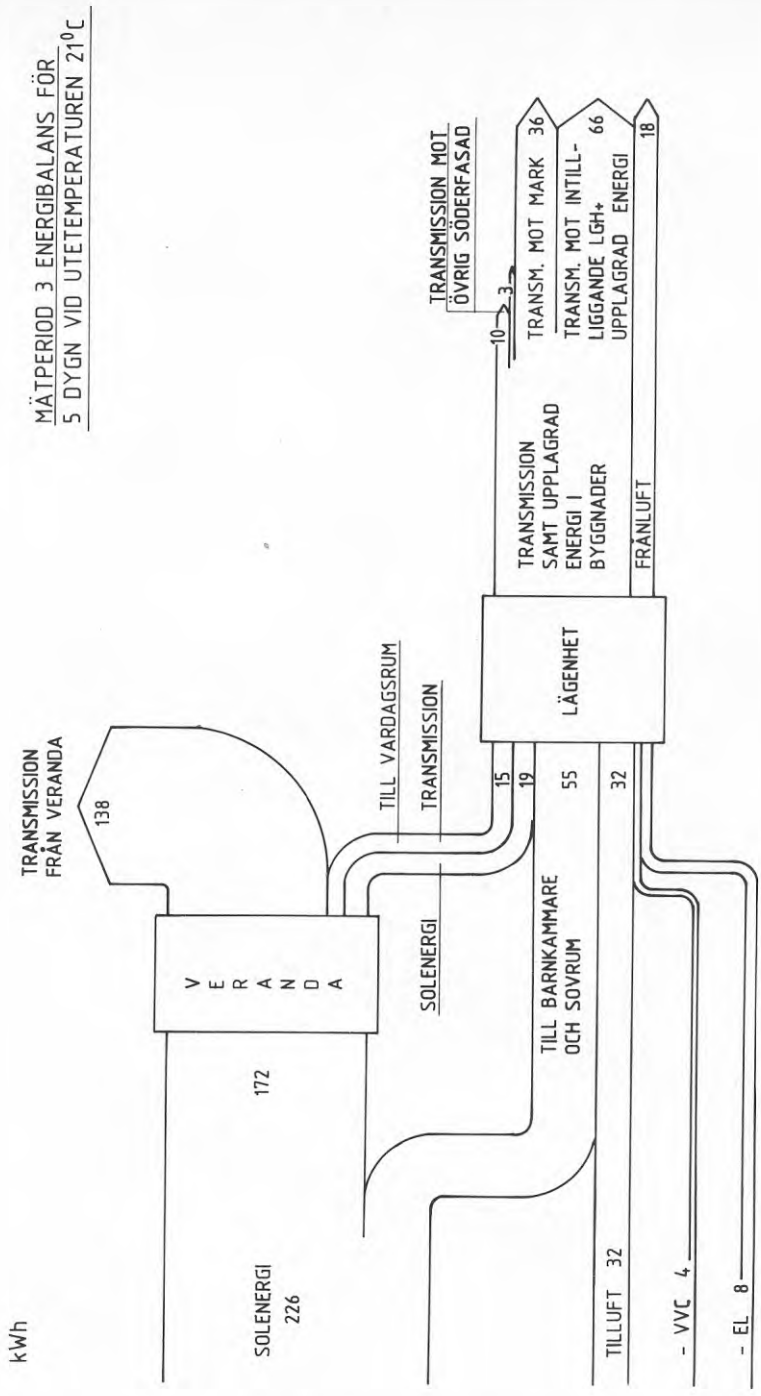
Figur 6.4 Variation av signal från mätsond som registrerar totalt tilluftsflöde till lägenheterna. Diagrammet visar den uppmätta variationen under 2 dygn 83-07-04 - 06.

De manuella mätningarna av det termiska inomhusklimatet kompletterades under sommarperioden med 1-minuterssamplingar även med A) gardinerna fördragna i samtliga söder-fönster B) altandörrarna i sovrummen och glasverandan öppna. I bilaga 8 visas hur temperaturen i de olika rummen påverkades av gardiner respektive vädring. Det visade sig att temperaturerna i vardagsrummet och sovrummen stabiliserades och slutade stiga då gardinerna drogs för. På verandan däremot sjönk först temperaturen någon minut, men var efter ca 10 minuter tillbaka på samma värde som före förändringen. Därefter fortsatte temperaturen att stiga igen. Lufttemperaturen på glasverandan blev inte behaglig förrän altandörrarna öppnades. Samtidigt öppnades glasdörren mellan vardagsrum och glasveranda vilket innebar att temperaturen i vardagsrummet ökade.

Övriga mätningar av det termiska inomhusklimatet visade inte på några extremvärden i form av drag eller skillnad i riktad operativ temperatur. Visserligen är de uppmätta temperaturerna ganska höga, men de stämmer ganska väl med att utetemperaturen steg från ca 19°C till ca 25°C under den tid som handmätningarna gjordes.



Figur 6.5 Sankeydiagram för mätperiod 3 över energiflödena i hus A



Figur 6.6 Sankeydiagram för mätperiod 3 över energiflödena i mät-lägenheten

7. RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 4, HÖST

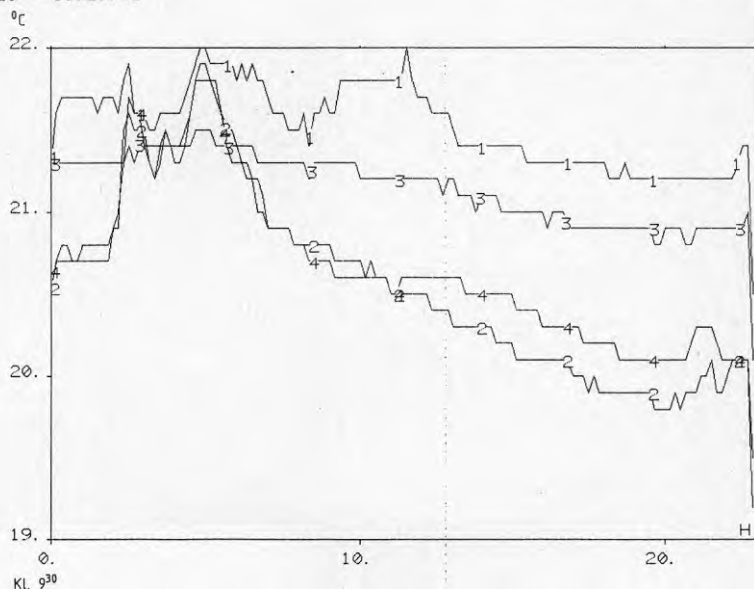
Höstmätningen pågick under veckorna 42-44 som inföll mellan 17/10 och 4/11 1983. I början av mätningen var vädret ganska kallt och klart, men perioden avslutades med mildt och regnigt väder. De manuella mätningarna utfördes i mitten av perioden den 28/10. De analyserade mättygna är från andra halvan av mätperioden och är valda för att få så stor variation i vädret som möjligt. Totalt analyserades 5 mättygn med 10-minuterssamplings, samt delar av ett dygn med 1-minuterssamplings. Utetemperatur under de 5 mättygna varierade från $-1,1$ till $+7,5^{\circ}\text{C}$ som dygnsmedelvärde och var i snitt $+3,4^{\circ}\text{C}$. Dessa värden kan jämföras med normaltemperaturen för Växjö som är $+6,8^{\circ}\text{C}$ för oktober och $+2,8^{\circ}\text{C}$ för november.

Resultatet från energimätningarna presenteras i form av Sankeydiagram i figur 7.5 och 7.6. I bilaga 8 visas en tabell över mätdata för de fem dygna. Som vanligt studerades ett antal temperatur- och effektdiagram för varje mättygn.

Rumstemperaturen var mer behaglig denna gång, men det var fortfarande svårt att avläsa nattsänkningen på rumstemperaturen i lägenheten.

T R1101D(8 10 11 12)

09.19 - 11.29.48

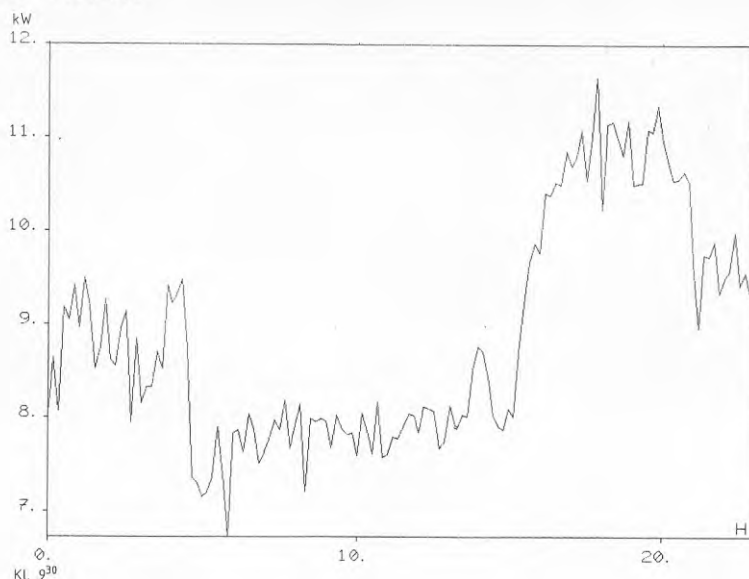


Figur 7.1 Rumstemperaturen mätt under ett dygn 83-10-31 - 11-01

1. I grannlägenheten
2. I sovrummet
3. I köket
4. I vardagsrummet

Studerar man energiavgivningen från golvslingorna i hela hus A, finner man dock en liten skillnad mellan dag- och nattvärden.

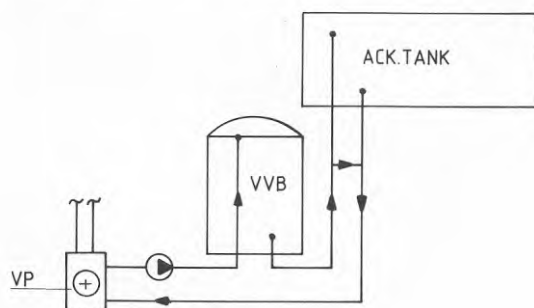
R11011(14)
09.19 - 11:34:05



Figur 7.2 Avgiven effekt från golvslingorna i hus A under ett dygn 83-10-31 - 11-01

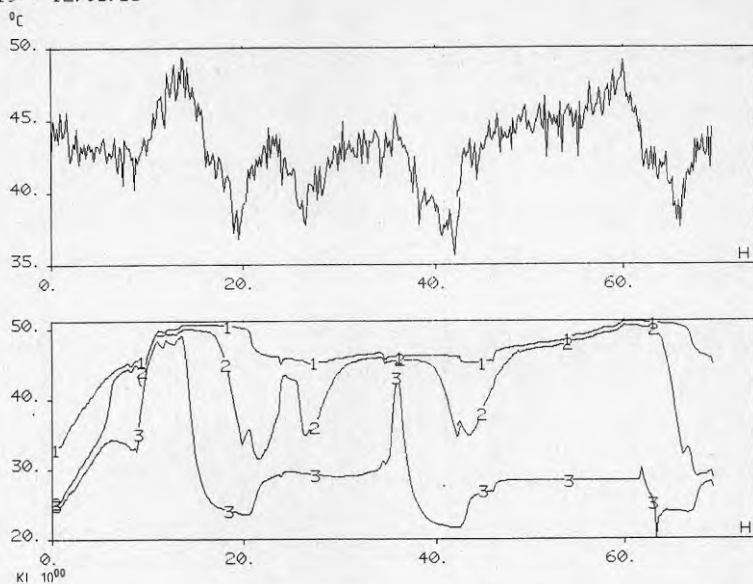
Det var ganska sparsamt med solsken och därför dåligt med solenergi att lagra upp i väggar och tak. Likaså var det liten variation av rumstemperaturen under dygnet. Därmed registrerades ingen direkt temperaturförändring i väggar och tak.

Ombyggnaden av uppvärmningssystemet för varmvattenberedaren och ackumulatortanken var nu helt avslutad. Denna innebar att värmen från värmepumpen prioriterades till att i första hand värma varmvattenberedaren. Först när beredaren är uppladdad får ackumulatortanken värme från värmepumpen (figur 7.3). Detta resulterade i jämnare och högre temperatur i varmvattenberedaren men samtidigt större variationer i ackumulatortankens temperatur (figur 7.4).



Figur 7.3 Ny princip för uppvärmning av varmvattenberedare respektive ackumulatortank

T JTANKA(4)/JTANKA(5 6 7)
09.19 - 12:06:53



Figur 7.4 Temperaturvariationer mätt under tre dygn 83-10-29 - 11-01
Överst: I varmvattenberedaren.
Nederst: I ackumulatortankens 1. topp, 2. mitt, 3. botten

Energiverkningsgraden för solfångaren varierade mellan 39% och 58% under de fem mätdygnen och var i snitt 44%, dvs jämförbar med medelvärdet under värmätningen som var 41%.

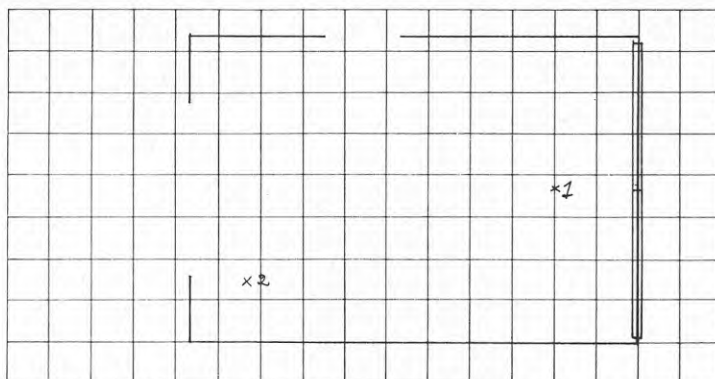
Vid de manuella mätningarna i lägenheten registrerades ett par höga lufthastigheter utmed fönsterväggen till verandan. Samtliga var dock utanför vistelsezonen, utan mättes upp ca 20 cm från glasrutan. Innanför vistelsezonen fanns inte några mätbara lufthastigheter. Temperaturgradienterna i vardagsrummet var också mycket låga. Däremot uppmättes en skillnad på 5°C i riktad operativ temperatur mellan en punkt en meter från glasrutan mot verandan, mitt i rummet respektive en punkt 0.75 m från vardera väggen, längst in i rummet. Mätningen gjordes på förmiddagen då solen stod ganska lågt, se figur 7.5.

Växlande

☑ Sol in i rummet Solen avskärmad Ingen sol

Typ av solavskärmning

Andra belastningar utöver de i schema 2 nämnda



Skala: en ruta motsvarar ... 0,5 x 0,5 m

Mätresultat kl. ... 10:00 - 11:30

Punkt nr	$\bar{\Theta}_{op}$	
	avläst	korrr.
1	$\frac{22,5 + 21,06}{2} = 21,78$	21,78
2	$\frac{21,0 + 21,06}{2} = 21,03$	21,03
3		

1,15 m över golv

1,15 m över golv

Anmärkning

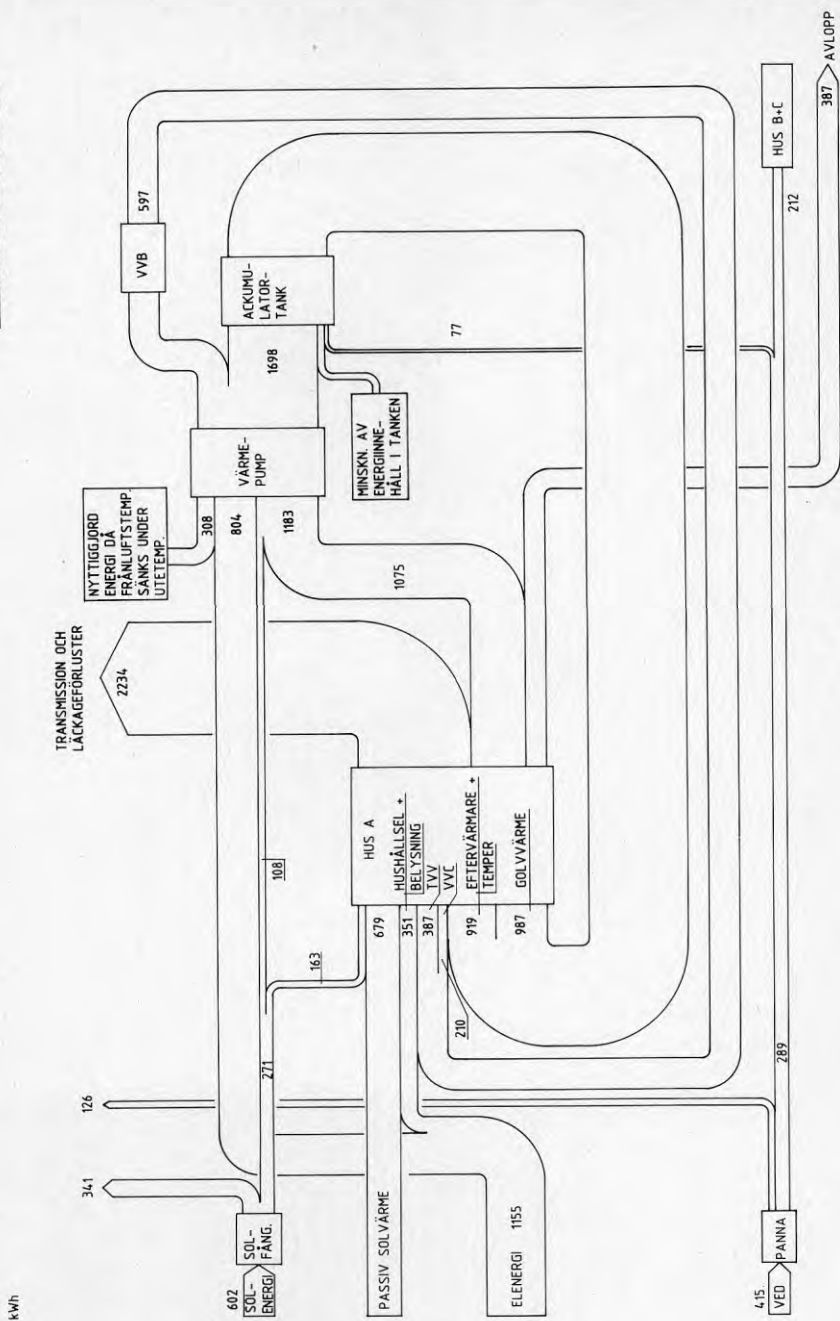
 $\bar{\Theta}_{op} \max$... 27,08 ... °C $\bar{\Theta}_{op} \min$... 22,08 ... °CDiff $\bar{\Theta}_{op}$... 5,00 ... °C

Figur 7.5 Differens i riktad operativ temperatur, ur mätprotokoll för mätperiod 4

Motsvarande mätning av riktad operativ temperatur i sovrummet, som gjordes mellan kl 10.00 och 11.30 gav dock bara differensen 0,08°C. Vädret var den här dagen mycket växlande med klart solsken respektive ganska tjocka moln.

Övriga mätningar av det termiska inomhusklimatet gav inga anmärkningsvärda resultat.

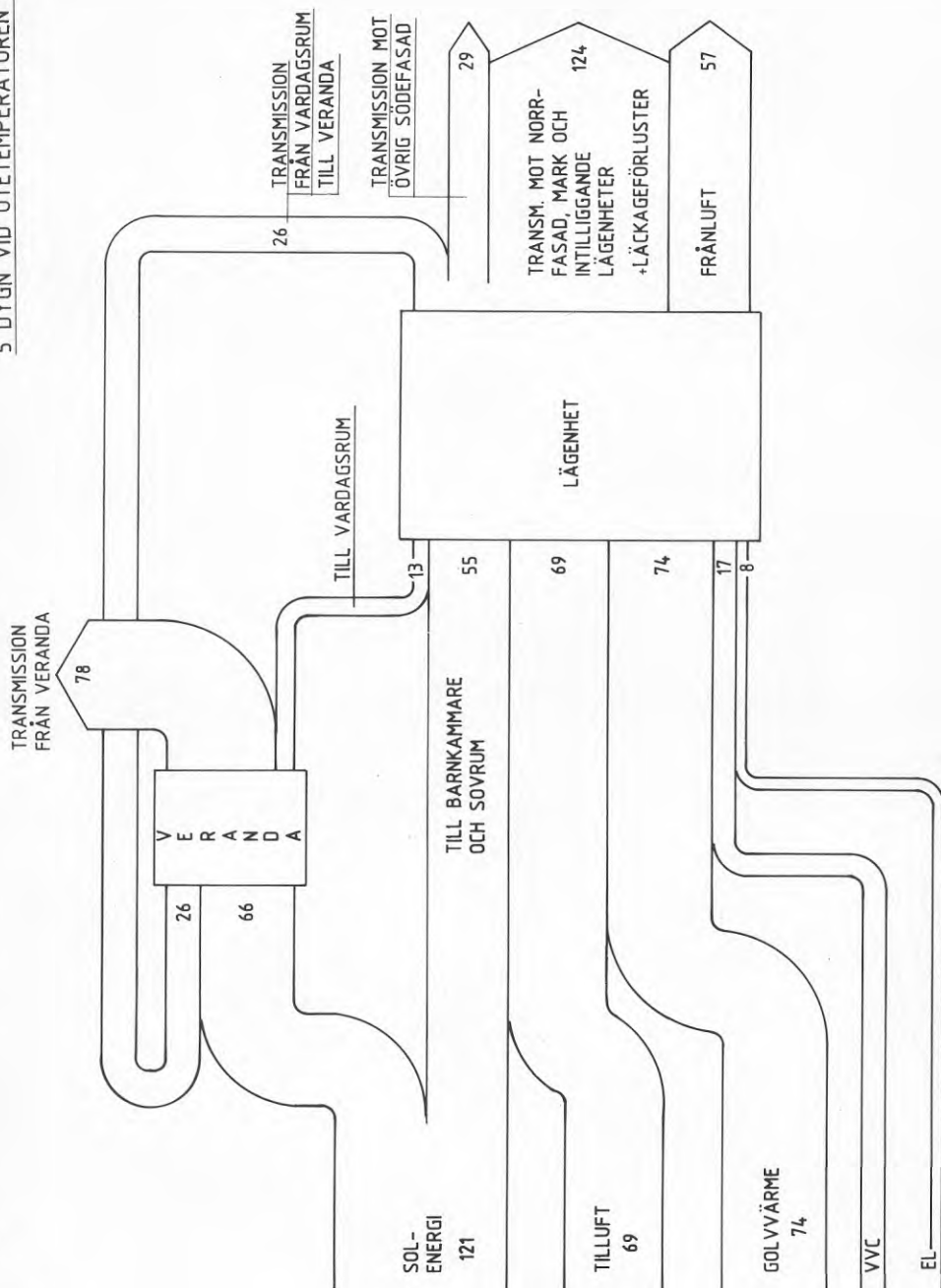
MÄTPERIOD 4. ENERGIKONSUMTIONEN FÖR
5 DYGN VID UTETEMPERATUREN 3,4°C



Figur 7.6 Sankeydiagram för mätperiod 4 över energiflödena i hus A

MÄTPERIOD 4 ENERGIBALANS FÖR
5 DYGN VID UTEMPELUREN 3°C

kWh



Figur 7.7 Sankeydiagram för mätperiod 4 över energiflödena i mät-lägenheten

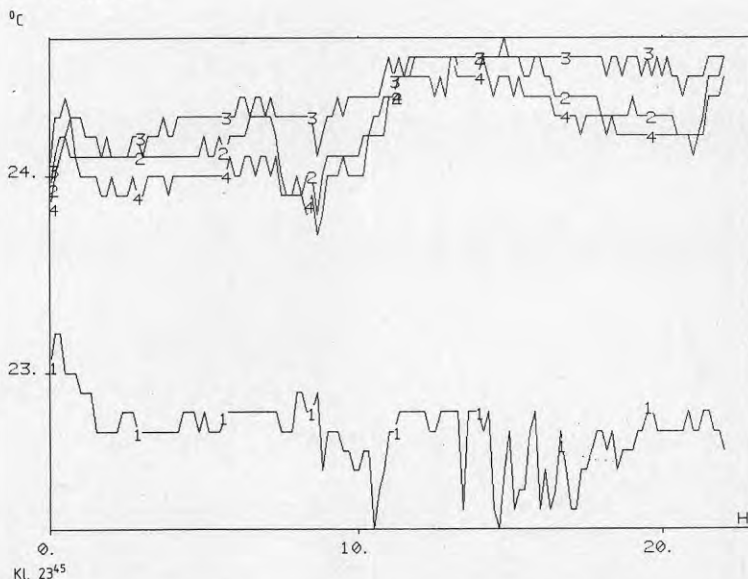
8. RESULTAT FRÅN MÄTPERIOD 5, VINTER

Den andra vinterperioden förlades till veckorna 5-7 dvs mellan 31/1 och 17/2 1984. De manuella mätningarna gjordes i mitten av perioden den 8/2. Vid detta besök i Ingelstad upptäcktes att man vid ett byte av rullar och remsor råkat koppla bort en av mätkanalerna till loggern. De analyserade mättdygnen infaller därför under andra halvan av perioden. Totalt analyserades 6 rullar med mätdata för 5 dygn insamlade med samplings tiden 10 minuter.

Under den här vinterperioden var medeltemperaturen lite högre än under mätningen 1983. De analyserade mättdygnen hade 1983 medeltemperaturen $-4,0^{\circ}\text{C}$ jämfört med $-1,0^{\circ}\text{C}$ för 1984. Sankeydiagrammen över energiflödena i hus A respektive mätlägenheten visas i figur 8.4 och 8.5. I bilaga 10 visas tabellen över viktiga mätdata för de fem dygnen. Resultaten från de effekt- och temperaturdiagram som togs fram för varje mättdygn kommenteras nedan.

Rumstemperaturerna var högre igen, kring 24°C i mätlägenheten. Temperaturen i grannlägenheten var mer behaglig. Nattsänkningen avspeglas fortfarande dåligt i rumstemperaturen.

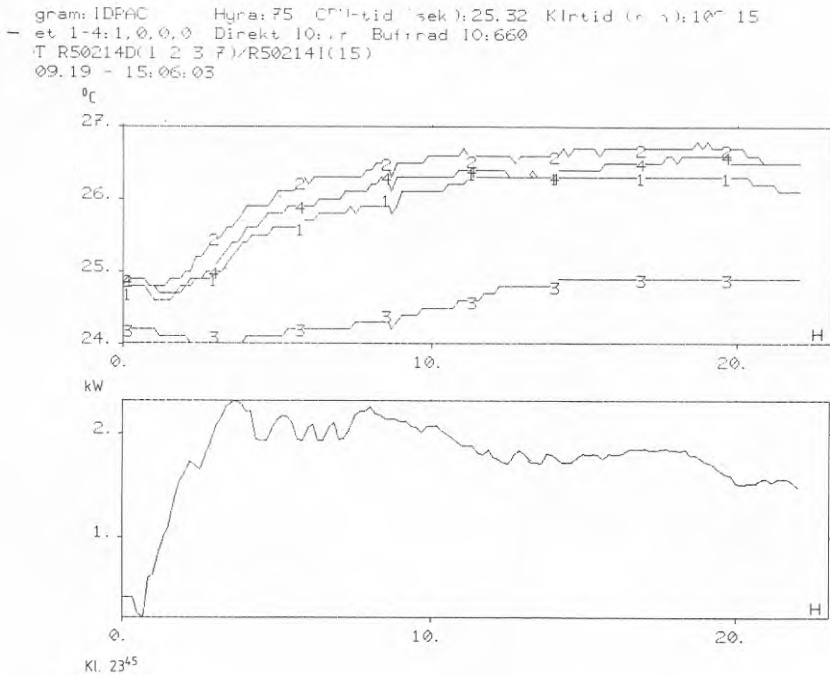
T R50214D(8 10 11 12)
09.19 - 12.39.57



Figur 8.1 Rumstemperaturens variation under ett dygn uppmätt 84-02-13 - 14

1. I grannlägenheten
2. I sovrummet
3. I köket
4. I vardagsrummet

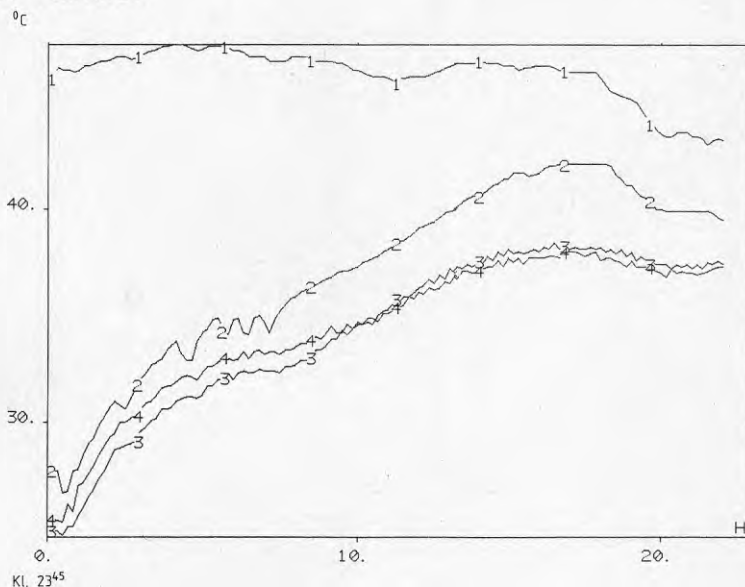
Temperaturen i globen kontra i strålningsskyddet visar att solen sken sparsamt de första dygnet men ännu mindre de sista dygnet. Den sparsamma solinstrålningen och den jämna rumstemperaturen gjorde att väggtemperaturerna var tämligen konstanta under dygnet. Däremot ökade temperaturen i taket på motsvarande sätt som temperaturen i golvet. Det är när värme avges via golvslingorna som temperaturerna i golvet, och även i taket, ökar.



Figur 8.2 Variation under ett dygn uppmätt 84-02-13 - 14
 Överst: temperaturen i tre punkter i golvet samt i taket
 1. Mellan rör och golv
 2. Mellan rör och lecalager
 3. I nivå med rör
 4. I taket
 Underst: Avgiven effekt från golvvärmslingor i mätlägenheten

Temperaturen i varmvattenberedaren var bra under den här perioden. Temperaturen i ackumulatortanken sjönk ibland till under 30°C även i toppen på tanken. Detta trots att värmepumpen under den här vinterperioden var i drift dygnet runt förutom några kortare driftsavbrott.

T R50214J(4 5 6 7)
09.19 - 12:56:22

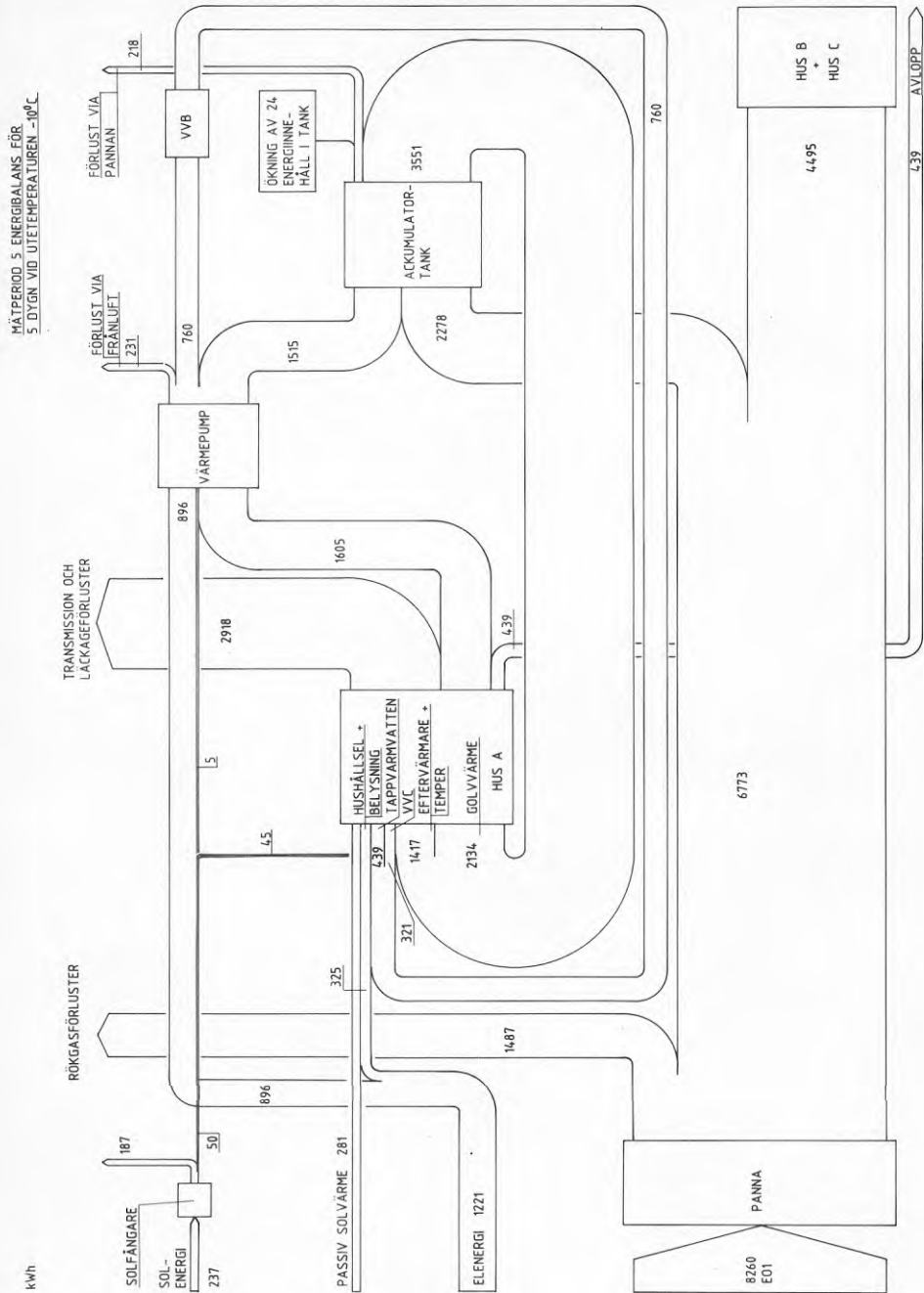


Figur 8.3 Temperaturen under ett dygn uppmätt 84-02-13 - 14

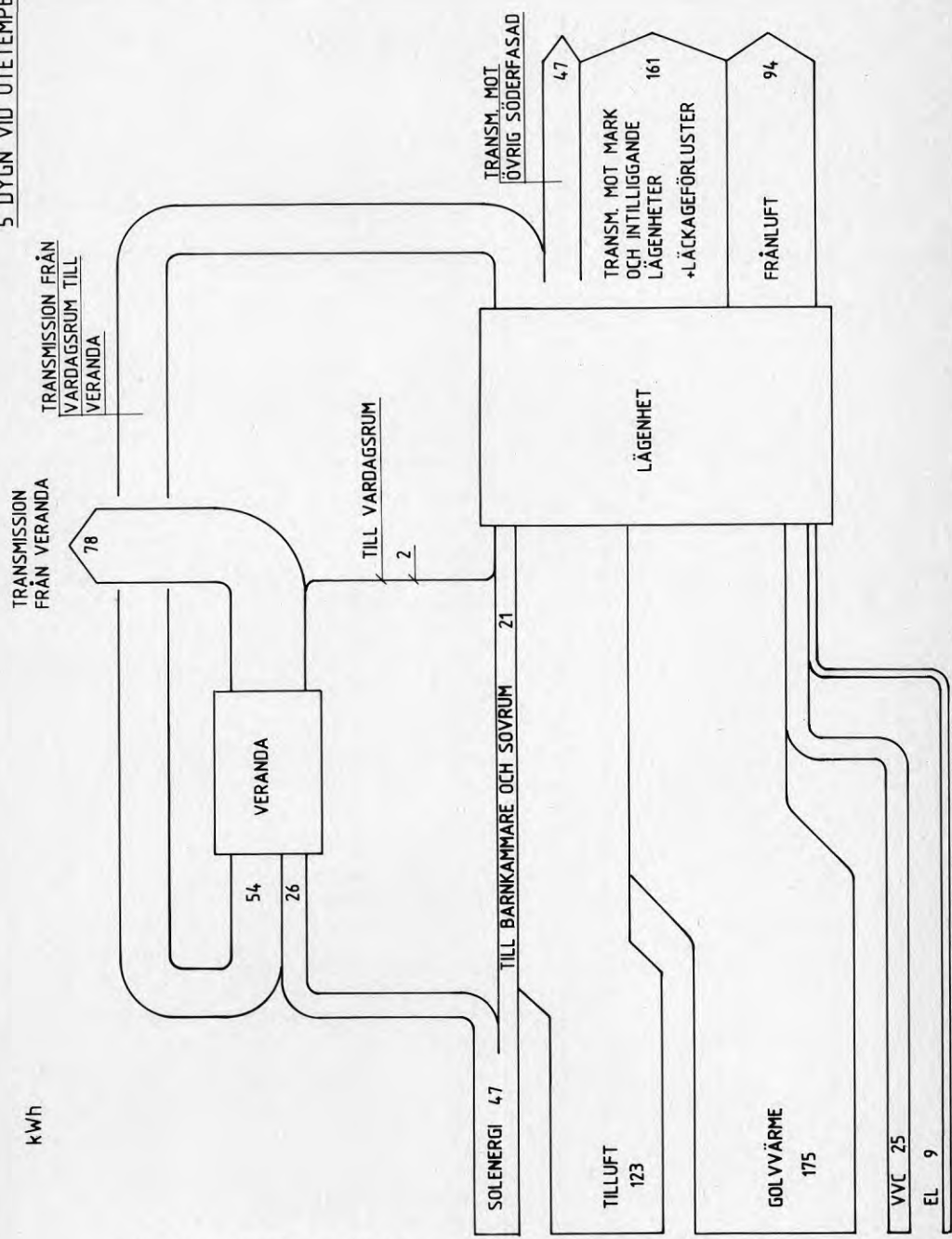
1. I varmvattenberedaren
2. I toppen av ackumulatortanken
3. I mitten av ackumulatortanken
4. I botten av ackumulatortanken

Eftersom man hade problem med att få tillräckligt med energi till ackumulatortanken trots att man valde att köra värmepumpen även nattetid, eldade man under den här perioden pannan med olja istället för med ved. Ackumulatortankens funktion att lagra värme från dag till natt försvann därmed. Men pannan trasslade en hel del, varför man fortfarande hade problem med att temperaturen i ackumulatortanken sjönk lite väl lågt. Under det sista analyserade mätdygnet gick cirkulationspumpen mellan pannan och ackumulatortanken, trots att pannan ej fungerade. Detta resulterade i att ackumulatortanken kylde ner via förluster i pannan, se bilaga 10.

Periodens dåliga väder gjorde att mätningarna av temiskt inomhusklimat fick göras trots att det inte var något solsken. Däremot snöade det lite. Vädrret gjorde att vi vid mätningarna av riktad operativ temperatur registrerade lägre värde på termometern i en halv svart glob jämfört med termometern bakom strålningskydd. Man registrerade därför kallstrålning från de stora glasrutorna med denna mätmetod som är tänkt att registrera solinstrålning. F. ö. erhöles inte några anmärkningsvärda resultat av de manuella mätningarna.



Figur 8.4 Sankeydiagram för mätperiod 5 över energiflödena i hus A



Figur 8.5 Sankeydiagram för mätperiod 5 över energiflödena i mät-lägenheten

9. SLUTSATSER

Mätprogrammet i kv Pionen, Ingelstad var mycket omfattande och har givit många resultat att analysera och dra slutsatser från. Samtidigt som mängden mätdata har varit mycket stor från varje enskild mätperiod, visar det sig att den varit lite väl liten för att få variation i samtliga parametrar som mättes. Som exempel kan nämnas att det varit svårt att under en 15-dagars period finna tillräckligt stora variationer i vindriktning och vindstyrka för att se hur pass dessa parametrar påverkar anläggningens energiförbrukning. Men samtidigt har mätningarna visat på samband som man förut inte trott skulle gå att påvisa. Tex att man vid kraftig solinstrålning tar upp energi via golvslingorna i lägenheterna.

De luftburna solfångarna har i snitt, för samtliga 22 analyserade mätdygn, en energiverkningsgrad på 38%. De högsta värdena erhöles under första mätperioden, då värdet på infallen solenergi var förhållandevis högt, samt under vår- och höstmätningen då vädet var mer omväxlande. Under sommarmätningen var solfångarnas verkningsgrad ganska låg, trots högt värde på infallen solenergi. Detta berodde på att den soluppvärmda luften fick för hög temperatur för att kunna utnyttjas som värmekälla för värmepumpen. De sämsta energiverkningsgraderna uppmättes under den andra vinter-mätperioden. Denna period hade samtidigt lägst värden på infallen solenergi, betydligt lägre än under den första vintermätningen.

Värmepumpen har arbetat ojämnt under året. Detta avspeglas bl a i att värmepumpfaktorn har varierat kraftigt. Medelvärdet för de analyserade dygnen ger en värmepumpfaktor på 2.4. Bäst värde erhöles under första vinterperioden respektive under höstperioden. Sämst värmepumpfaktor fick man under sommaren. Detta berodde bl a på att lufttemperaturen före förångaren var mycket högre än vad värmepumpen var optimerad för, mellan 20-30°C jämfört med 8°C. Dessutom var drifttiden för värmepumpen väldigt kort under sommarperioden. Vid flertalet tillfällen var gångtiden bara någon minut i taget.

En viktig slutsats som mätningarna har givit är att det blir problem när man kopplar samman ett luftburet solvärmsystem med ett vätskeburet återvinningssystem, så som är fallet i kv Pionen. Det luftburna systemet är mycket snabbt. Det vätskeburna systemet däremot är långsamt. Värmepumpen som står för överföringen mellan de två systemen vill i sin tur ha mycket jämna driftförhållanden för att fungera tillfredsställande. Detta är av förklarliga skäl mycket svårt att uppnå i ett system som är så pass komplext uppbyggt. Det luftburna systemet, som påverkas mycket snabbt av växlingar i solintensiteten, skall idag regleras så att man får lämplig temperatur på luftflödet till lägenheterna, men även så att man håller en lämplig lufttemperatur före förångaren i värmepumpen. Detta leder till problem. Speciellt i de fall när lufttemperaturen efter solfångarna är hög och varierar.

Om man vill arbeta med både luft- och vätskeburna uppvärmningssystem bör man separera systemen i väl avskilda enheter, så att man kan optimera varje delsystem för sig. En lösning skulle kunna se ut så här:

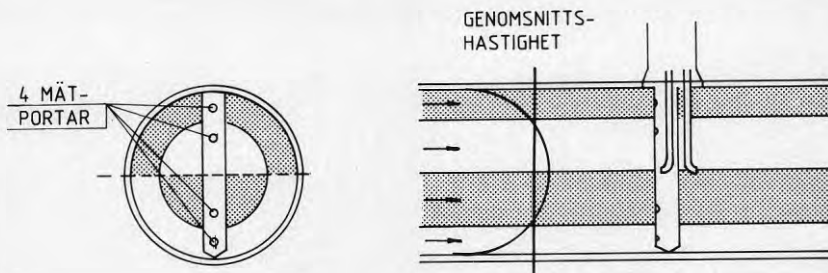
- Luftburna solfångare används för att förvärma tilluften till lägenheterna. Man har då en blandningskammare där man maximerar temperaturen till lämplig rumstemperatur, eller 18 - 20°C. Eventuellt låter man maxtemperaturen variera med utetemperaturen.

- Värmepumpen dimensioneras och optimeras för att utnyttja frånluftsflödet som värmekälla. Därmed blir värmekällans temperatur och flöde mer konstant. Återvunnen värme kan användas för att bereda tappvarmvatten.
- Om man sedan vill ta tillvara ytterligare solvärme som skall överföras till ett vätskeburet uppvärmningssystem, såsom golvvärmeslingor, bör detta system byggas med vätskeburna solfångare. På så sätt undviker man problemet med överföring från ett snabbt till ett trögt system.

En annan slutsats av mätningarna är att ackumulatortanken i respektive hus är för snålt tilltagen. Den klarar bara av att ackumulera värme under ett dygn, dvs att lagra upp värme under dagen för att kunna försörja huset med erforderlig värme under natten då det är tänkt att pannan och värmepumpen skall stå stilla. Däremot klarar inte ackumulatortanken av att lagra värme mellan soliga och mulna dagar. Det innebär att när det blir flera mulna dagar på rad, dvs när energitillskottet från solfångarna blir litet, så laddas ackumulatortanken ur även vid ganska höga utetemperaturer. Resultatet blir att man vid mulet väder behöver tillföra tanken värme från pannan, trots att utetemperaturen i medeltal ligger över + 0°C. För att slippa starta pannan har man valt att installera elkassetter som går in och jobbar när temperaturen i ackumulatortanken blir för låg. Elkassetterna installerades strax före den avslutande mätperioden. För att inte införa fler och nya parametrar i mätprogrammet så fick elkassetterna stå stilla under den avslutande vintermätningen 1984. Pannan fick gå in och arbeta istället och eldades under mätperioden med olja.

Det har visat sig att de olika hyresgästerna använder sina glasverandor på mycket olika sätt. Vissa använder sin veranda som ett extra rum och har mestadels glasdörren öppen mot vardagsrummet. Andra använder det mer i den mån att där är varmt och behagligt, och håller glasdörren mellan vardagsrummet och verandan stängd när det är kyligt ute. Med tanke på att verandan är byggd med englasrutor så blir värmeförlusterna ganska stora om man ständigt har dörren mellan vardagsrum och veranda öppen, även om utetemperaturen inte är alltför låg. Uppvärmningsbehovet skiljer sig därför mellan lägenheterna beroende på hur man använder glasdörren mot verandan. För att fördela värmekostnaderna rättvist borde man haft individuell värmemängdsmätning till de olika lägenheterna.

BILAGA 1

ANNUBARENS PRINCIP

DE 4 MÄTPORTARNA REPRESENTERAR 4 LIKA STORA TVÄRSNITTSAREOR AV FLÖDET

- DET DYNAMISKA TRYCKRÖRET HAR 4 MÄTPORTAR VÄNDA MOT STRÖMNINGSDIREKTIONEN SOM MÄTER HASTIGHETSTRYCKET I VAR OCH EN AV DE LIKA STORA TVÄRSNITTSAREORNA AV RÖRET.
- INTERPOLATIONSRÖRET ÄR PLACERAT I DET DYNAMISKA TRYCKRÖRET. DETTA ÖVERFÖR GENOMSNITTSVÄRDET FÖR FLÖDESHASTIGHETEN SOM UPPMÄTTS AV DE FYRA MÄTPORTARNA TILL TRYCKSIDAN AV MOTTAGAREN FÖR DIFFERENSTRYCKET.
- STATISKA TRYCKRÖRET, SOM ÄR VÄNT NEDSTRÖMS, ÖVERFÖR DET LÄGRE TRYCKET TILL MOTTAGAREN FÖR DIFFERENSTRYCKET.

DIFFERENSEN MELLAN DYNAMISKA TRYCKET FRÅN INTERPOLATIONSRÖRET OCH TRYCKET FRÅN DET STATISKA TRYCKRÖRET ÄR PROPORTIONELLT MOT FLÖDET I KVADRAT.

BILAGA 2

Via dataloggern registrerade mätdata

Kanal nummer	Mätobjekt	Anmärkning
00	tiden	
02	tanktemp. i toppen	
03	tanktemp. i mitten	
04	tanktemp. i botten	
05	utelufttemp.	
06	lufttemp. före spjäll från östra delen av solfångarpanelen	
07	utetemp. före spjäll från solfångarpanelen närmast blandningskammaren	
08	rumstemp. i grannlägenhet	
09	rumstemp. på glasveranda, mätlägenhet	mätt med strålningsskydd
10	vattentemp. till golvvärmslingor, mätlägenhet	
11	vattentemp. från golvvärmslingor, mätlägenhet	
12	rumstemp. i sovrum, mätlägenhet	mätt med strålningsskydd
13	rumstemp. i kök, mätlägenhet	mätt med strålningsskydd
14	rumstemp. i vardagsrum, mätlägenhet	
15	rumstemp. i vardagsrum, mätlägenhet	mätt med strålningsskydd
16	taktemp. i vardagsrum, mätlägenhet	mätt med svart glob
17	golvttemp. i vardagsrum, mätlägenhet	inborrat 3-4 cm
18	golvttemp. i vardagsrum, mätlägenhet	mellan golv och rör
19	golvttemp. i vardagsrum, mätlägenhet	mellan rör och lecalager
20	vattentemp. från panna	mellan rör, mitt i betong
21	vattentemp. från hus A till panna	MU 1 + 9
22	vattentemp. från värmepump	MU 1
23	vattentemp. från tank till värmepump	MU 2
24	vattentemp. cirkulerande från varmvattenberedare	MU 2
25	vattentemp. cirkulerande från varmvattenberedare	MU 3
26	vattentemp. till golvvärmslingor	MU 3
27	vattentemp. från golvvärmslingor	MU 4
28	vattentemp. till eftervärmare och aerotemper	MU 4
29	vattentemp. från eftervärmare och aerotemper	MU 6
30	vattentemp. till aerotemper	MU 6
31	vattentemp. från aerotemper	MU 7
32	vattentemp. till eftervärmare i mätlägenhet	MU 7
33	vattentemp. från eftervärmare i mätlägenhet	MU 8
34	vattentemp. från hus B+C till panna	MU 8
35	lufttemp. efter tilluftsfläkt TF1.1	MU 9
36	lufttemp. före eftervärmare i mätlägenhet	MU 11
37	lufttemp. efter eftervärmare i mätlägenhet	MU 12
		MU 12

Kanal nummer	Mätobjekt	Anmärkning
38	lufttemp. från blandningskam. till	
39	lufttemp. efter förångare	MU 14
40	solstrålning vid mätlägenhet	
41	solstrålning vid solfångarna	
42	vindstyrka	
43	vindriktning	
44	vattenflöde från hus A till panna	MU 1
45	vattenflöde från värmepump till tank	MU 2
46	vattenflöde cirkulerande från varmvattenberedare	MU 3
47	vattenflöde från golvvärmslingor	MU 4
48	vattenflöde från golvvärmslingor i mätlägenhet	MU 5
49	vattenflöde från eftervärmare och aerotemper	MU 6
50	lufttemp. efter mätlägenhet	MU 5
51	väggtemp. längst in i vardagsrum	
52	väggtemp. i mitten av vardagsrum	
53	väggtemp. närmast ytterfasad i vardagsrum	
54	lufttemp. före förångare	MU 14
55	lufttemp. före frånluftsfläkt FF1.1	
56	vattentemp. tappvatten till varmvattenberedare	
57	vattentemp. tappvatten från varmvattenberedare	
58	avloppsvattentemp.	fungerade ej
59	lufttemp. före spjäll västra delen av solfångarpanelen	
80	vattenflöde från aerotemper	MU 7
81	vattenflöde från eftervärmare, mätlägenhet	MU 8
82	vattenflöde från hus B+C till panna	MU 9
83	luftflöde till samtliga lägenheter	MU 11
84	luftflöde från blandningskammare till förångare	MU 13
86	luftflöde efter förångare	MU 14
87	luftflöde från mätlägenhet	MU 15
88	drifttidsmätare för värmepump	
89	avloppsvattenflöde	fungerade ej

BILAGA 3

MÄTPERIOD 1

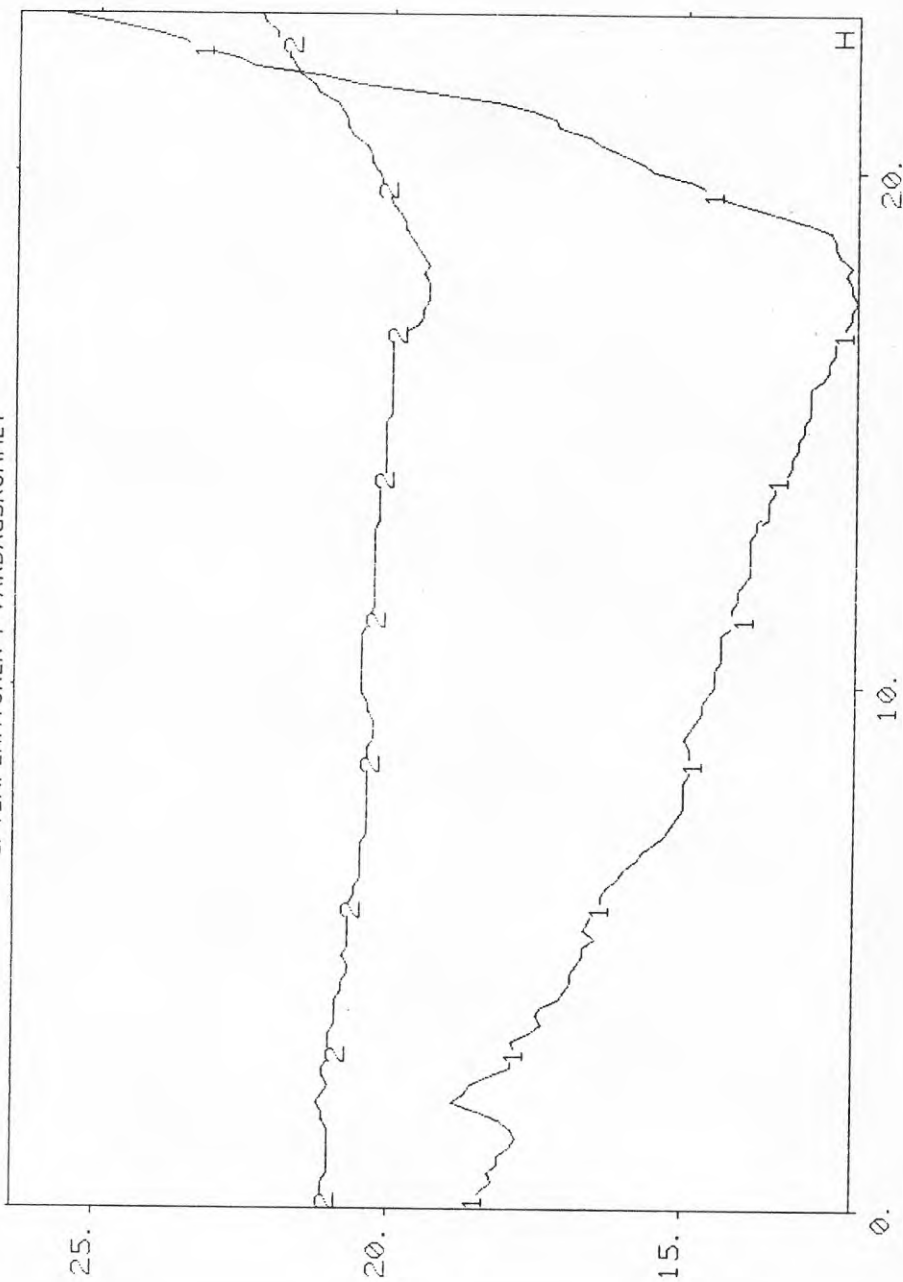
	Datum	
	20/2	23/2
Upptagen energi av värmepumpen (kWh)	250	245
Värmepumpfaktor	för båda dygnet 2,9	
Medeltemperatur före förångare (°C)	10,6	11,6
Gångtid för värmepumpen (h)		
Infallen solenergi mot solfångare (kWh)	368	262
Upptagen energi av solfångare (kWh)	182	163
η energi, solfångare	0,49	0,62
Vindstyrka (m/s)	2,4	1,2
Vindriktning (m/s)	NV	V
Utetemperatur (°C)	-4,8	-3,4
Tillförd energi till hus A från panna (kWh)	464	406

BILAGA 4

MÄTPERIOD 2	Datum				
	15/4	18/4	19/4	20/4	22/4
Upptagen energi av värmepumpen (kWh)	270	271	216	266	222
Värmepumpfaktor	2,1	2,0	2,0	2,1	2,0
Medeltemperatur före förångare (°C)	14,1	15,6	16,0	13,8	16,8
Gångtid för värmepumpen (h)	15,8	14,0	11,5	15,8	12,9
Infallen solenergi mot solfångare (kWh)	192	246	330	95	168
Upptagen energi av solfångare (kWh)	89	102	81	52	101
η energi, solfångare	0,47	0,41	0,25	0,55	0,60
Vindstyrka (m/s)	1,4	4,7	4,1	2,8	2,4
Vindriktning (m/s)	V	SÖ	V	NV	NÖ
Utetemperatur (°C)	5,0	8,0	6,6	5,4	10,4
Tillförd energi till hus A från panna (kWh)	165	26	-	-	-

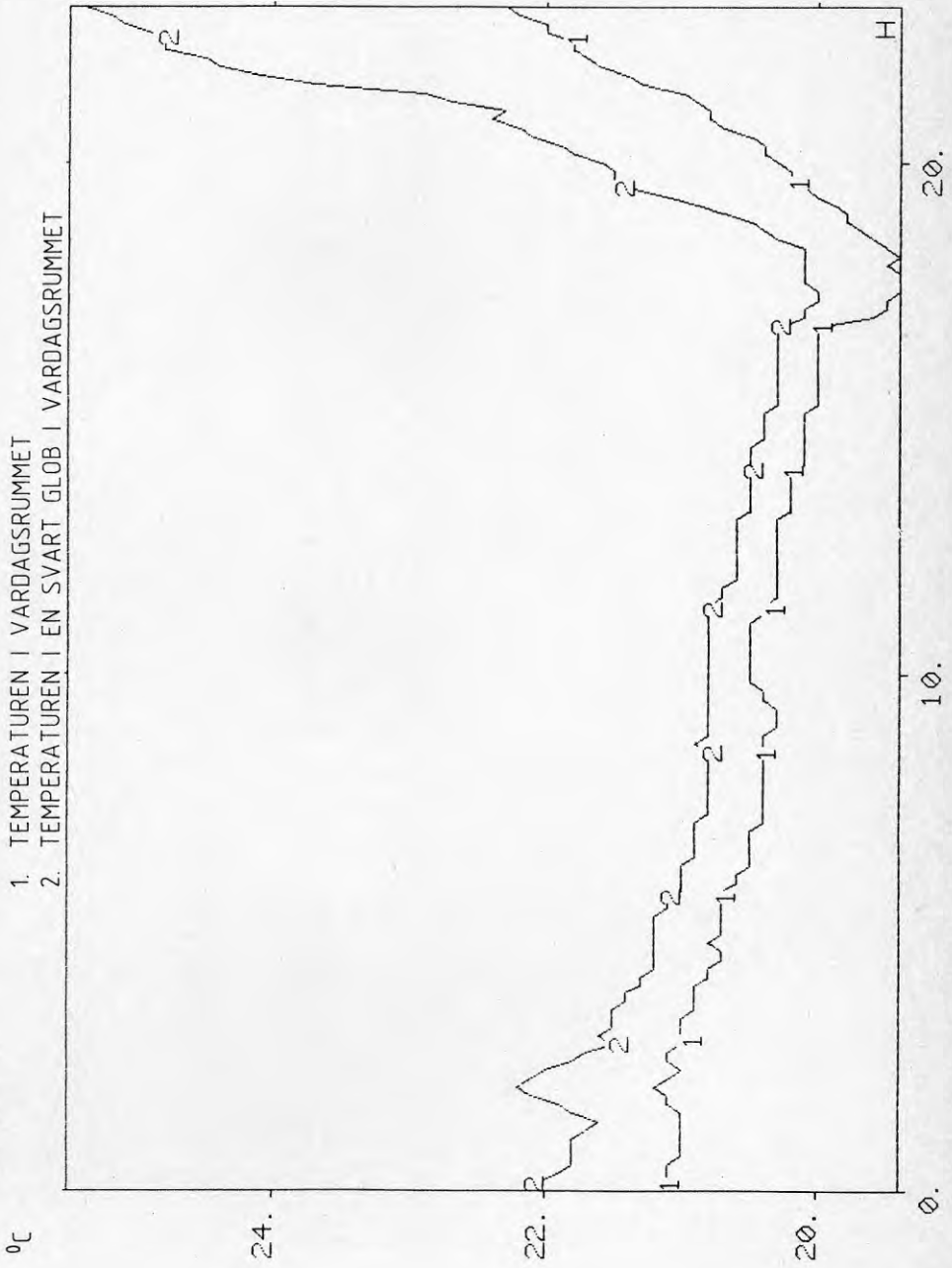
PLOT R0418D(9 12)
84.09.19 - 13:30:52

1. TEMPERATUREN PÅ GLASVERANDAN
2. TEMPERATUREN I VARDAGSRUMMET



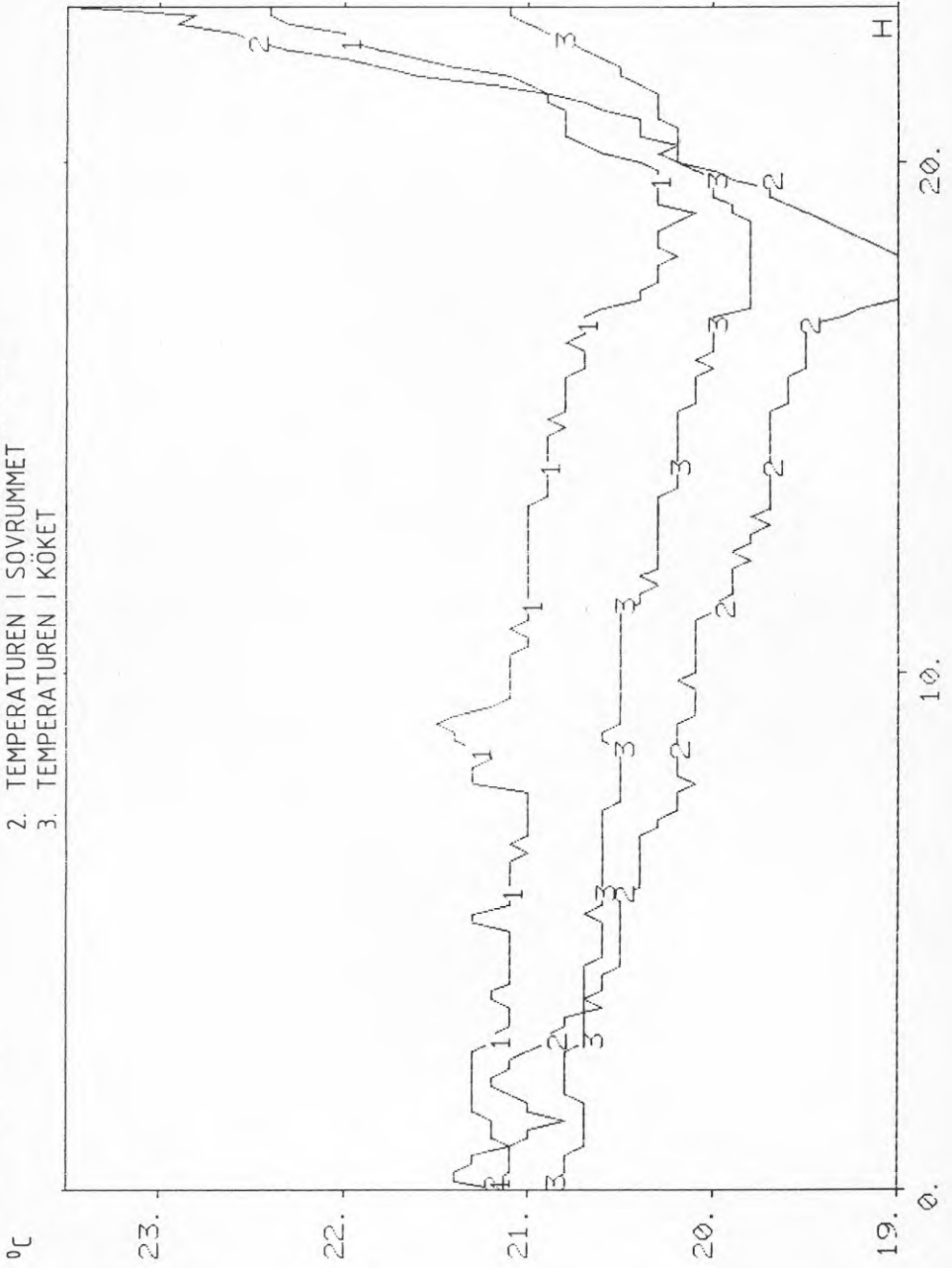
BILAGA 5:2

LOT R0418D(12 13)
4. 09.19 - 13:35:21



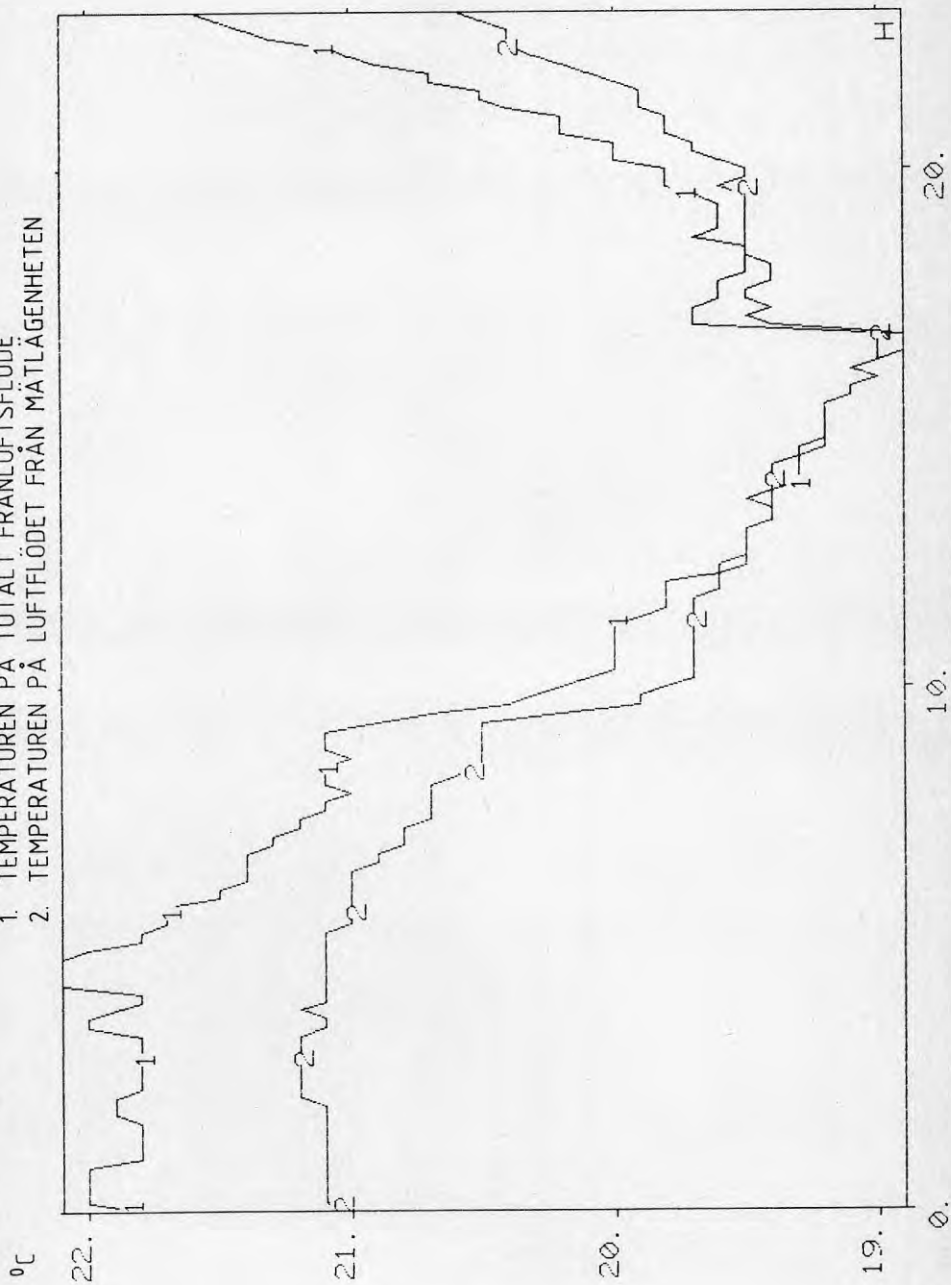
>
PLOT R0418D(8 10 11)
84.09.19 - 13:39:48

- 1. TEMPERATUREN I GRANNLÄGENHETEN
- 2. TEMPERATUREN I SOVRUMMET
- 3. TEMPERATUREN I KÖKET



BILAGA 5:4

1. TEMPERATUREN PÅ TOTALT FRÄNLUFTSFLÖDE
2. TEMPERATUREN PÅ LUFTFLÖDET FRÅN MÄTLÄGENHETEN

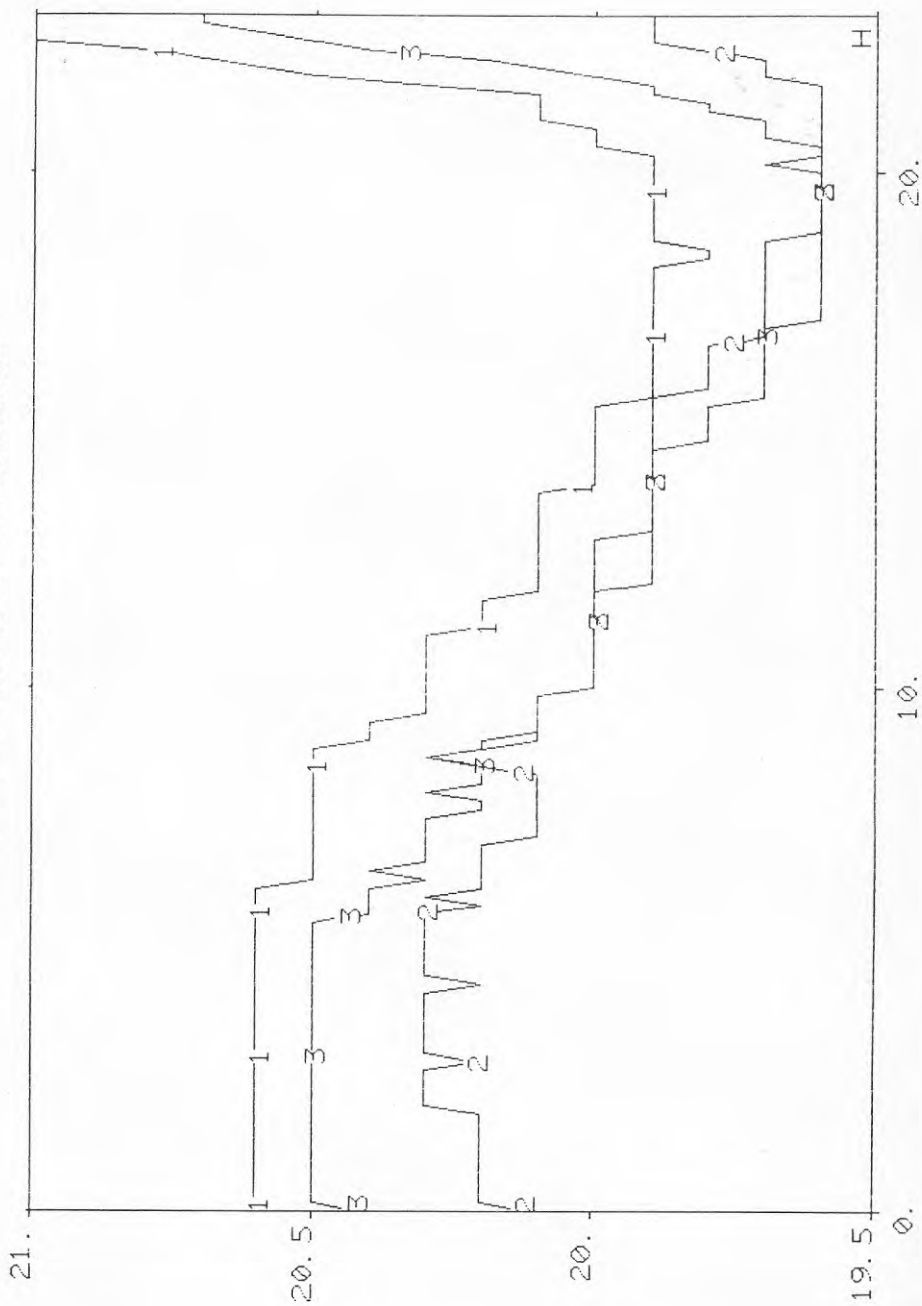


PLOT R0418C(1 2)
84.09.19 - 13:47:14

BILAGA 5:5

TEMPERATUREN I GOLVET MÄTT:
 1. MELLAN RÖRSLINGOR OCH GOLVYTAN
 2. MELLAN RÖRSLINGOR OCH LECA-LAGER
 3. I NIVÅ MED, MELLAN TVÅ RÖRSLINGOR

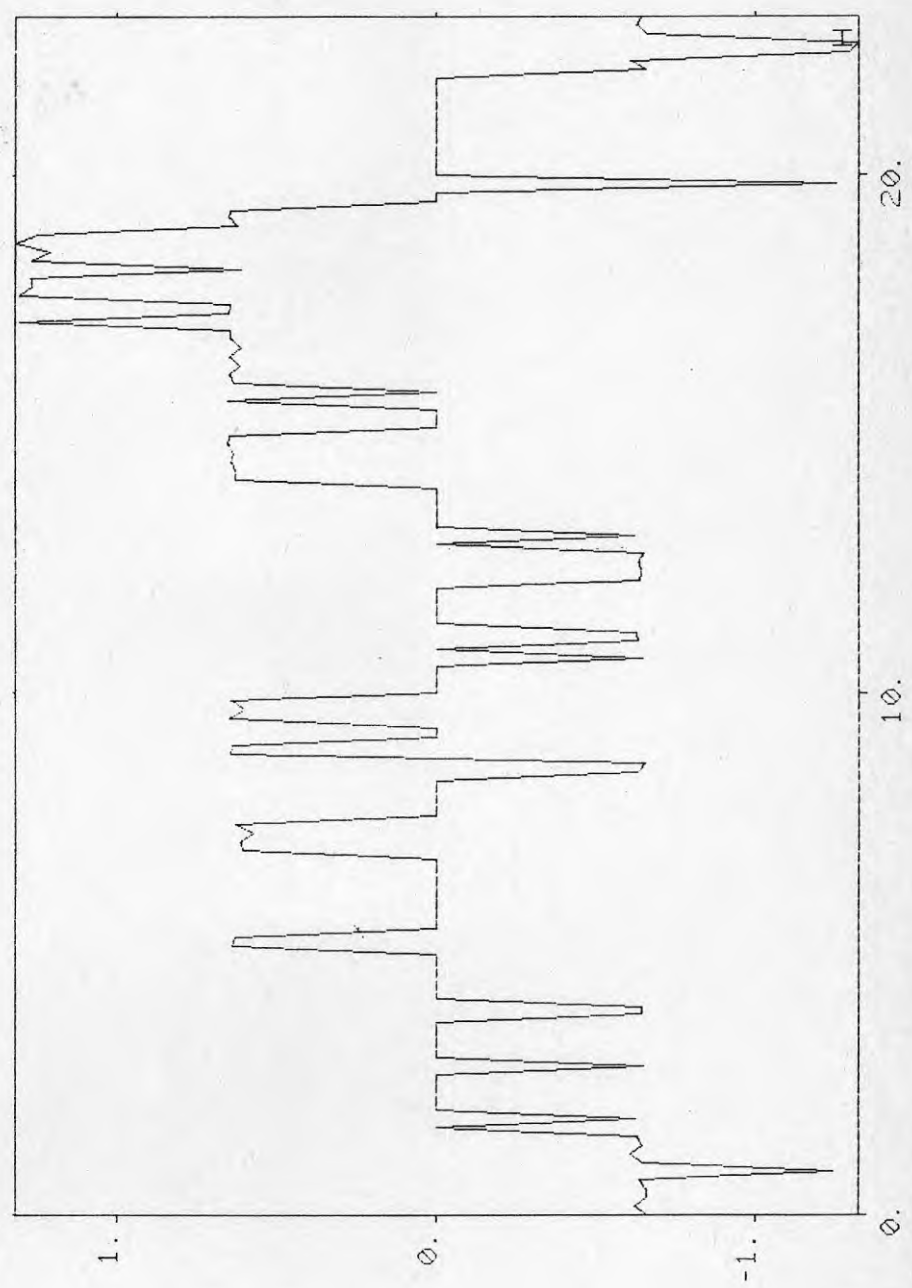
PLOT R0418D(1 2 3)
 84.09.19 - 13:52:35
 °C



PLOT R04181(14)
84.09.19 - 13:58:54

TOTALT ANGIVEN EFFEKT VIA GOLVVÄRMESLINGOR

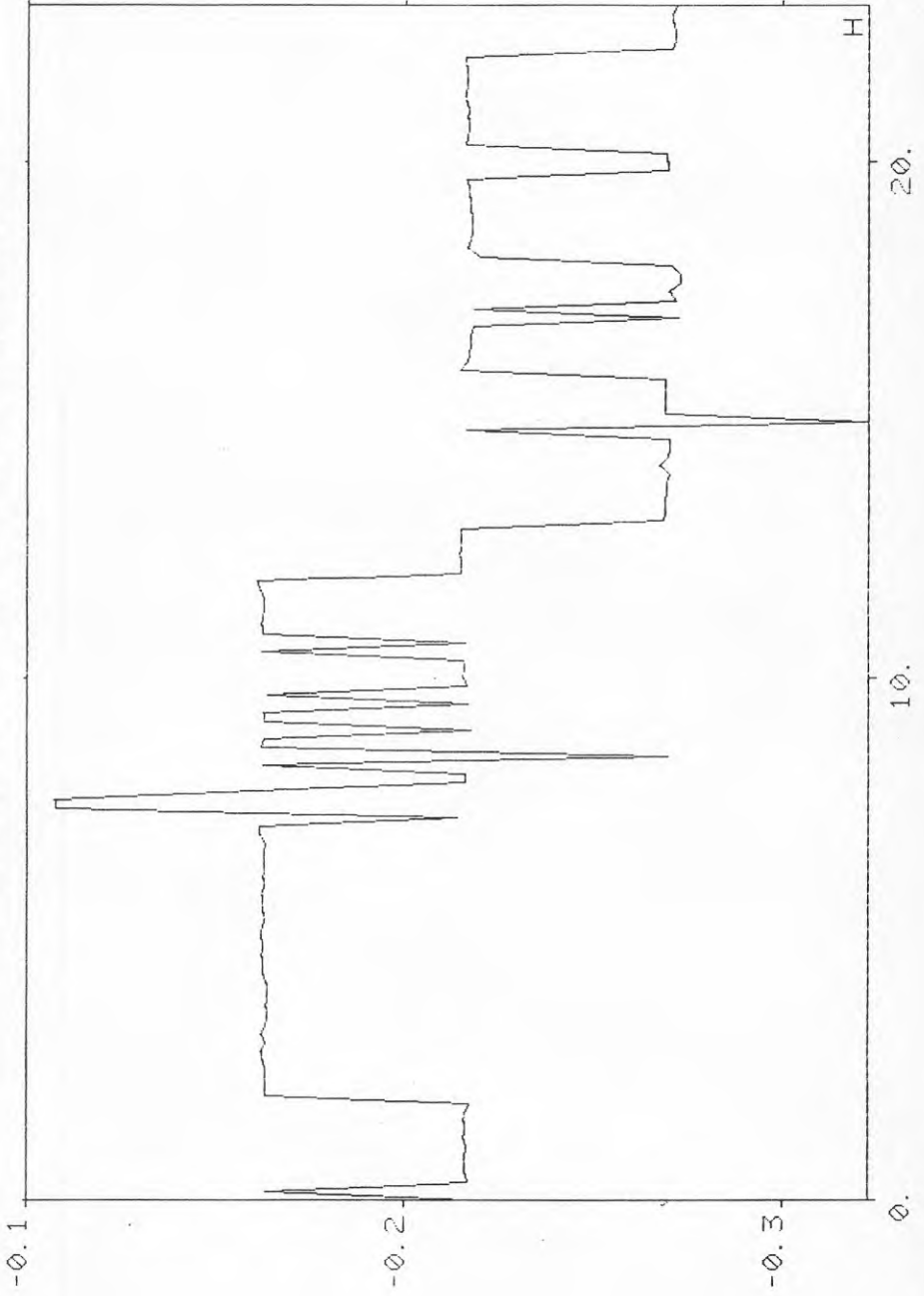
KW



>
PLOT R04181(15)
84.09.19 - 14:06:02

ANGIVEN EFFEKT VIA GOLVVÄRMESLINGORNA I MÄTLÄGENHETEN

KW



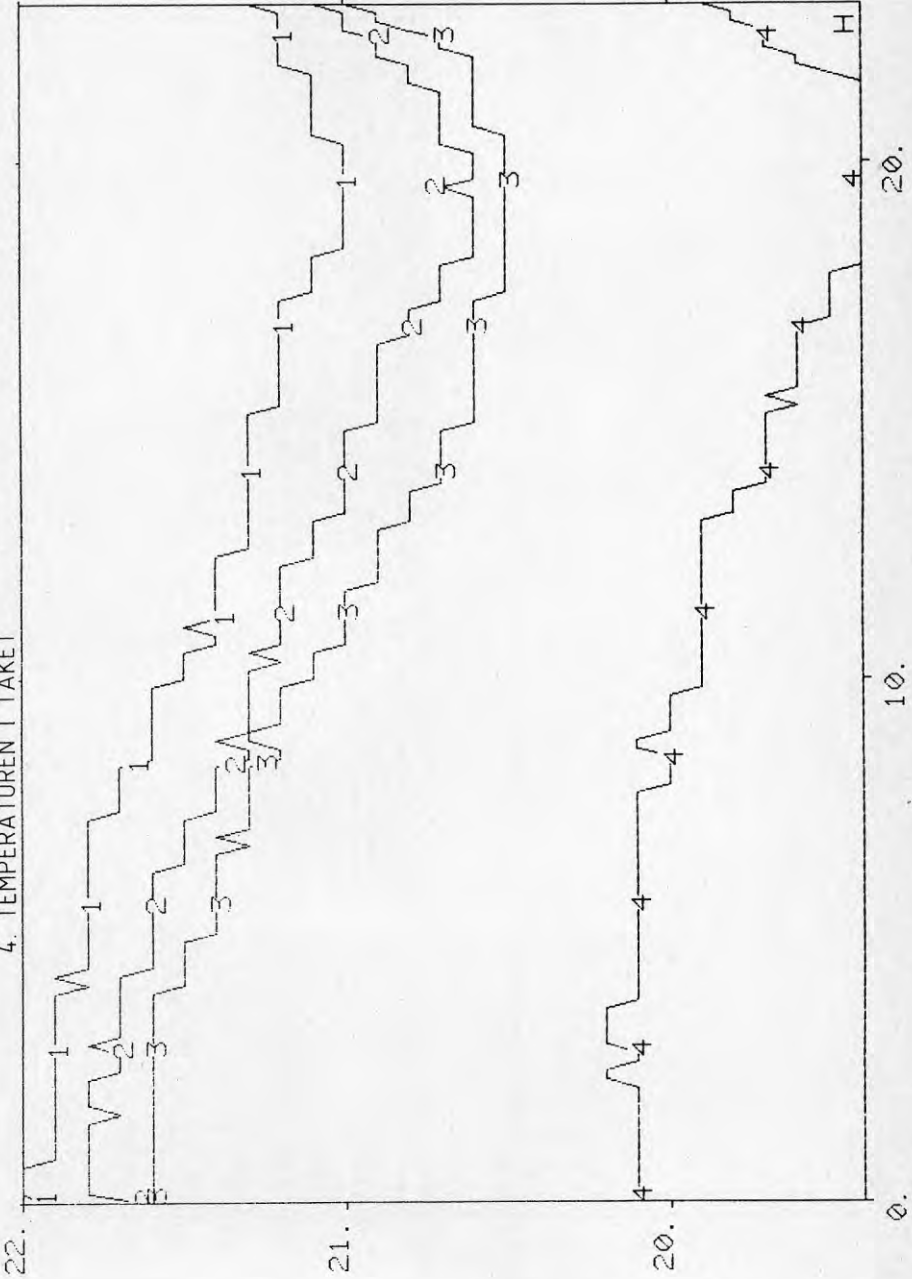
Kl. 12³⁵

BILAGA 5:8

PLOT R0418D(4 5 6 7)
84.09.19 - 14:13:16

°C

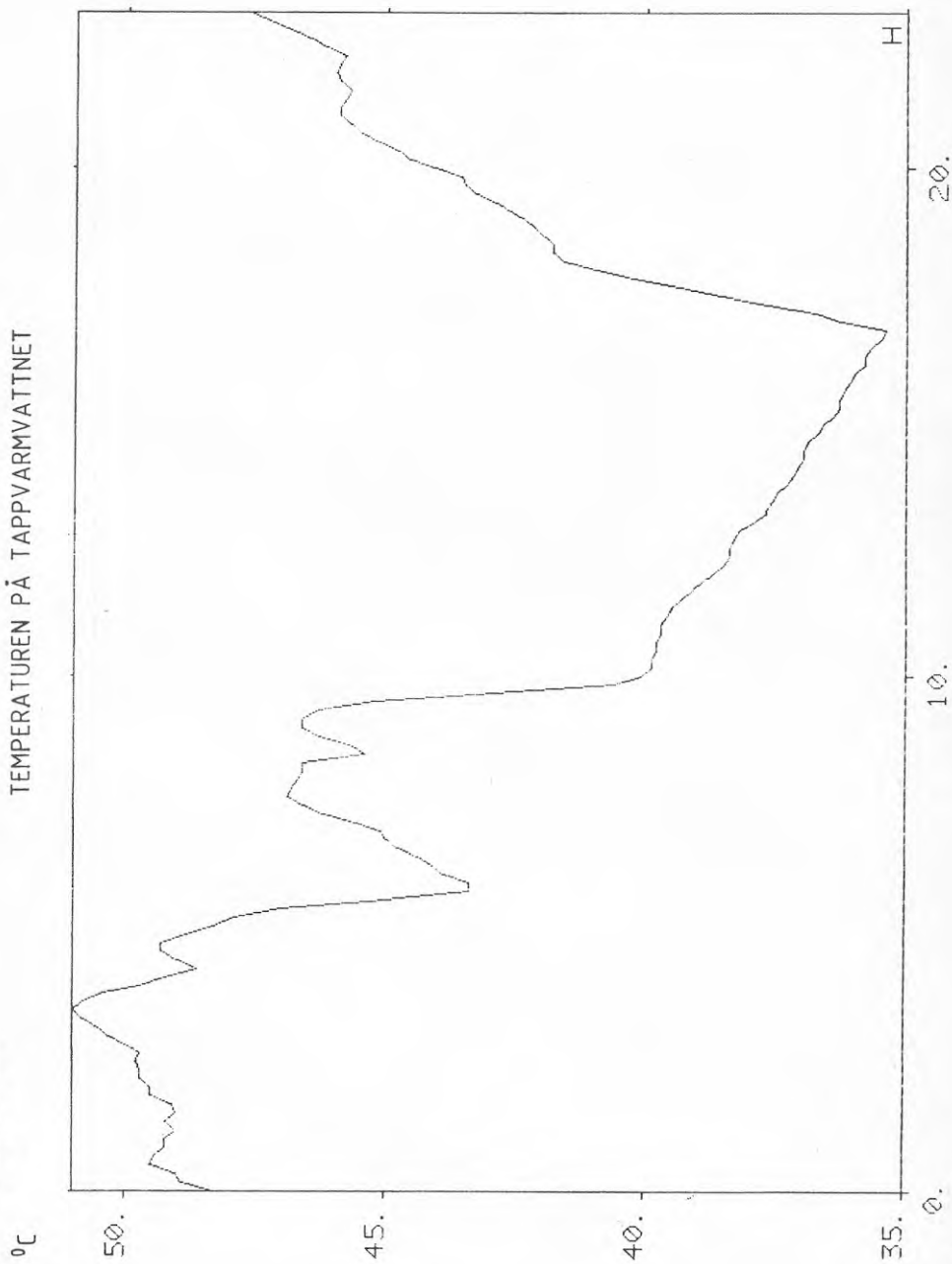
TEMPERATUREN PÅ TRE PUNKTER I DEN ÖSTRA VÄGGEN
I VARDAGSRUMMET, 1. LÄNGST IN, 2. I MITTEN, 3. NÄRMAST FASADEN
4. TEMPERATUREN I TAKET



KI. 1235

BILAGA 5:9

TEMPERATUREN PÅ TAPPVARMVATTNET



Ø.

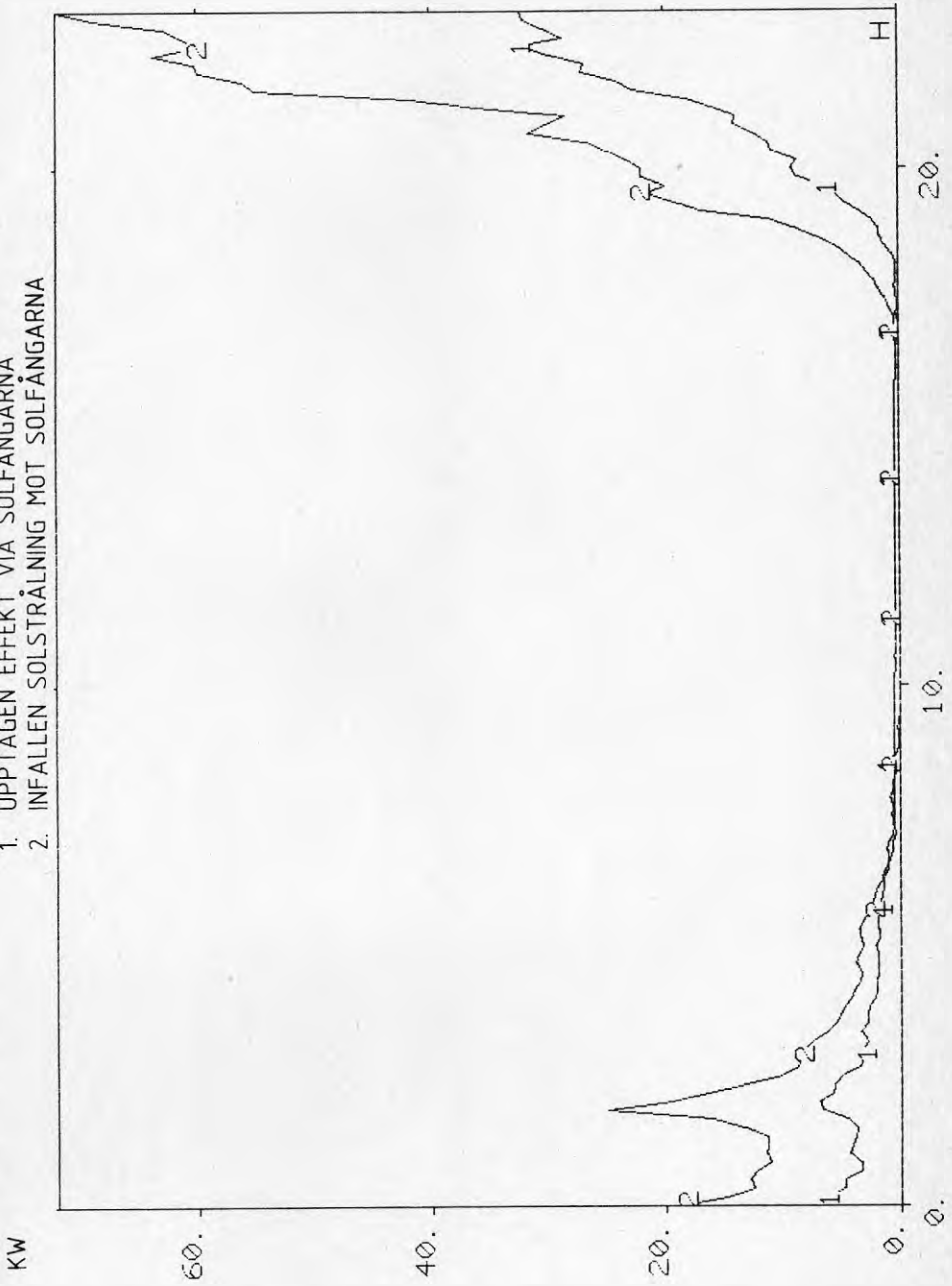
Kl. 12³⁵

>
PLOT R0418J(4)
84.09.19 - 13:25:29

BILAGA 5:10

PLOT_R0418E(10 12)
84.09.19 - 14:40:05

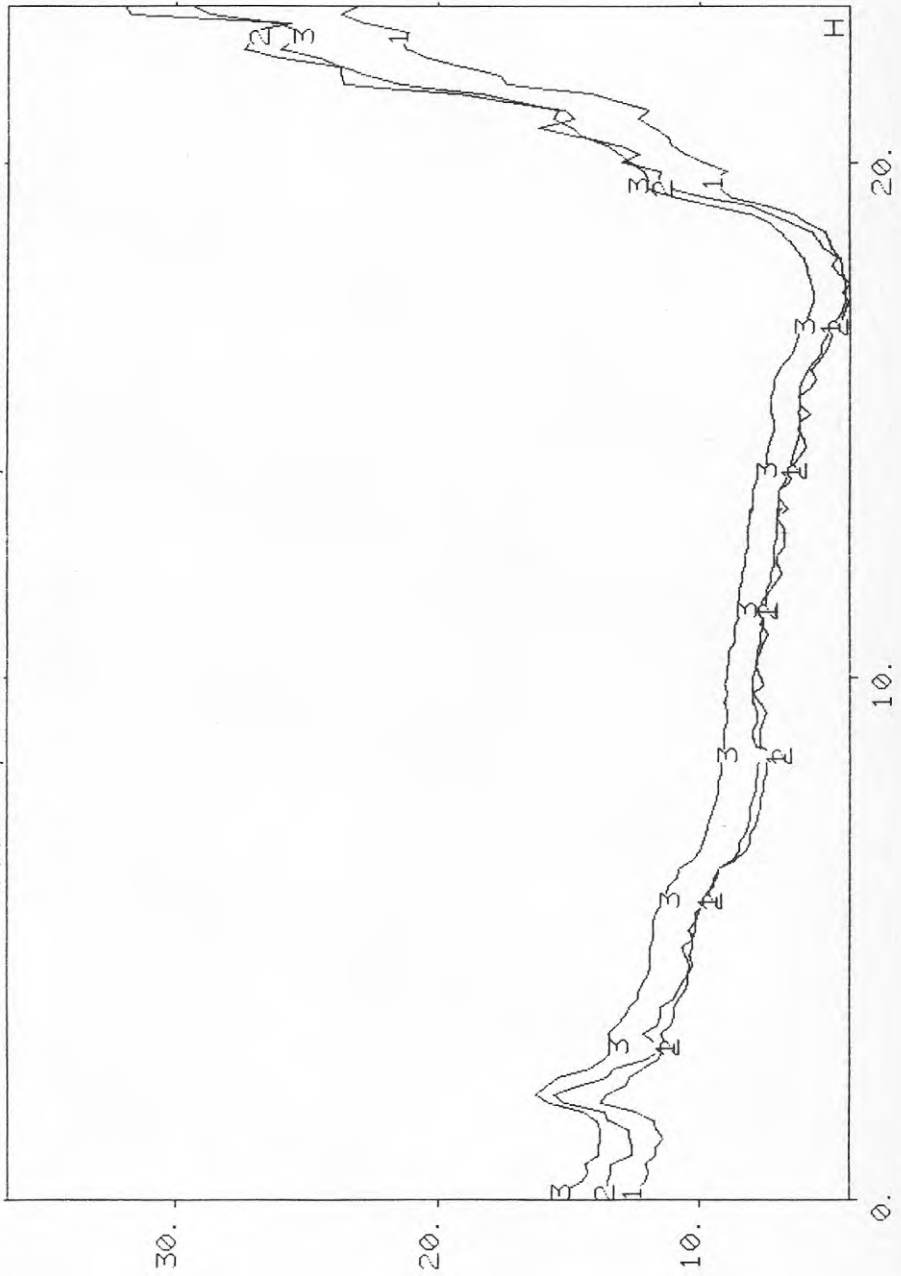
1. UPPTAGEN EFFEKT VIA SOLFÄNGARNA
2. INFALLEN SOLSTRÅLNING MOT SOLFÄNGARNA



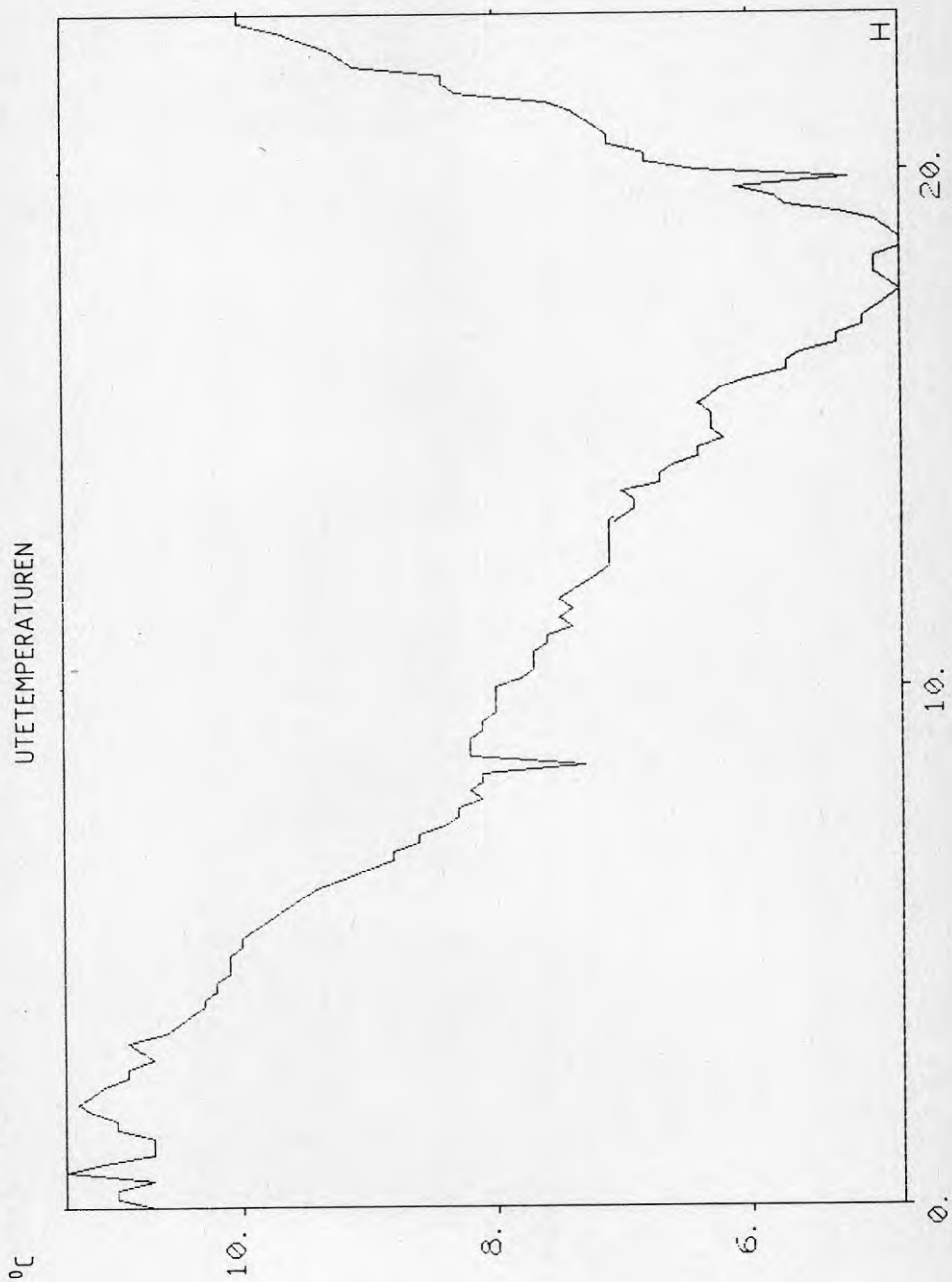
Kl. 12³⁵

>
PLOT R0418E(2) R0418J(8 9)
84.09.19 - 14:46:26

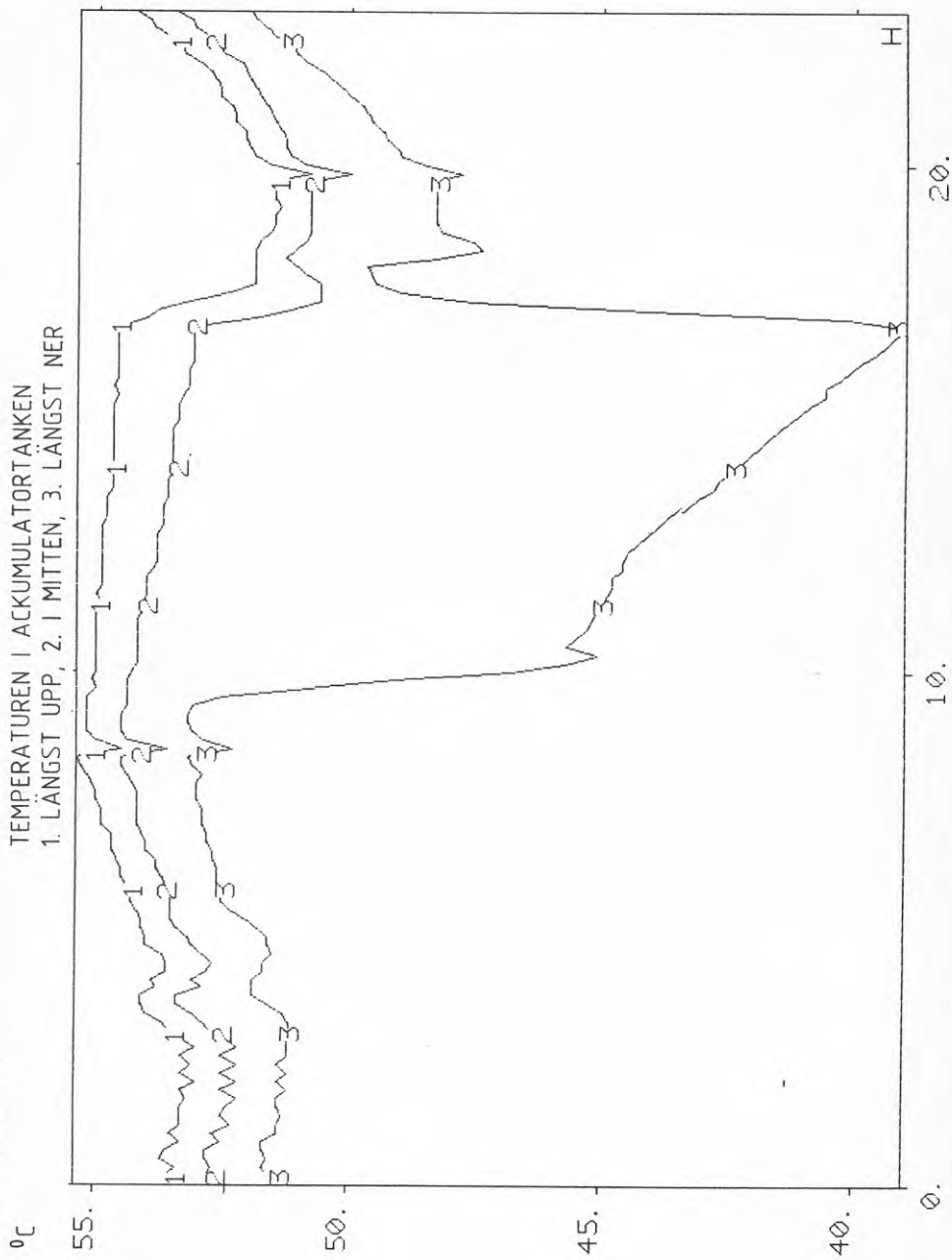
LUFTTEMPERATUREN EFTER SOLFÄNGARNA I TRE OLIKA PUNKTER
1. I MITTEN, 2. LÄNGST MOT ÖSTER, 3. LÄNGST MOT VÄSTER



>
PLOT R0418E(1)
84.09.19 - 14:50:48



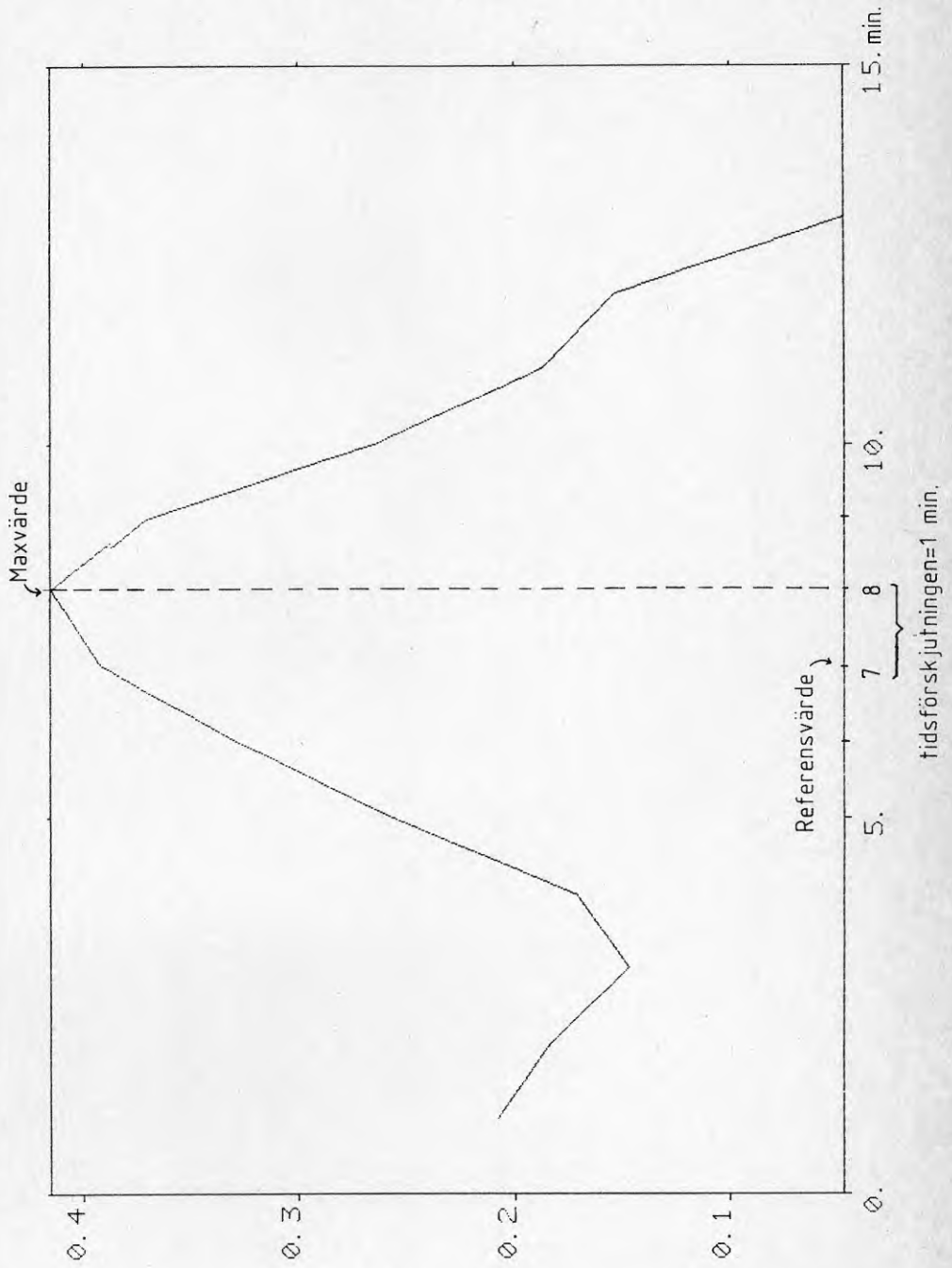
PLOT R0418J(5 6 7)
84.09.19 - 14:55:59



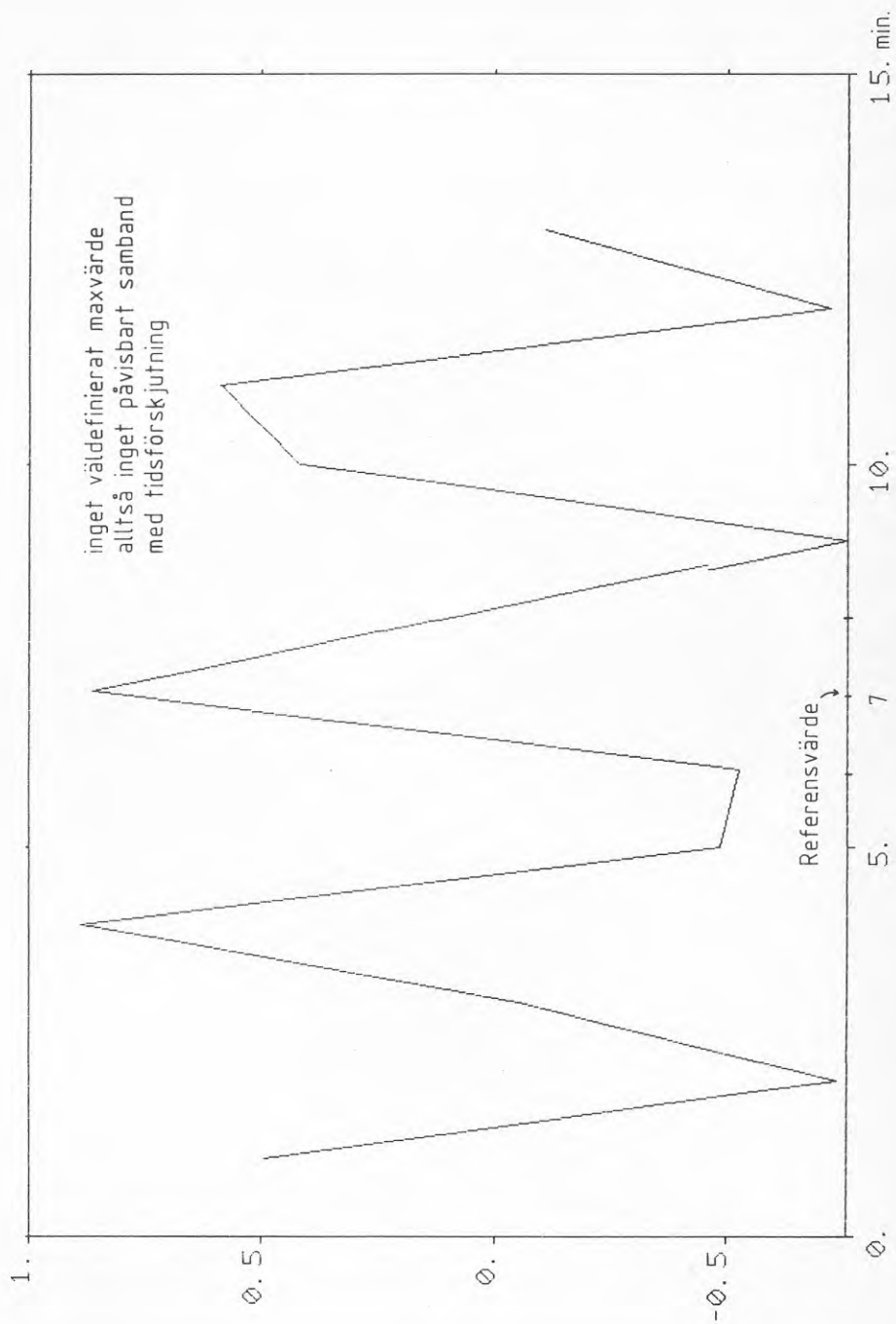
Kl. 12³⁵

BILAGA 5:14

> PLOT FUL
84.09.19 - 15:16:06



>
PLOT FIL
84.09.19 - 15:19:50



Firma Adress Tel	Inneklimatmätning: Allmänna upplysningar Schema 1	Bilaga nr: 6:1
		Utförd av: CSN
		Datum: 23.04.88

Ärende: STIFTELSEN VÄRENDENHUS

Byggnad: HUS 9

Adress: KV. PIONEN JÄRELLSTAD

Byggherre: representeras av:

Ansvarig för driften:

Arkitekt: representeras av:

VVS-konsult: representeras av:

Entreprenör

för ventilation: representeras av:

för värme: representeras av:

för representeras av:

Gällande programhandlingar: se bilaga

Översikt över mätmetoder, instrument och resultat

Mätning av	Mätmetod ¹	Instrumenttyp och nr	Datum för instrumentkalibrering ²	Resultat se bilaga
yttre termiska belastningar: bl.a LUFTHASTIGHET		fuktighetsmätare Nova-Sina typ MIK		8.2
LUFTHASTIGHET		Värmeledningsmätare TSI typ 1650 Digitaltermometer ÅF 448B		8.5
LUFTEMP. En 1) Och 2)		Termoelement med strålningsstydd digitaltermometer med strålningsstydd		8.7 8.6
LUFTHASTIGHET i vinstelzonerna		fuktighetsmätare Nova-Sina typ MIK		8.6
RIKTAD DIREKTIV TEMP En 1) Och 2)		halvglobstermometer resp termometer med strålningsstydd		8.9 8.10
ÄRÖVETS VÄRMEPÅVERKAN		digitaltermometer ÅF 448B		8.11

¹ Om speciell mätmetod används, uppgiv var den finns beskriven.² Kalibreringsprotokoll för lufthastighetsmätningens instrumenten bifogas. För andra instrument anges när kalibrering utförts, vem som utfört kalibreringen samt eventuellt metod.

Firma	Inneklimatmätning: Yttre och inre termiska belastningar	Bilaga nr: 6.2
Adress		Utförd av: LSN
Tel		Datum: 8.04.28
		Schema 2

Ärende: *Stiftelsen Vårdshus* Byggnad: *Hus A, Läng 4* Rum: *Vardagsrum*

Meteorologiska förhållanden dagarna före och under mätningen

uppmätt: *på plats* eller från meteorologisk station belägen i:

*Solintensitet i W/m²
medelvärde mellan 8⁰⁰-18⁰⁰ (sommarnd)*

Tid	Datum	Temperatur, °C		Fuktighet, %	Vindriktning	Vindhastighet, m/s	Antal solskens-timmar	Molninghet
		medel	max/min					
samma dygn	28/4	8.9	14.7 / 6.6	80	N	3.4		446
1 dag före	27/4	9.0	13.7 / 8.9		N	4.3		304
2 dagar före	26/4	8.2	12.4 / 8.4		N	1.0		98
3 dagar före	25/4	7.8	10.0 / 5.3		N	0.6		50
vid tidpunkt för mätningen kl: 11.		9.5			N	3.4		143
vid tidpunkt för mätningen kl: 14.		11.0			N	2.3		350

Inre belastningar

belysning	install.effekt	60W
	använd effekt	-
	användningstid	-
maskiner	install.effekt	175W
<i>kyl + frys</i>	använd effekt	80kW under
	användningstid	14 dygn ⇒ 59W använd effekt
personer	antal	2
	uppehållstid	8h
annan värmeförsel		

Diverse upplysningar för beskrivning av förhållanden som kan variera (öppna dörrar och fönster och liknande):
Stängt för öppning tid rum. Båda om vardagsrum

Firma Adress Tel	Inneklimatmätning: Installationernas driftsform Schema 3	Bilaga nr: 6,3
		Utförd av: CSA
		Datum: 8304.28

Ärende: Stiftelsen Vårdshus Byggnad: Hus A Anläggning: låg 4

Data insamlade via data logger
Data från värmecentral eller undercentral kl. 14⁰⁰

Inställning på regleringspanel (vilken regleringskurva arbetar anläggningen efter):

Framledningstemperatur för ^{golvvärme} ~~aktuell shuntgrupp~~ 19,2 °C mätt avläst

Returtemperatur för ^{golvvärme} ~~aktuell shuntgrupp~~ 18,9 °C mätt avläst

Systemet är inkopplat på

dagdrift nattdrift

Eftervärmningsbatteri i tilluftkanalen
Framledningstemperaturen till ventilationsanläggningen 35,7 °C
Returledningstemperatur " " 30,1 °C

mätt avläst

Data från ventilationsanläggningen kl. 14⁰⁰

Anläggningen arbetar 1/1 hastighet 1/2 hastighet

vid mätningen på dagdrift nattdrift

kl. 06⁰⁰ till kl. 21³⁰

Annan driftsform:

Temperatur i blandningsdelen inställd °C mätt/avläst °C

Blandningsförhållande inställd % uteluft

Inblåsningstemperatur konstant inställd °C mätt/~~inställd~~ 35,1 °C

styrs av rumstermostat
(se registreringsbilaga ...)

Dagpunktstemperatur inställd °C mätt/avläst °C

Framledningstemperatur för kallvattnet inställd °C mätt/avläst °C

Firma	Inneklimatmätning: Installationernas driftsform (rumsvis)	Bilaga nr: 6.4
Adress		Utförd av: LSN
Tel		Datum: 83.04.28
Schema 4		

Ärende: *Stiftelsen Vårdenshus* Byggnad: *Hvo A* Anläggning: *Lag 4* Rum: *Vardagsrum*

Värmeanläggningen kl.

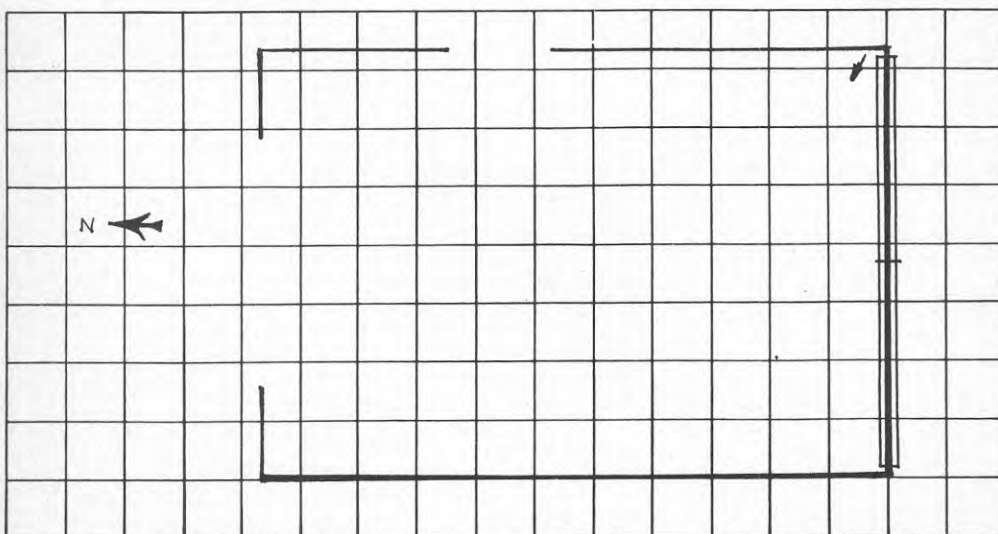
	Radiator nr			
	1	2	3	4
Termostat eller radiatorventilernas inställning				
Framledningstemperaturen °C				
Återledningstemperaturen °C				

Ventilationsanläggningen kl. *1400*

Inblåsningstemperaturen (om konstant) °C

Inblåsningstemperaturer (varierar, se bilaga) *25.1* °C

Rita en skiss av rummet och installationerna och ange
projekterat och ev mätt luftflöde (hänvisning till mät rapport)
inblåsningsriktning
ev inställning av ventilationsdonen



Skala: en ruta motsvarar *0.5* x *0.5* m

Firma	Inneklimatmätning: Mätning av lufthastighet	Bilaga nr: 6.5
Adress		Utförd av: LSN
Tel		Datum: 8.04.28
	Schema 5	

Ärende: *Stiftelsen Vårdshus* Byggnad: *Hus A* Rum: *Vardagsrum*

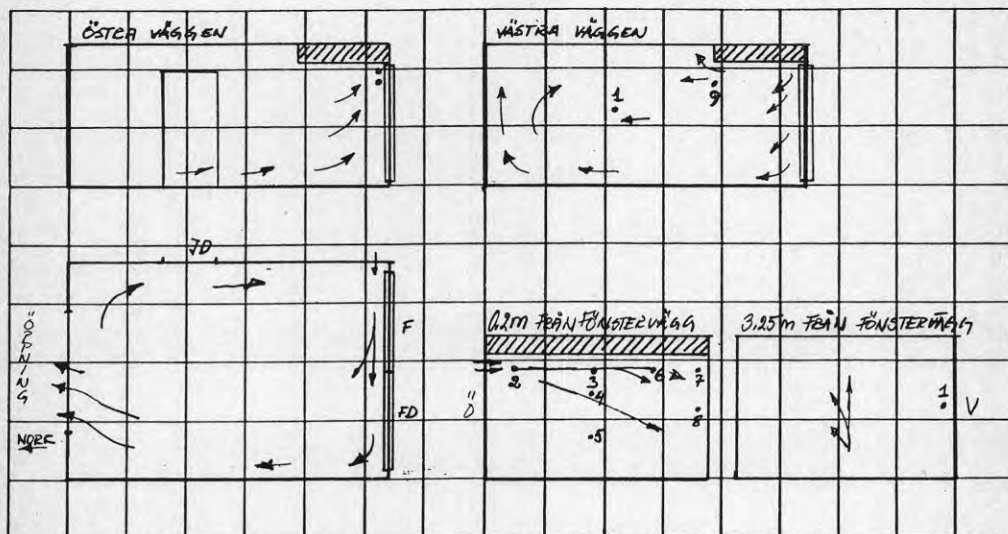
Kan eventuellt maskiner, möbler eller gardiner störa luftens inblåsning?

ja nej

Om svaret är ja eller om lokalen icke är möblerad, har dessa förhållanden simulerats?

ja nej

Eventuell simulering:



Skala: en ruta motsvarar ... / . x ... / . . . m

Mätresultat kl. *10*

Punkt nr	Lufthastighet, m/s				lufttemperatur, °C	
	mätt		korrigerat		mätt	korr.
	medel	max	medel	max		
1	0,12	0,18			19,2	
2	0,5	0,7			19,3	
3	0,45	0,6			19,2	
4	0,2	0,3			19,1	
5	0,05	0,1			19,1	
6	0,35	0,5			19,2	
7	0,25	0,35			19,1	
8	0,15	0,25			19,1	

Anmärkning

Lokalen skissas i rutorna med markering av fönster och deras orientering, ventilationsdon samt mätpunkter. Om möjligt ritas linjer för områden med lufthastigheter 0,15 m/s, t ex med 0,1 m/s som intervall (0,2 m/s, 0,3 m/s).

Firma	Inneklimatmätning: Mätning av lufttemperatur och relativ fuktighet	Bilaga nr: 6.6
Adress		Utförd av: CSN
Tel		Datum: 83.04.28
	Schema 6	

Ärende: Stiftelsen Vårerdshus Byggnad: Hus A Rum: Vardagsrum

Växlande

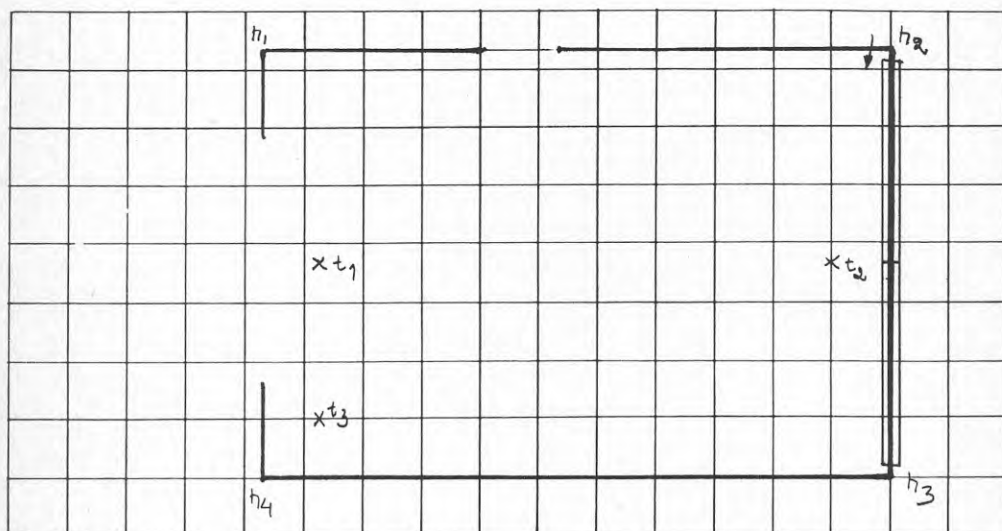
✓ Sol in i rummet

Solen avskärmd

Ingen sol

Typ av solavskärmning:

Andra belastningar utöver de i schema 2 nämnda:



Skala: en ruta motsvarar .05. x .05. m

Mätresultat kl. 11:30

Punkt nr	0,1 m över golv		1,80 m över golv	
	avläst	korr.	avläst	korr.
1	20,4		20,5	
2	19,9		20,0	
3	19,8		20,0	
4				
5				
6				
7				
8				

Anmärkning

t_{max} ... 20,5 °C
 t_{min} ... 19,8 °C
 Δt max vertikalt ... 0,12 °C/m
 RF = .47 % vid ... 19,8 °C

Mätpunkt ... 3 ... är referenspunkt för registrerade mätningar och relativ luftfuktighet.

Lokalen skissas i rutorna; markera fönster, orientering, ventilationsdon samt mätpunkter.

Firma	Inneklimatmätning: Registrering	Bilaga nr: 6.7
Adress		Utförd av: LSN
Tel		Datum: 13.04.88
		Schema 7

Ärende: Hjstelsen Vårendstus Byggnad: Hus A Rum: Vardagsrum

Beräkning av rumsluftens temperatur enligt R45:1993											
Beräkning av temperaturerna i punkterna 1, 2, 3 1.2 m över golv, så kallat plan 2:											
$t_{p2} = (t_{p1} + 2t_{p3}) / 3$											
$\Rightarrow t_{1,p2} = 20.5^{\circ}\text{C}$											
$t_{2,p2} = 20.0^{\circ}\text{C}$											
$t_{3,p2} = 19.9^{\circ}\text{C}$											
De tre uppmätta temperaturerna be-tecknas i plan 1: t_1, t_2, t_3 och i plan 3: t_4, t_5, t_6											
Temperaturerna i höjdpunkterna be-tecknas i plan 1: t_{h1}, t_{h2}, t_{h3} och t_{h4} ; och i plan 3: $t_{h5}, t_{h6}, t_{h7}, t_{h8}$											
plan 1: 0.1 m över golv						plan 3: 1.8 m över golv					
$t_1 = 20.4^{\circ}\text{C}$						$t_4 = 20.5^{\circ}\text{C}$					
$t_2 = 19.9^{\circ}\text{C}$						$t_5 = 20.0^{\circ}\text{C}$					
$t_3 = 19.3^{\circ}\text{C}$						$t_6 = 20.0^{\circ}\text{C}$					
$t_{h1} = t_3 = 19.8^{\circ}\text{C}$						$t_{h5} = t_6 = 20.0^{\circ}\text{C}$					
$t_{h2} = t_2 - t_1 + t_3 = 19.3^{\circ}\text{C}$						$t_{h6} = t_5 - t_4 + t_6 = 19.5^{\circ}\text{C}$					
$t_{h3} = t_2 + (t_1 - t_3) / 2 = 20.2^{\circ}\text{C}$						$t_{h7} = t_5 + (t_4 - t_6) / 2 = 20.2^{\circ}\text{C}$					
$t_{h4} = t_1 + (t_1 - t_3) / 2 = 20.7^{\circ}\text{C}$						$t_{h8} = t_4 + (t_4 - t_6) / 2 = 20.8^{\circ}\text{C}$					
$t_{m1} = (t_1 + 2t_2 + t_3) / 4 = 20.0^{\circ}\text{C}$						$t_{m3} = (t_4 + 2t_5 + t_6) / 4 = 20.1^{\circ}\text{C}$					

Firma	Inneklimatmätning: Registrering	Bilaga nr: 6.8
Adress		Utförd av: LSN
Tel		Datum: 83.04.28
	Schema 7	

Ärende: Stiftelsen Vårerudskola Byggnad: Hus A Rum: Vardagsrum

t_{m1} och t_{m3} är medeltemperaturerna i plan 1 resp 3.
Medeltemperaturen i plan 2 för representera medel-
temperaturen i hela rummet

$$t_m = t_{m2} = (t_{m1} + 2t_{m3})/3 = 20,1^\circ\text{C}$$

$$t_{\max} = \max(t_{m_i}) = 20,7^\circ\text{C}$$

$$t_{\min} = \min(t_{m_i}) = 19,3^\circ\text{C}$$

gradienter:

$$g_{x2} = \text{gradient i x-led plan 1} = \frac{t_2 - t_1}{1,35} = -0,44^\circ\text{C/m}$$

$$g_{x3} = \text{gradient i x-led plan 3} = \frac{t_6 - t_4}{1,35} = -0,37^\circ\text{C/m}$$

$$g_{y1} = \text{gradient i y-led plan 1} = \frac{t_2 - t_1}{4,35} = -0,11^\circ\text{C/m}$$

$$g_{y3} = \text{gradient i y-led plan 3} = \frac{t_5 - t_4}{4,35} = -0,11^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z1} = \text{gradient i z-led hörn 1} = \frac{t_{15} - t_{17}}{1,7} = 0,12^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z2} = \text{gradient i z-led hörn 2} = \frac{t_{16} - t_{12}}{1,7} = 0,41^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z3} = \text{gradient i z-led hörn 3} = \frac{t_{17} - t_{13}}{1,7} = 0,03^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z4} = \text{gradient i z-led hörn 4} = \frac{t_{18} - t_{14}}{1,7} = 0,03^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z, \max} = 0,41^\circ\text{C/m} \quad g_{z, \min} = 0,03^\circ\text{C/m}$$

$$g_{z, \text{medel}} = 0,15^\circ\text{C/m}$$

Firma	Inneklimatmätning: Mätning av riktad operativ temperatur	Bilaga nr: 6.9
Adress		Utförd av: CSN
Tel		Datum: 83.04.28
		Schema B

Ärende: *Hjelpen. Vårdshus* Byggnad: *Hus A* Rum: *Vårdslagsrum*

växlande

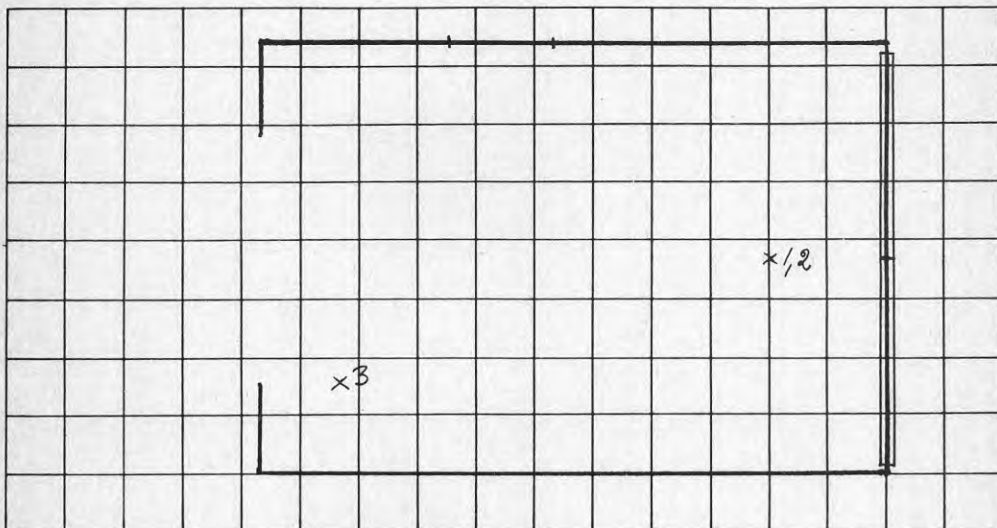
✓ Sol in i rummet

Solen avskärmd

Ingen sol

Typ av solavskärmning

Andra belastningar utöver de i schema 2 nämnda:



Skala: en ruta motsvarar .. 0.5 . x . 0.5 . m

Mätresultat kl. 10³⁰ - 13⁰⁰

Punkt nr	$\vec{\theta}_{op}$	
	avläst	korr.
1	$\frac{22.3 + 20.9}{2}$	= 21.35
2	$\frac{25.8 + 21.8}{2}$	= 23.8
3	$\frac{24.7 + 20.8}{2}$	= 22.75
4		
5	$\frac{24.35 + 20.75}{2}$	= 22.65
6		

$$\vec{\theta}_{op} = \frac{\vec{\theta}_y + \theta_e}{2}$$

1.8 m över golv

1.15 m över golv

1.15 m över golv

Samma som punkt 2
mätt kl 14-15

Anmärkning

$\vec{\theta}_{op}$ max 23.8 °C

$\vec{\theta}_{op}$ min 21.25 °C

Diff $\vec{\theta}_{op}$ 2.55 °C

Eventuell asymmetri:

Rummet skissas i rutorna; markera fönster och orientering samt installationer med särskilt inflytande på den riktade operativa temperaturen; ange mätpunkterna.

Firma

Adress

Tel

Inneklimatmätning:

Mätning av riktad operativ temperatur

Schema 8

Bilaga nr: 6.10

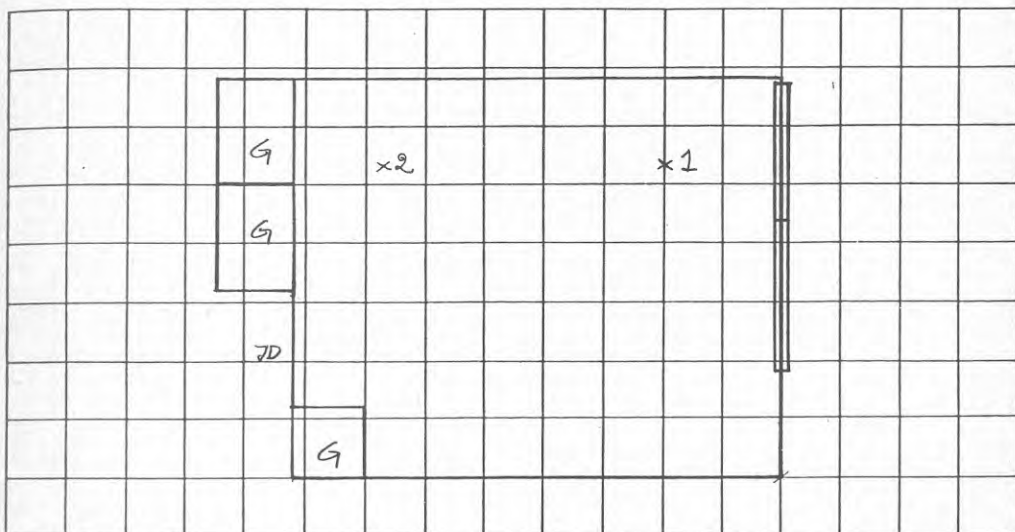
Utförd av: CSN

Datum: 8/04/28

Ärende: *Stiftelsen Vårdshus* Byggnad: *Hus A* Rum: *Sovrum*Sol in i rummet Solen avskärmd Ingen sol

Typ av solavskärmning

Andra belastningar utöver de i schema 2 nämnda:

Skala: en ruta motsvarar *0,5 x 0,6* mMätresultat kl. *12:55 - 14:00*

Punkt nr	$\vec{\theta}_{op}$		
	avläst	korr.	
1	$\frac{27,9 + 22,5}{2}$	$= 25,2$	1,15 m över golv
2	$\frac{23,4 + 22,2}{2}$	$= 22,8$	1,15 m över golv
3			
4			
5			
6			

Anmärkning

 $\vec{\theta}_{op}$ max *25,2* °C $\vec{\theta}_{op}$ min *22,8* °CDiff $\vec{\theta}_{op}$ *2,4* °C

Eventuell asymmetri:

Rummet skissas i rutorna; markera fönster och orientering samt installationer med särskilt inflytande på den riktade operativa temperaturen; ange mätpunkterna.

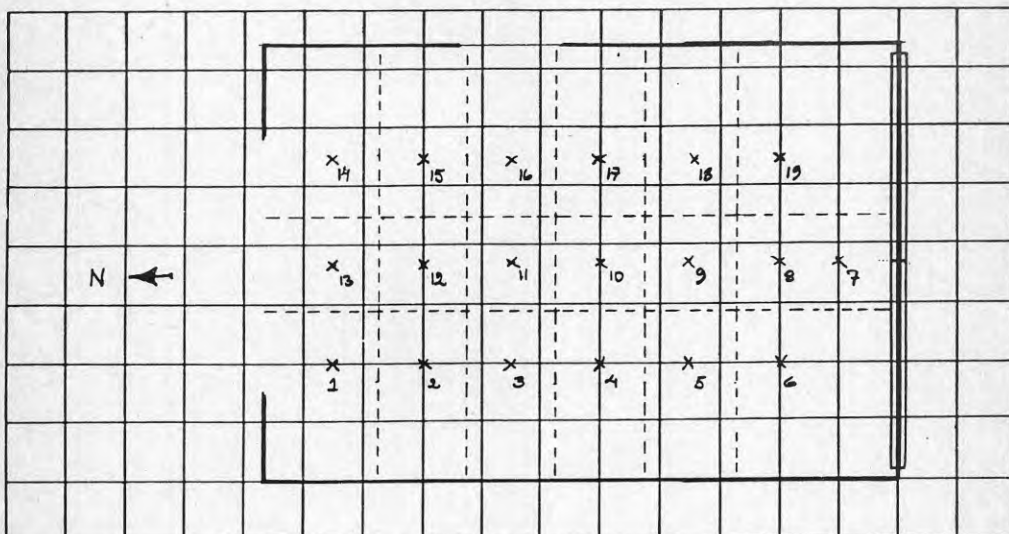
Firma	Inneklimatmätning: Mätning av ytttemperatur	Bilaga nr: 611
Adress		Utförd av: CGN
Tel		Datum: 83.04.28
	Schema 9	

Ärende: *Hjulfelsen Värendshus* Byggnad: *Hvs A* Rum: *Vardagsrum*

Sol in i rummet Solen avskärmad Ingen sol

Typ av solavskärmning

Andra belastningar utöver de i schema 2 nämnda:



Skala: en ruta motsvarar *0.5* x *0.5* m

Mätresultat kl *13²⁰-14⁰⁰*

Punkt nr	Avläst, °C	Korr., °C	Svarar till medelvärdet för arean, m ²
1	<i>mätresultat enligt bilaga 8.12</i>		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Anmärkning

golvt. temp. max *21.7 °C*
 min *20.4 °C* *har varit solbelyst i skuggan*

taktemp.
 för ytan max °C
 min °C

fönster medel °C

radiator medel °C

Lokalen skissas i rutorna; markera fönster och orientering samt installationer som har särskild betydelse för medelstrålningstemperaturen; ange mätpunkterna.

Firma	Inneklimatmätning: Registrering	Bilaga nr: 6,12
Adress		Utförd av: CSN
Tel		Datum: 88.04.28
	Schema 7	

Ärende: *Stiftelsen Vårerendshus* Byggnad: *Hus A* Rum: *Vardagsrum*

PUNKT	NR	AVLÄST, °C	SVARAR TILL MEDELVÄRDET FÖR AREAN, W/m ²
1		20.7	1.41
2		20.4	1.09
3		20.7	1.09
4		20.9	1.09
5		21.0	1.09
6		21.3	2.03
7		21.7	0.62
8		21.1	0.52
9		20.8	0.62
10		20.7	0.62
11		20.6	0.62
12		20.5	0.62
13		20.4	0.80
14		20.4	1.41
15		20.6	1.09
16		20.7	1.09
17		21.0	1.09
18		21.3	1.09
19		21.6	2.03

← OBS! har varit solbelyst

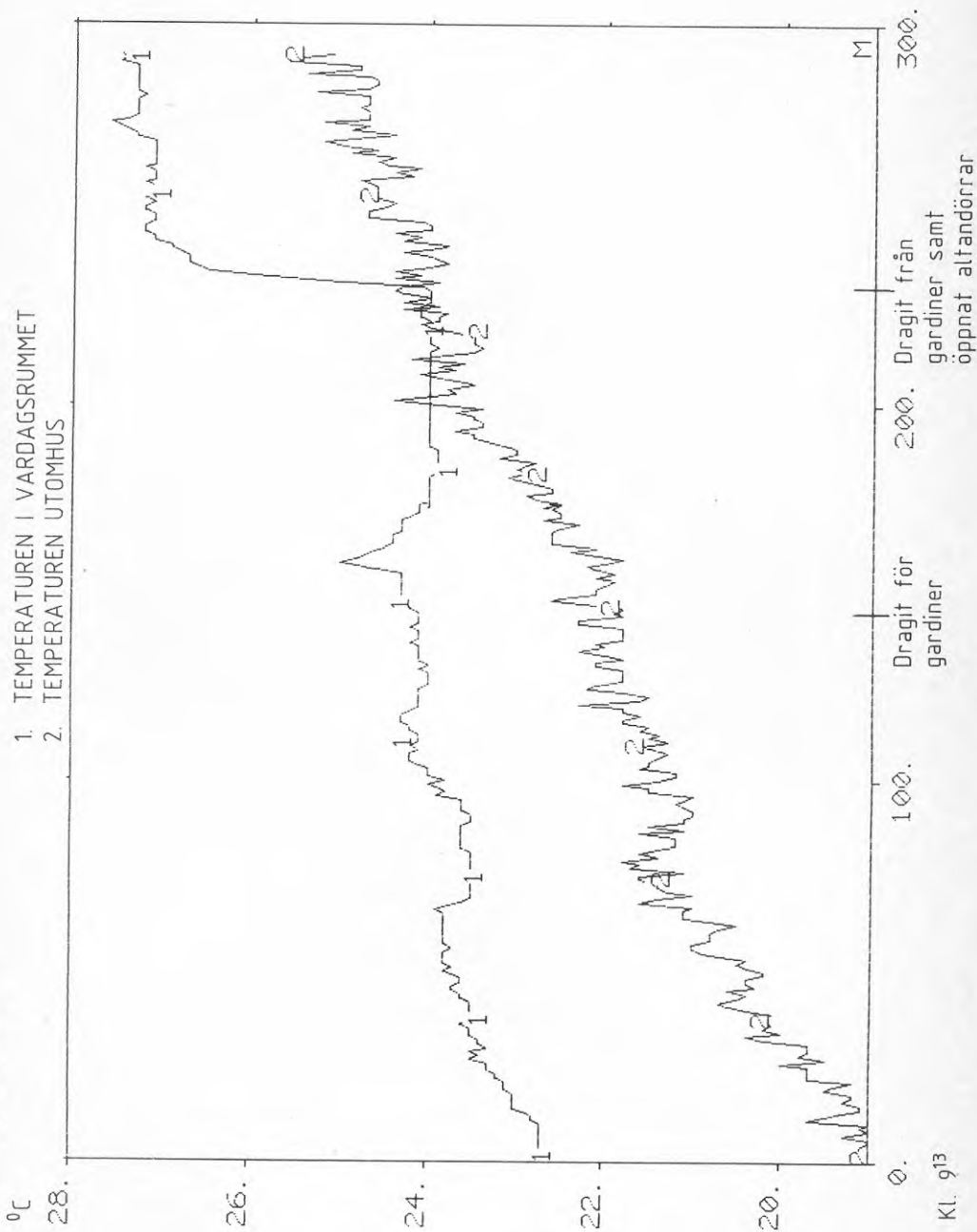
Medelvärde: 20.9°C

BILAGA 7

MÄTPERIOD 3	Datum				
	5/7	6/7	12/7	13/7	14/7
Upptagen energi av värmepumpen (kWh)	92	58	41	33	24
Värmepumpfaktor	för alla dygnet 1,8				
Medeltemperatur före förångare (°C)	19,7	23,6	30,0	30,5	24,4
Gångtid för värmepumpen (h)	5,1	4,1	1,4	1,4	3,4
Infallen solenergi mot solfångare (kWh)	272	284	361	465	217
Upptagen energi av solfångare (kWh)	57	107	101	118	78
$\eta_{\text{energi, solfångare}}$	0,21	0,38	0,28	0,25	0,36
Vindstyrka (m/s)	2,2	2,0	1,7	2,0	1,7
Vindriktning (m/s)	N	N	NV	NV	N
Utetemperatur (°C)	13,9	17,8	24,1	23,4	25,7
Tillförd energi till hus A från panna (kWh)	-	-	-	-	-

PLOT E0706D(12) E0706E(1)
 84.09.19 - 15:38:20

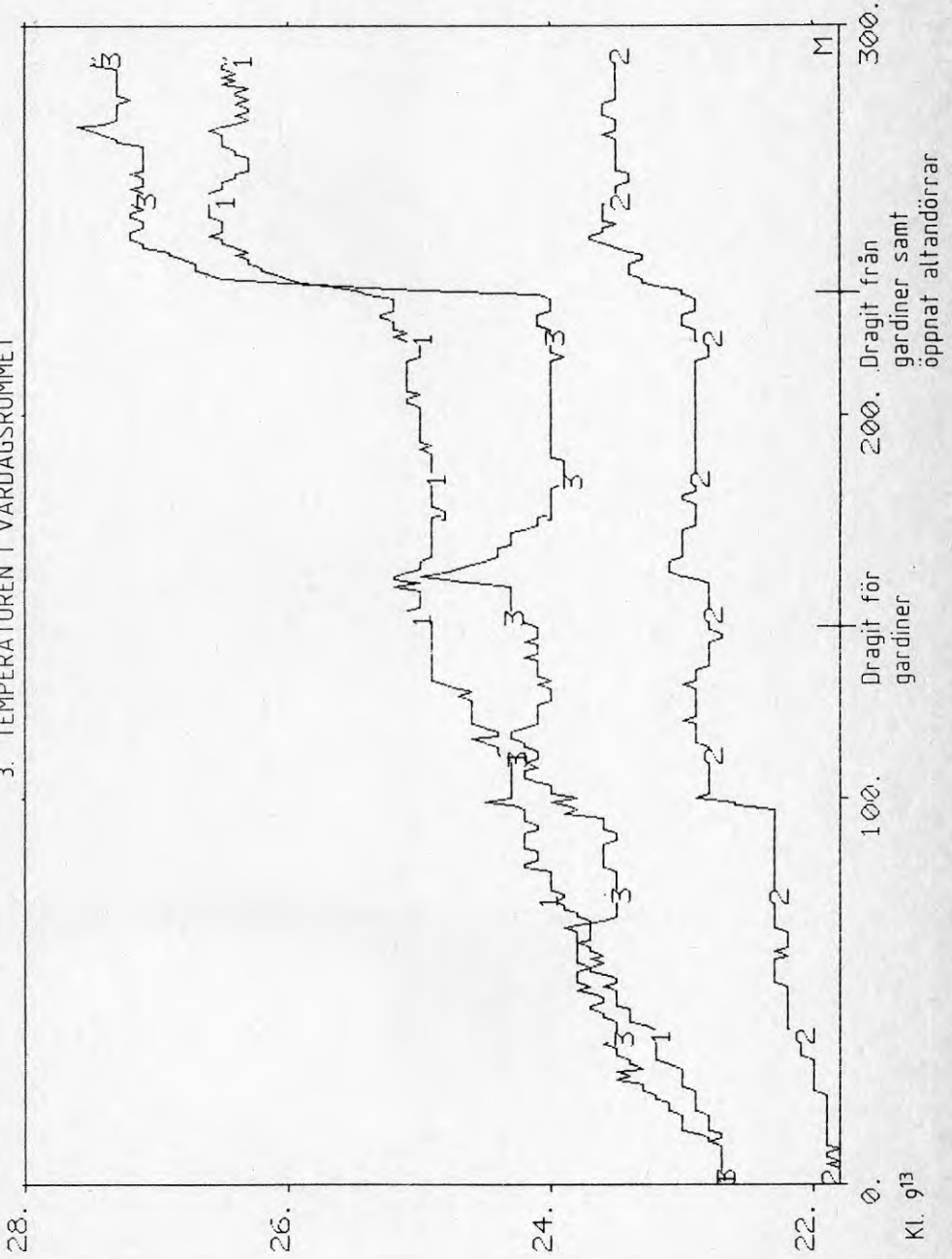
1. TEMPERATUREN I VARDAGSRUMMET
 2. TEMPERATUREN UTMOMHUS



PLOT E0706D(10 11 12)
84.09.19 - 15:43:10

°C

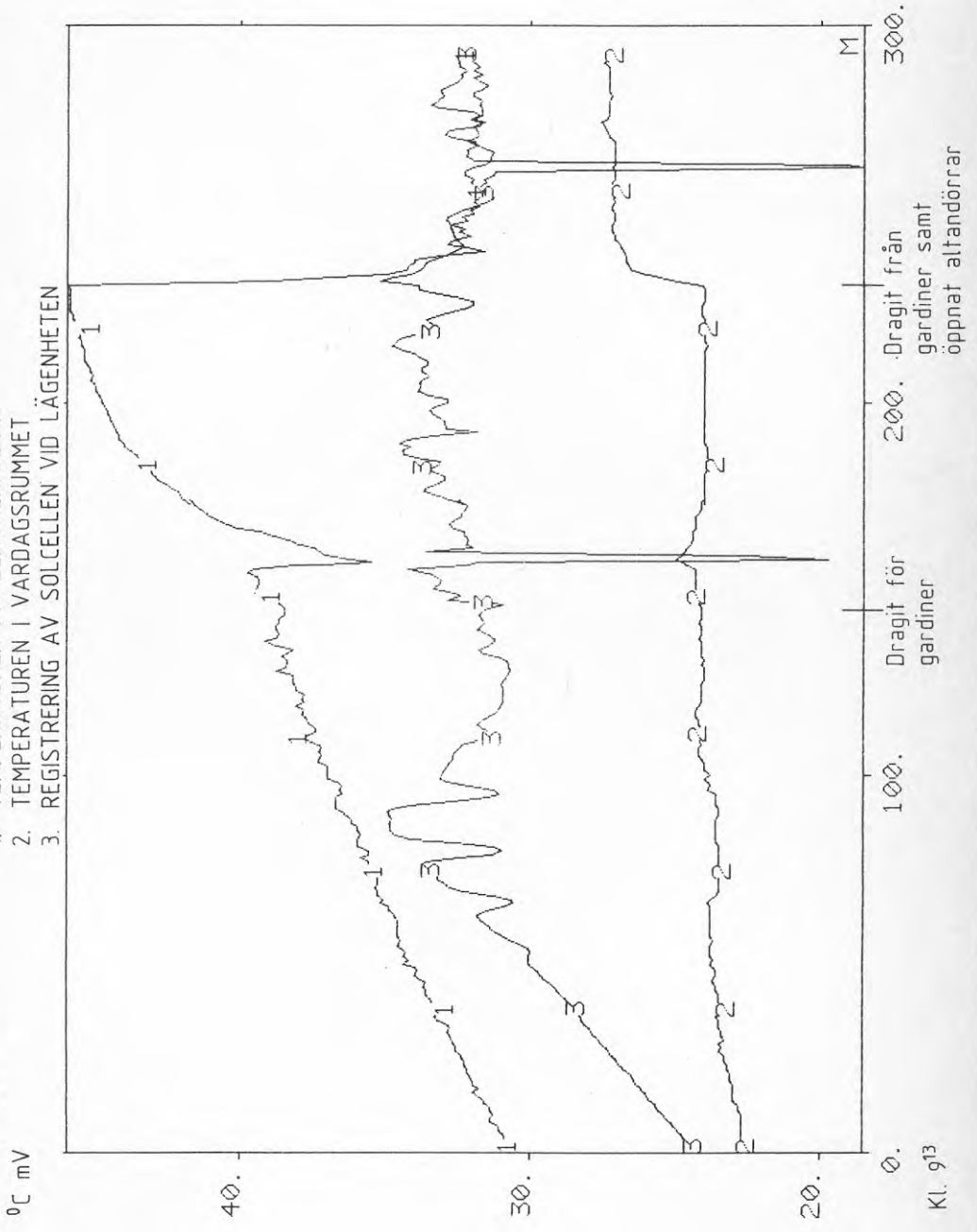
1. TEMPERATUREN I SOVRUMMET
2. TEMPERATUREN I KÖKET
3. TEMPERATUREN I VARDAGSRUMMET



Kl. 9¹³

PLOT E0706D(9 12 14)
84.09.19 - 15:47:40

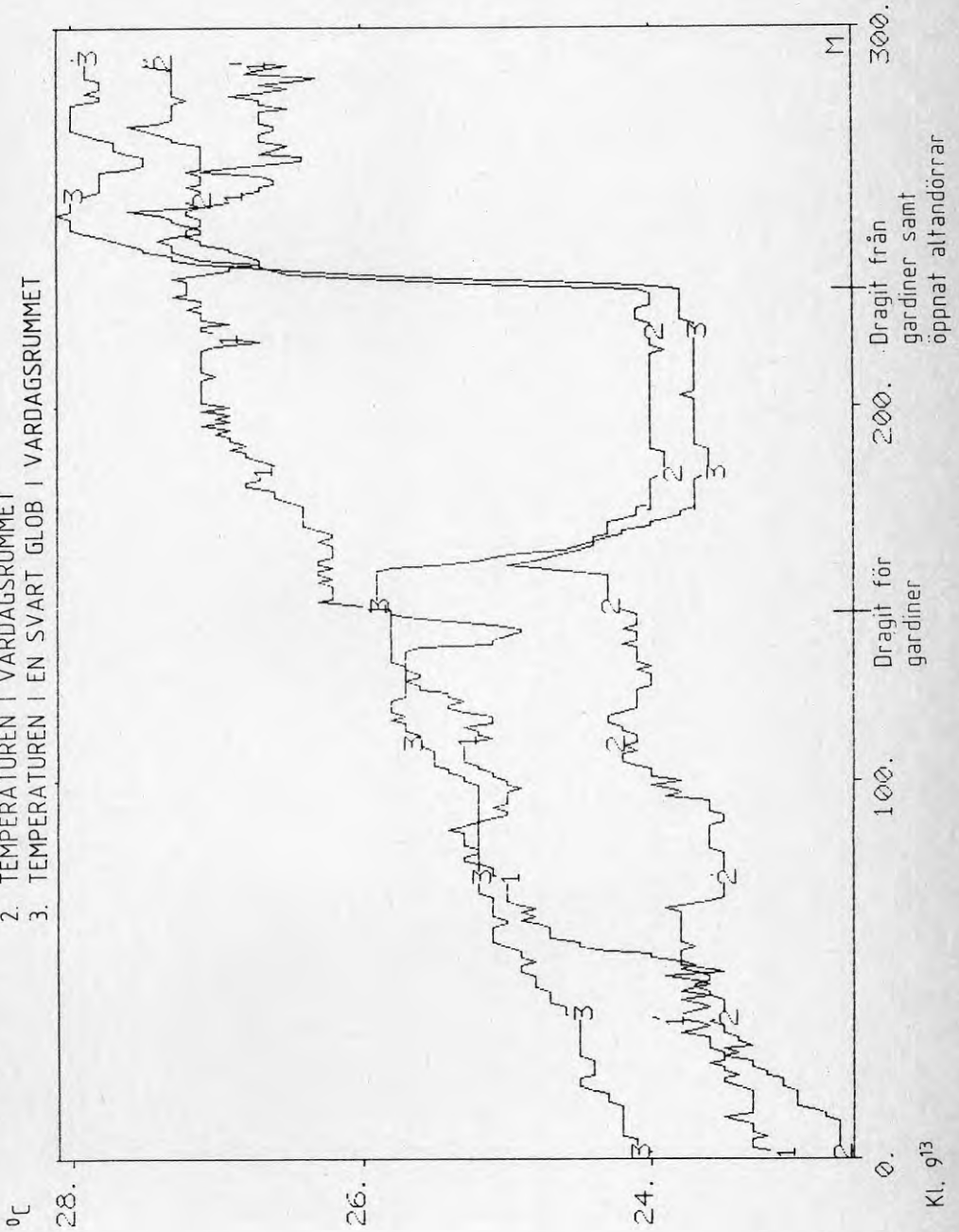
- 1. TEMPERATUREN PÅ GLASVERANDAN
- 2. TEMPERATUREN I VARDAGSRUMMET
- 3. REGISTRERING AV SOLCELLEN VID LÄGENHETEN



BILAGA 8:4

>
 PLOT E0706D(8 12 13)
 84.09.19 - 15:52:11

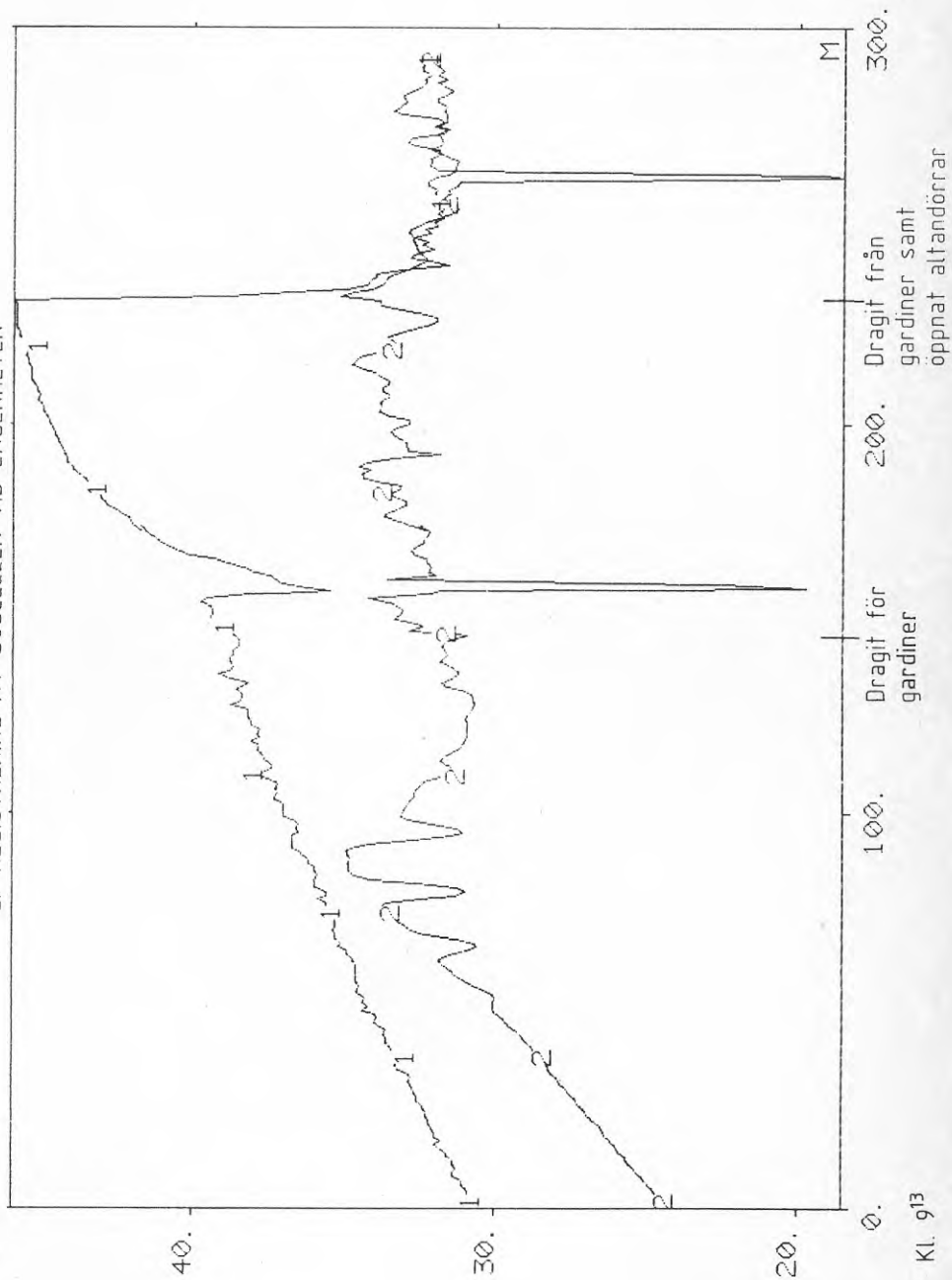
1. TEMPERATUREN I GRANNLÄGENHETEN
2. TEMPERATUREN I VARDAGSRUMMET
3. TEMPERATUREN I EN SVART GLOB I VARDAGSRUMMET



PLOT E0706D(9 14)
84.09.19 - 15:56:53

°C mV

1. TEMPERATUREN PÅ GLASVERANDAN
2. REGISTRERING AV SOLCELLEN VID LÄGENHETEN



Kl. 9¹³

BILAGA 9

MÄTPERIOD 4	Datum				
	29/10	30/10	31/10	1/11	2/11
Upptagen energi av värmepumpen (kWh)	176	210	264	271	254
Värmepumpfaktor	för alla dygnet 2.85				
Medeltemperatur före förångare (°C)	5,0	6,7	8,4	10,0	10,7
Gångtid för värmepumpen (h)	13,5	17,6	15,9	16,4	16,4
Infallen solenergi mot solfångare (kWh)	108	341	21	87	56
Upptagen energi av solfångare (kWh)	63	137	8	42	22
η energi, solfångare	0,58	0,40	0,39	0,49	0,39
Vindstyrka (m/s)	1,2	2,2	4,1	2,4	4,3
Vindriktning (m/s)	NV	SV	SV	S	V
Utetemperatur (°C)	-1,1	+1,5	+5,2	+4,1	+7,5
Tillförd energi till hus A från panna (kWh)	-	76,7	-	-	-
Temperatur vardagsrum medelvärde under dygnet (°C)	20,5	23,0	20,0	20,6	20,6

BILAGA 10

MÄTPERIOD 5	Datum					
	11/2	12/2	13/2	13/2	14/2	15/2
Upptagen energi av värmepumpen (kWh)	201	253	221	164	204	136
Värmepumpfaktor	2,3	2,8	2,5	3,2	2,4	2,3
Medeltemperatur före förångare (°C)	15,2	5,3	5,5	10,4	8,7	5,7
Gångtid för värmepumpen (h)	19,5	22,0	22,5	15,5	20,5	10,5
Infallen solenergi mot solfångare (kWh)	58	64	30	20	32	33
Upptagen energi av solfångare (kWh)	10	19	8	2	9	2
$\eta_{\text{energi,solfångare}}$	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
Vindstyrka (m/s)	1,9	1,2	2,1	1,5	1,5	1,3
Vindriktning (m/s)	SO	NV	NV	NV	N	NO
Utetemperatur (°C)	+0,4	0,0	-0,5	-0,1	-3,3	-2,8
Tillförd energi till hus A från panna (kWh)	629	150	573	214	712	-218*

* negativt värde pga att cirkulationspumpen har gått trots att pannan har stått stilla.

LITTERATUR:

Wieslander, J, 1980, IDPAC Commands - User's Guide.
Institutionen för reglerteknik, Lunds Tekniska Högskola.

Adamsson, B, Löfstedt, B. Operativ temperatur - ett mått på kroppens värmeavgivning, VVS, nr 10, 1976.

Adamsson, B, Löfstedt, B. Mätning av operativ temperatur, VVS, nr 11, 1976

Erikson, B, m fl. Mätning av termiskt inneklimat, Byggforskningens informationsblad B5:1876.

Lövstedt, B. Klimathygien, Byggforskningens informationsblad B8:1976.

Rudholm, B, Eriksson, E. Kompensering av strålningsdrag, VVS, nr 10, 1968.

Svensson, A. Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer, Byggforskningens informationsblad B4:1977.

Wancke, F, m fl. Kontrollteknik för installationer - en etappredovisning, Byggforskningens Rapport R45:1973.

Åsberg, T. Injustering av luftflöden i ventilationsinstallationer -beskrivning av proportionalitetsmetoden, Byggforskningsrådet T12:1981.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811271-0
från Statens råd för byggnadsforskning till ÅF-Energi-
konsult AB, Malmö.**

R197: 1984

ISBN 91-540-4273-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704197

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 35 kr exkl moms