



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**

**R25:1989**

**Konvertering från direktelvärm  
till luftvärmesystem i  
flerbostadshus i Råslätt**

**Per Göransson  
Björn Qvist  
Catrin Sällborn Werner**



R/TL

**Byggforskningsrådet**

R25:1989

KONVERTERING FRÅN DIREKTELVÄRME TILL LUFTVÄRMESYSTEM  
I FLERBOSTADSHUS I RASLÄTT

Per Göransson  
Björn Qvist  
Catrin Sällborn Werner

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870888-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till ÅF energi-  
konsult AB, Stockholm.

## REFERAT

Målsättningen i detta projekt har varit att studera konvertering från uppvärmning med direktverkande el i flerbostadshus till uppvärmning med vatten eller luft som värmebärare. Mest ekonomiskt visade det sig att konvertera till system med luft som värmebärare. Totalkostnaden för installation av ett luftvärmesystem blev här 6 000 kr per lägenhet. Motsvarande totalkostnad för installation av radiatorer blir mellan 12 500 och 16 500 kronor per lägenhet.

För att snabbt få ett svar på hur lägenheter ur klimatsynpunkt klarar att värmas upp med övertempererad tilluft utfördes vintern 1987, mars till april, mätningar i två lägenheter i Råslätt där tilluften eftervärmades i elbatterier i respektive lägenhet. Tillluftstemperaturen var maximalt cirka 35°C.

Med rätt dimensionerat eftervärmningsbatteri kan medeltemperaturen hållas vid rätt nivå i samtliga rum utom köket. Köket har idag ingen tilluft. Tillluftdon skall installeras i samtliga kök för att systemet skall ge önskat klimat.

Temperaturgradienten mellan golv och tak i vardagsrummet och köket överskred inte någon gång under mätperioden den av NKB rekommenderade, dvs 3K.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R25:1989

ISBN 91-540-5012-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND .....	3
1.1	Målsättning .....	5
1.2	Husens standard .....	5
1.3	Val av systemutformning .....	7
2	SYSTEMUTFORMNING FÖRE OMBYGGNAD .....	10
2.1	Uppvärmning och ventilation .....	10
2.2	Varmvatten .....	15
3	NYA SYSTEMLÖSNINGEN .....	16
3.1	Endast förvärmare - varför detta alternativ förkastades .....	16
3.2	Förvärmare och eftervärmare .....	17
3.3	Värmeundercentral .....	19
3.4	Styrning av elradiatorer .....	23
3.4.1	Funktionsbeskrivning - elstyrning .....	24
3.5	Dragning av stammar.....	25
3.6	Val av tilluft- och frånluftflöde .....	27
4	MÄTNINGARNAS UTFÖRANDE - KONTINUERLIG MÄTINSAMLING.....	28
4.1	Mätupställning i undercentral.....	28
4.1.1	Givarnas placering.....	28
4.1.2	Sökta storheter.....	30
4.2	Mätningar i elcentral .....	31
4.2.1	Givares placering och sökta storheter .....	31
4.3	Mätupställning i lägenheterna och ventilationsaggregatet.....	32
4.3.1	Givarnas placering och sökta storheter.....	33
4.4	Datainsamling .....	40
5	MANUELLA MÄTNINGAR - PÅ PLATS .....	41
5.1	Luftflödesmätningar.....	41
5.2	Temperaturmätningar .....	41
5.3	Tryckfall.....	43
5.4	Ljud .....	43
5.5	Lokal luftutbyteseffektivitet .....	44
5.5.1	Teori .....	44
5.5.2	Spårgasmätning .....	46

6	RESULTAT AV MÄTNINGARNA .....	48
6.1	Mätresultat - undercentral, elcentral .....	49
6.1.1	Energiförbrukning, luftvärme, elradiatorer .....	49
6.1.2	Temperaturen i primärkrets .....	59
6.1.3	Temperatur i sekundärsystem .....	61
6.1.4	Temperaturen i ackumulatorn .....	64
6.1.5	Temperatur, varmvattenberedare .....	66
6.1.6	Temperatur, varmvatten .....	68
6.2	Mätresultat - lägenheter .....	70
6.2.1	Temperaturer och effektbehov .....	72
6.2.2	Temperaturgradient .....	96
6.2.2.1	Oisolerad tilluftkanal i undertak .....	98
6.2.2.2	Värmetillskott från värmeledningarna .....	100
6.2.3	Luftflöde före och efter ombyggnad .....	103
6.2.4	Tryckfall .....	104
6.2.5	Ljud .....	104
6.2.6	Lokal luftutbyteseffektivitet .....	107
7	SLUTSATSER AV MÄTNINGARNA .....	115
8	INTERVJUENKÄT - RÅSLÄTT .....	116
8.1	Komfort och temperaturförhållanden .....	117
8.1.1	Temperaturönskemål och komfortupplevelse före ombyggnad .....	117
8.1.2	Temperaturönskemål och komfortupplevelse efter ombyggnaden .....	121
8.2	Anpassning till aktuella temperatur- förhållanden .....	125
8.3	Upplevelse av drag i lägenheterna .....	127
8.4	Upplevelse av drag i lägenheten - efter ombyggnad .....	130
8.5	Ventilation i lägenheten - dess funktion före ombyggnad .....	131
8.6	Ventilation i lägenheten och dess funktion efter ombyggnaden .....	135
8.7	Fukthalten .....	139
8.8	Vädring .....	140
8.9 <sub>1</sub>	Lägenheten och hälsan .....	141
8.10	Synpunkter från hyresgästerna .....	150
8.10.1	Sammanfattning av hyresgästernas synpunkter .....	150
8.10.2	Svar på frågorna .....	150
9	SAMMANFATTNING .....	155
	Bilaga 1: Litteraturförteckning .....	156
	Bilaga 2: Intervjuformulär .....	157

## 1 BAKGRUND

Bostadsområdet Råslätt ligger i södra utkanten av Jönköping och omfattar totalt 2 300 lägenheter fördelade på 30 hus samt ett affärscentrum, en fritidsbyggnad, en kyrka och två skolor. Vätterhem som äger och förvaltar området beslutade 1986 att en konstfrusen bandy bana skulle byggas i bostadsområdet. Inledningsvis studerades hur kondensorvärmnen från bandybanans frysanläggning skulle kunna användas. Ett förslag utarbetades som kom att se ut enligt följande:

En kombinerad kyl- och värmepumpcentral utviner värme ur bandybanan och ur uteluften. Värmeeffekten beräknades till ca 2 MW. Värmen distribueras med vatten som värmebärare. Ingående resp utgående temperatur till varmvattenberedaren i undercentralen i respektive hus dimensionerades till 80 °C respektive 30 °C. Bostadshusen har idag styrd från- och tillluftventilation med värmeväxlare, så kallad FTX-ventilation. Tilluften värms med elbatteri, som sitter i tilluftkanalen efter värmeväxlaren, till önskad tillufttemperatur. Transmissionsförluster och förluster orsakade av ofrivillig ventilation täcks av elradiatorer. Principutförande se bild 1.1.

För att kunna avsätta energin från kylmaskinernas kondensorer bedömdes det lämpligt att ersätta el för lokaluppvärmning med ledningsburen värme från kyl-/värmepumpanläggningen.

I en första etapp av detta mätprojekt studerades hur man bäst konverterar husen från uppvärmning med direktverkande el till uppvärmning med vatten eller luft som värmebärare, se Rapport - "Förstudie av alternativt uppvärmningssystem i lägenheterna i Råslätt". Vi konstaterade då att alternativet med luft som värmebärare i vårt fall skulle bli mellan 6.500 och 10.500 kronor billigare per lägenhet än alternativet med vatten som värmebärare. Då var inte undercentralens ombyggnad med i kalkylerna.

Jämförs den kostnadsbedömning som utfördes 1987 med vad elanvändningsdelegationen framfört i sitt betänkande 1987 avseende konverteringsåtgärder och den reella kostnaden för ombyggnad av en trappuppgång är luft som värmebärare än mer intressant idag.

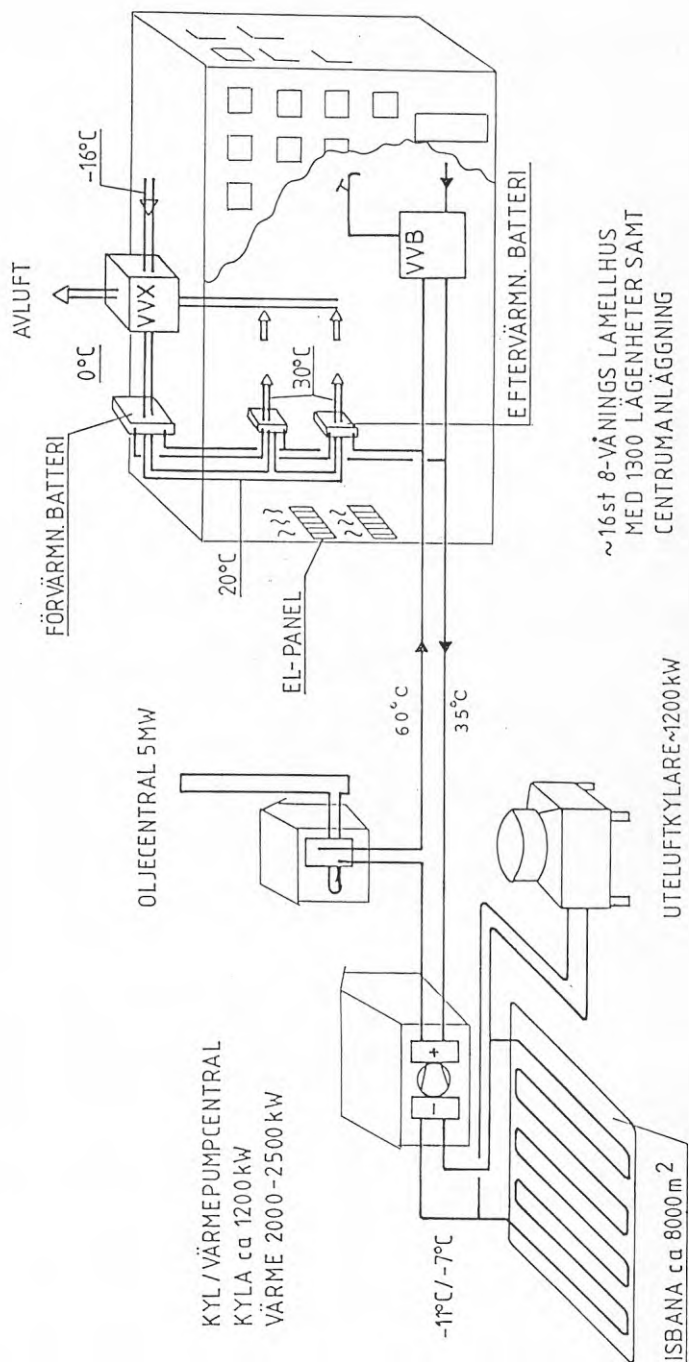


Bild 1.1 Principutförande av värmeanläggningen i Råslätt.

Kostnaden för installation av radiatorsystem med vatten som värmebärare har där uppskattats till mellan 15.000 och 35.000 kronor per lägenhet. Inkluderas undercentralen blir motsvarande kostnad mellan 25.000 och 45.000 kronor per lägenhet.

Det mätprojekt som utförts i ett trapphus i Råslätt pekar på en investeringskostnad för värmesystem på 6.000 kronor per lägenhet och 5.000 kronor per lägenhet för undercentral.

Den ombyggnad som planeras i Råslätt utnyttjar befintliga installationer i största möjliga utsträckning för att göra konverteringsåtgärden ekonomiskt möjlig.

### 1.1 Målsättning

Målsättningen i detta mätprojekt är att lösa de problem och frågor som finns och är utforskade vad gäller konvertering från direktelvärmesystem till ett system med luft som värmebärare i ett befintligt flerbostadshus. En trappuppgång med 20 lägenheter är ombyggd med denna systemlösning och mätningar är utförda februari-april 1988. Erhålls önskat resultat kommer 1 300 lägenheter att byggas om i etapp III och ytterligare 1 300 lägenheter i etapp IV.

### 1.2 Husens standard

Husen i Råslätt byggdes 1968, se bild 1.2. Samtliga hus är försedda med treglasfönster. Husen är relativt välisolerade. K-värdet för yttervägg är  $0,28 \text{ W/m}^2, \text{K}$ , för yttertak  $0,26 \text{ W/m}^2, \text{K}$ , för golv mot källare  $0,65 \text{ W/m}^2, \text{K}$  och för fönster  $2 \text{ W/m}^2, \text{K}$ . I mätprojektet har vi utfört en studie av lokal luftutbyteseffektivitet, se avsnitt 5.6. I samband med dessa mätningar som utfördes i fyra lägenheter konstaterades att lägenheterna är täta, dvs inga oroväckande byggfel kunde konstateras i dessa lägenheter.



Bild 1.2 Råslätt

### 1.3 Val av systemutformning

Som beskrivs ovan består energisystemet i Råslätt efter ombyggnad av värmeproduktionsanläggning i form av kylmaskin/värmepumpanläggning samt en oljeeldad central. Värme distribueras via ett kulvertsystem till 16 undercentraler där värmväxling sker för överföring av värme till tappvarmvatten samt värme.

För dimensionering av ingående systemdelar har en datormodell av värmeunderlaget och systemet byggts upp där totala energikostnaden för området simuleras vid olika utformning av systemet. På detta sätt har olika grad av elkonvertering studerats avseende driftekonomi.

I modellen kan följande parametrar studeras med avseende på energiekonomi

- taxekonstruktion
- inblåsningstemperatur ventilationsluft
- temperaturnivå i distributionssystem
- storlek och prestanda kyl-/värmepumpanläggning
- storlek spetsvärmeanläggning

Som utdata ur modellen erhålls

- energi och effektförbrukning el
- energi förbrukning olja
- effekt och energireducering jämfört med dagens läge

samt motsvarande kostnader enligt ovan.

Modellens uppbyggnad framgår ur bilaga 1.

Inför experimentbyggnationen i ett trapphus studerades det ekonomiska utfallet för alternativ med respektive utan eftervärmning av ventilationsluften i respektive lägenhet.

Skillnaden avseende energitäckning eller elkonvertering framgår ur bild 1.3 nedan.

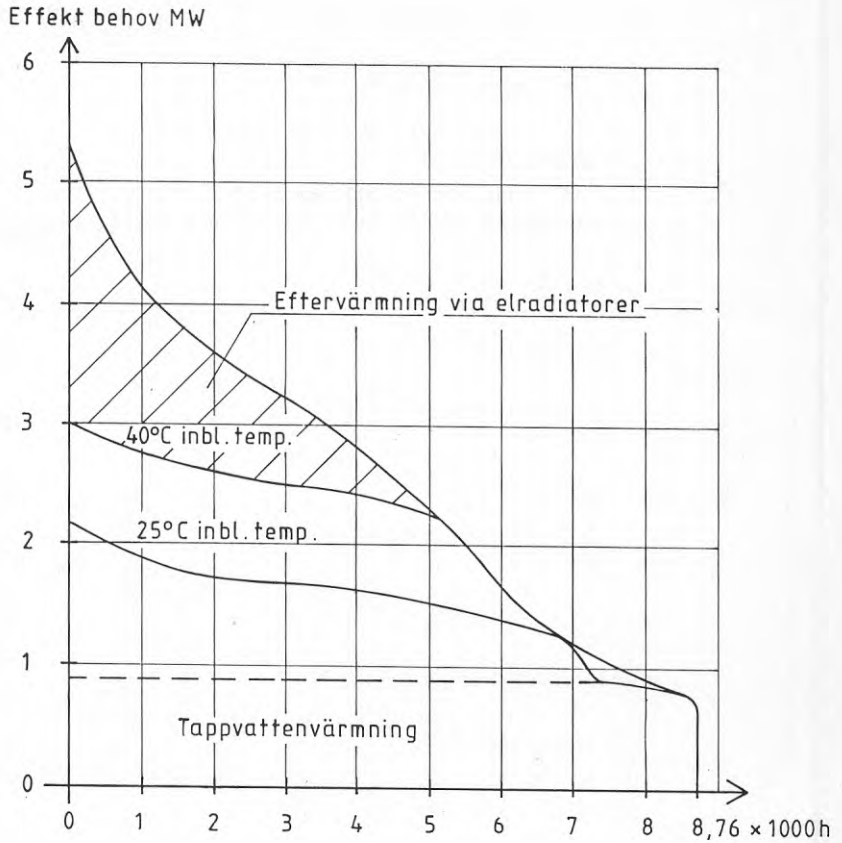


Bild 1.3 Energitäckning vid två olika temperaturer på tilluften i lägenheterna.

Skillnaden i värmeöverföring via ventilationsluften vid de två olika inblåsningstemperaturerna är ca 5000 MWh samt ca 1 MW. Den kostnadsreduktion detta innebär skall betala merkostnaden i form av installation av eftervärmningsbatterier i resp lägenhet.

I experimentbyggnationen skall också högre inblåsningstemperatur än 40 °C provas. Det ekonomiska utbytet av installation av eftervärmningsbatteri ökar med ökande inblåsningstemperatur då marginalkostnaden för utökning av batteristorlek är låg.

Lämplig inblåsningstemperatur bestäms i hög grad av behovet av kompensation för strålningsutbyte med kalla fönster och kall yttervägg. Som framgår av bild 1.3 är elradiatorerna i drift under lång tid (från ca +3 °C) vid inblåsningstemperaturen 40 °C.

I provhuset kommer upp till 50 °C inblåsningstemperatur att provas med avseende på klimatets kvalitet i lägenheter.

## 2 SYSTEMUTFORMNING FÖRE OMBYGGNAD

### 2.1 Uppvärmning och ventilation

Samtliga 2 300 lägenheter i Råslätt värms idag med direktverkande elradiatorer placerade under fönster. Erforderlig ventilation av lägenheterna erhålls med ett från-/tilluftsystem med värmeväxlare mellan från- och tilluft, ett så kallat FTX-system, se bild 2.1. Varje trappuppgång har ett FTX-aggregat som är placerat på taket. Aggregaten är kombiaggregat av typ KAB. Värmeväxlaren är rekuperativ, vilket innebär att till- och frånluft är helt skilda, ingen inblandning av frånluft i tillluften sker. Värmeväxlarens verkningsgrad är 50 %. Filtret som sitter på tilluftsidan är av typ Viledon med en stoftkoncentration av 0,1 mg per m<sup>3</sup> luft vid 24 timmars drift om filtret rengörs 1 gång per månad.

Principutförande av centralaggregatet på taket framgår av bild 2.2 och 2.3.

Tilluften värms med elbatteriet innan den fördelas till lägenheterna. Tilluften in i lägenheten kan ställas in på önskad temperatur uppe i centralaggregatet. Detta sker manuellt av driftpersonalen. Vid våra mätningar av tilluftens temperatur före ombyggnaden framgår att den oftast ligger på 20 °C eller över. I pensionärlägenheterna är tillufttemperaturen 2-3 °C högre, dvs cirka 23 °C.

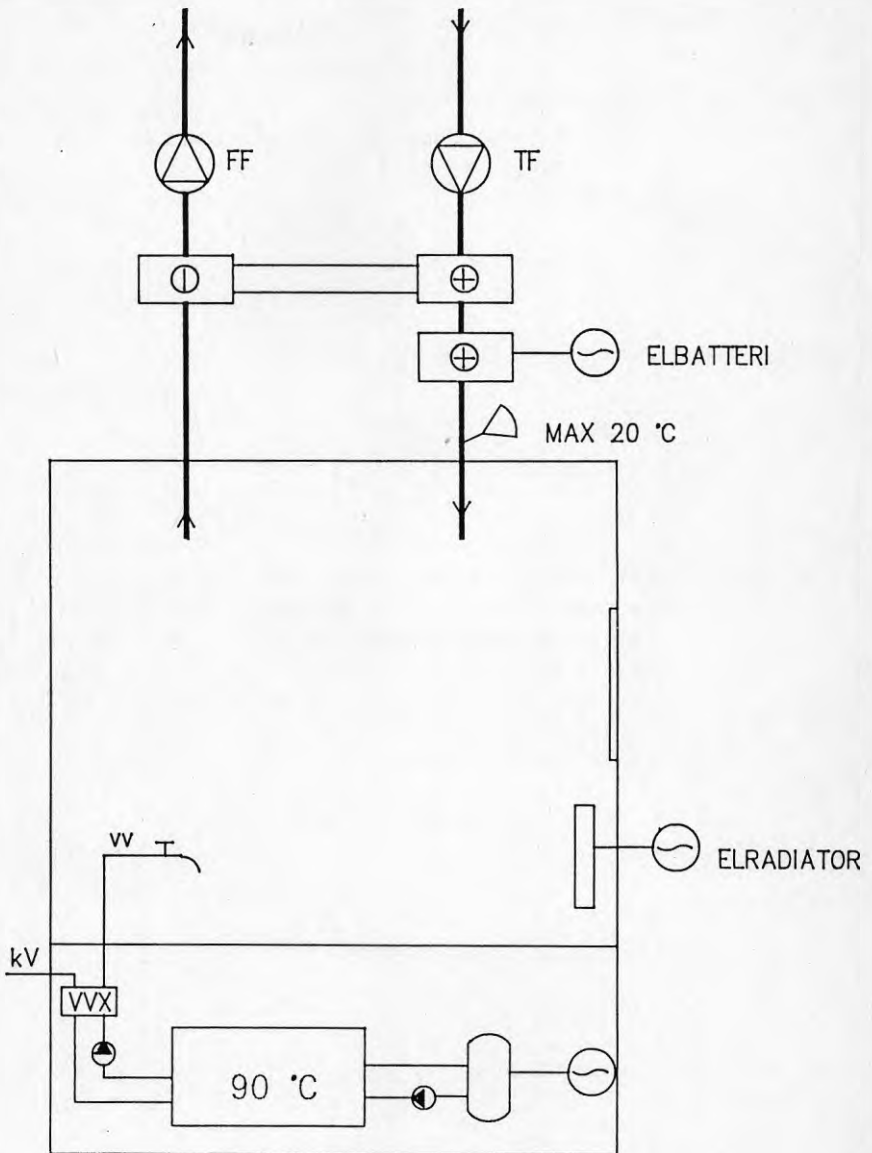


Bild 2.1 Systemuppbyggnad - idag.

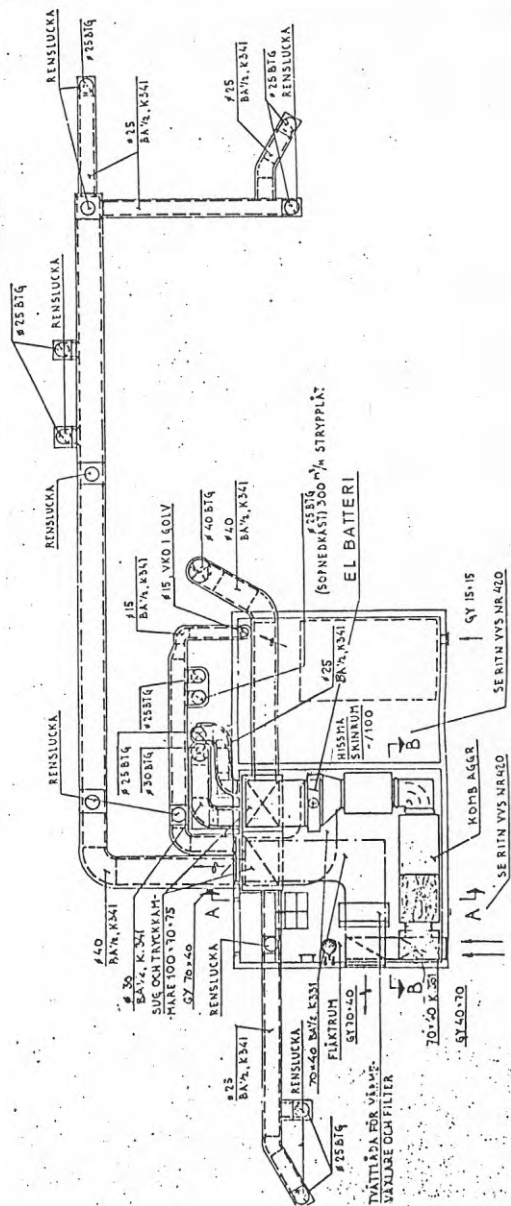
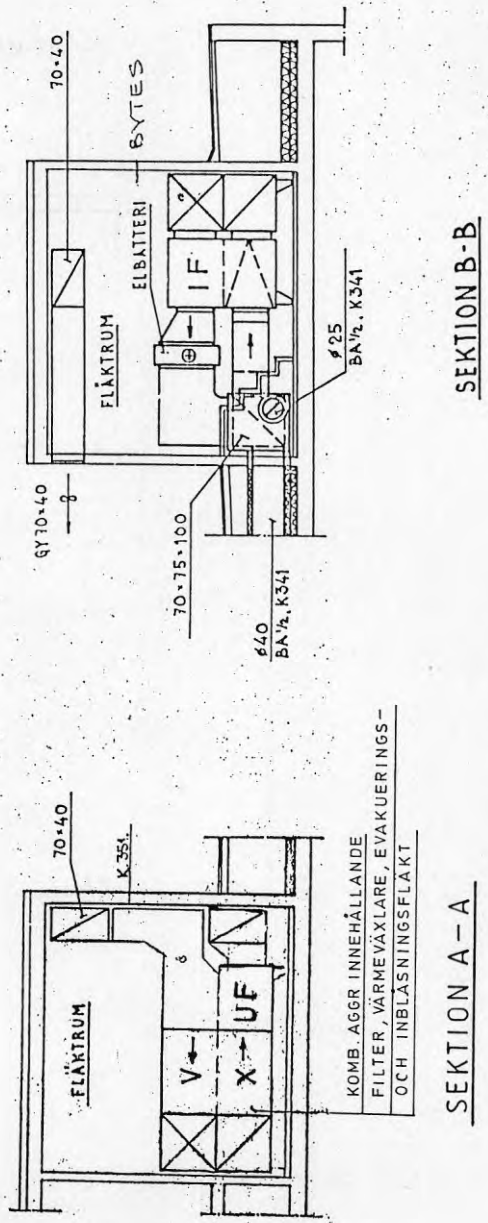


Bild 2.2 Principutförande av centralaggregatet på taket.



GÄLLER I PRINCIP ÄVEN ÖVRIGA TRAPPHUS

Bild 2.3 Snitt av centralaggregatet på taket.

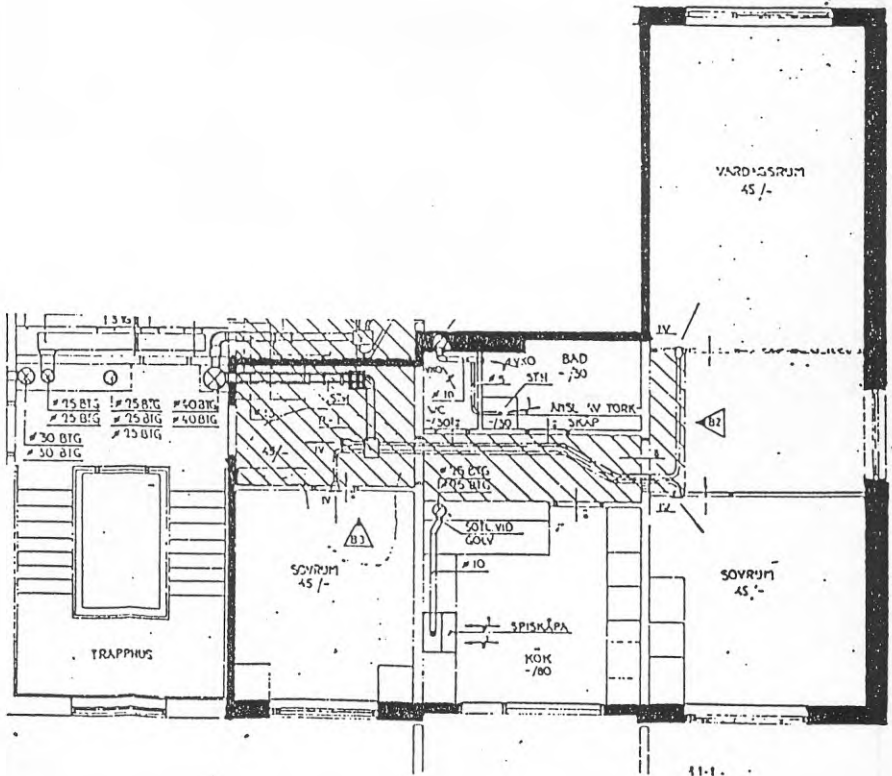


Bild 2.4 Principskiss av en lägenhet med kanaldragning.  
Streckat område betyder att det finns undertak.

Tilluften fördelas till samtliga lägenheter och till tilluftdon i trappuppgången vid entrén. I undertaket i hallen är spjäll, ljudbaffel och fördelningslåda placerade. Från fördelningslådan distribueras tilluften till vardagsrum och sovrum, se bild 2.4 Tilluftdonen, luftspredare VDTA, se bild 2.5 är placerade i bakkant av samtliga rum. Det innebär att tilluften blåses in i rummet från innerväggen ut mot fönstret. Frånluften evakueras i kök, toalett och badrum. Spiskåporna i området är idag av

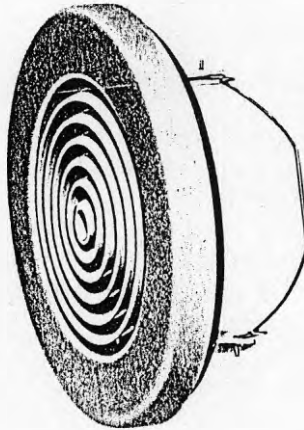


Bild 2.5 Tilluftdon VDTA.

varierande utförande eftersom de successivt håller på att bytas ut mot nya. I flertalet lägenheter sitter dock de gamla kvar. Ventilationen är projekterad för ett konstant frånluftflöde i köken på cirka  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ , dvs ingen forcering i spiskåpan utan ett konstant högt frånluftsflöde.

## 2.2 Varmvatten

Varje hus har en undercentral med en elpanna och en ackumulator för varmvattenberedning. Ackumulatören är avsedd att klara störttappning under morgon och kväll. Elpannan värmer vattnet i ackumulatören nattetid och är normalt avstängd dagtid.

### 3 NYA SYSTEMLÖSNINGEN

Det nya förslaget bygger på att den direktverkande elen helt eller delvis skall försvinna. Värme från värmepumpcentralen distribueras med vatten som värmebärare till undercentralernas värmeväxlare. I undercentralen värms genom denna växlare dels vattnet i varmvattenberedaren, dels det vatten som skall leverera värme till batteriet i centralaggregatet och eventuellt till batterierna i lägenheterna.

#### 3.1 Endast förvärmare - varför detta alternativ förkastades

I första etappen av detta projekt utfördes en analys av systemutformningen ur klimatmässiga och ekonomiska aspekter. Vi arbetade från början med flera hypoteser. En av dessa var att endast förvärma luften centralt med vattenbatteri och utelägna eftervärmningsbatterierna i lägenheterna. En sänkning av tillgänglig effekt på elradiatorerna sker parallellt med höjningen av tillufttemperaturen.

Fördelarna med detta alternativ var att rördragningen inom huset skulle bli avsevärt mindre. Om vi kunde höja tillufttemperaturen centralt tillräckligt högt skulle vi få en billigare systemlösning. Mätningarna visade att detta alternativ ej var bra ur klimat- och komfortsynpunkt. Om samtliga lägenheter erhåller tilluft med en temperatur på 25 °C till 30 °C kommer flera av de boende att uppleva inomhusklimatet som mycket varmt. Vi kan styra tillgänglig effekt på elradiatorerna i varje stigare, dvs samtliga lägenheter belägna ovanför varandra, men ej i varje lägenhet. Tilluftflödet är givet för varje lägenhet och kan inte ändras om komforten skall bibehållas. Detta innebär att om alla lägenheter får samma övertempererade luft kommer de små lägenheterna och de lägenheter som ligger mitt i husen att få för stort effekttillskott. Fungerar termostatventilerna och hyresgästen inte öppnar fönstret så det blir varmt så kan ett sådant här system fungera. Vi vet att termostatventilerna håller på att falla för åldersstrecket och successivt skall bytas ut. Väljer man ovanstående alternativ måste detta utbyte av termostater ske genast. Vidare vågar vi påstå att fler av de boende väljer att öppna fönstret i stället för att ändra radiatorinställningen, se avsnitt 8. Det skulle innebära att överskottseffekten vädras bort. I extremfallet kan en lägenhet erhålla 320 % för stort effekttillskott.

### 3.2 Förvärmare och eftervärmare

Den slutgiltiga lösningen som vi med avseende på ekonomi, komfort och klimat valde att arbeta vidare på är en systemlösning med förvärmnings- och eftervärmningsbatteri på tilluften, se bild 3.1. Elbatteriet i centralaggregatet ersätts med ett batteri med vattencirkulation. Varje lägenhet förses med ett batteri, med vattencirkulation, i tilluftkanalen. Batteriet placeras i hallens undertak efter strypspjället och ljudbuffeln men före fördelningskanalen, se bild 3.2.

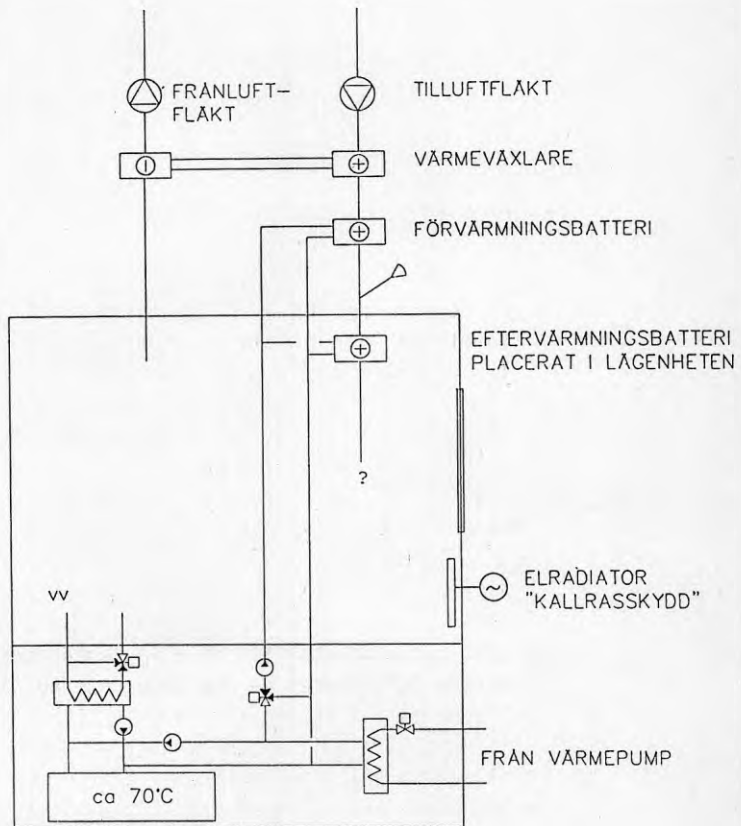


Bild 3.1 System med luft som värmebärare, förvärmnings- och eftervärmningsbatteri på tilluften.



### 3.3 Värmeundercentral

Den nya systemlösningen i värmeundercentralen bygger på att utnyttja befintliga ackumulatorer för att dämpa effektbehovet vid varmvattentappning.

Befintlig elpanna utnyttjas för att simulera ett fjärrvärmenät. Se bild 3.3 samt beskrivningar nedan.

#### Styrutrustning för reglering av temperatur efter värmeväxlare

Reglering av elpannan med framledningsgivare GT1B via reglercentral RC1. Börvärde +65 °C alt +72 °C.

#### Styrutrustning för reglering av framledningstemperaturen för värmesystemet

Reglerutrustning med framlednings- och utegivare, 3-vägsventil med ställdon

#### Funktion

Temperaturgivarna GT2A och GT2B styr motorventilen via reglercentralen så att framledningstemperaturen varierar i förhållande till utetemperaturen.

<u>Utetemp</u>	<u>Framledningstemp</u>
-20 °C	+60 °C
-10 °C	+60 °C
0 °C	+60 °C
+10 °C	+40 °C
+20 °C	+20 °C



### Styrutrustning för laddning av ackumulator

Reglerutrustning med givare för start och stopp av laddningspump P2.

#### Funktion

Temperaturgivare GT3A ger signal till reglercentral för start av laddningspump P2 och temperaturgivare GT3B ger signal till reglercentral för stopp av pump.

Börvärde GT3A: 52 °C  
GT3B: 58 °C

Temperaturgivare, min längd 200 mm, monteras i dykrör med kontaktfett.

Dykrör gängas i muff som skall svetsas fast i ACK.

### Styrutrustning för reglering av vattentemperaturen efter varmvattenberedaren

Reglerutrustning med temperaturgivare och styrventiler för reglering av varmvattentemperaturen.

### Funktion

Temperaturgivaren GT4 styr motorventilerna SV4A och SV4B i sekvens via reglercentral så att vattentemperaturen hålls vid inställt värde. När motorventil SV4A öppnar skall cirkulationspump P3 starta och när ventilen kommer i stängt läge skall pumpen stanna.

### Styrutrustning för reglering av varmvattentemperaturen vid för låg ackumulertemperatur

Reglerutrustning med temperaturgivare och styrventil för ökat hetvattenflöde.

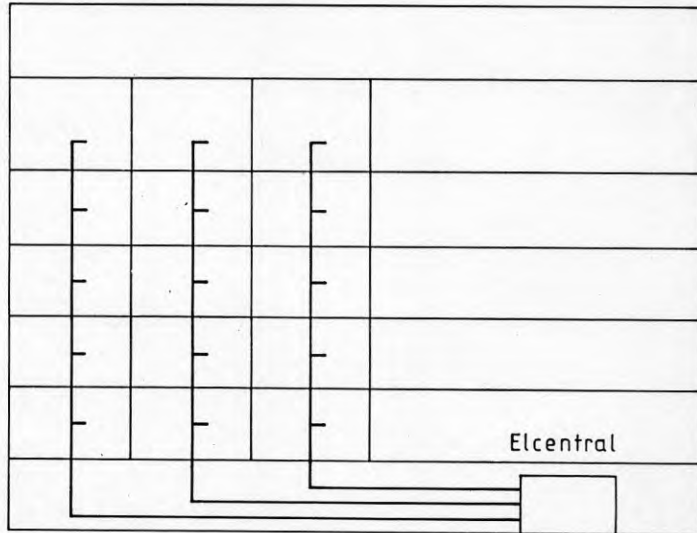
### Funktion

Temperaturgivaren GT5 styr motorventilen SV5 via reglercentral vid för låg temperatur (on-off-funktion).

### 3.4 Styrning av elradiatorer

Elradiatorerna i lägenheterna är kopplade enligt följande princip:

Från elcentralen i källaren utgår en huvudledning per lägenhetstyp i varje trapphus, se bild 3.4. Varje sådan huvudledning har försetts med en kontaktor för styrning av tillgänglig el-effekt.



Lgh 11:1 6:1 9:4

Bild 3.4 Elcentralen med huvudledningar

### 3.4.1 Funktionsbeskrivning - elstyrning

Reglering av tillgänglig eleffekt för elradiatorer skall ske med hänsyn till utetemperatur.

Tillslag av kontakter för stigare (huvudledning) skall ske viss tid (inkopplingstid) av total tid (cykeltid). Inkopplingstiden varierar stegvis med hänsyn till utetemperatur, se bild 3.5.

Cykeltidens börvärde: 90 sek.

#### ÖVERVAKNINGSFUNKTIONER EL

Uttagen eleffekt i respektive huvudledning för elvärme till bostäder som omfattas av experimentet skall mätas via elmätare som placeras i ställverk.

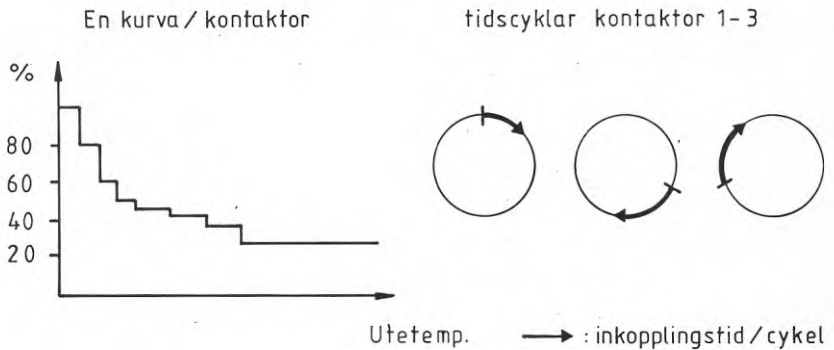


Bild 3.5 Exempel på styrning av elradiatorer

### 3.5 Dragning av stammar

Värmesystemet är uppbyggt som ett tvårörssystem. Systemets utformning i byggnaden har styrts av det faktum att källarvåningen innehåller stora skyddsrum. För att ej tvingas dra rör genom dessa har ett system med övre fördelning valts, se bild 3.6.

Från den i källaren placerade undercentralen dras värmeledningen upp till vind via ett centralt hisschakt. På vind fördelas värmeledningen åt två håll, från denna görs avstick till fläktrum samt värmestammar som går ned genom byggnaden. En värmestam försörjer 5-8 ovanpå varandra liggande typlägenheter.



### 3.6 Val av tilluft- och frånluftflöde

Lägenheterna i området är projekterade med balanserad ventilation, dvs lika mängd tilluft som frånluft. I några av lägenheterna har man projekterat ett visst övertryck, mer tilluft än frånluft. Vid besiktning av anläggningen 1968 uppmättes projekterade flöden.

Vid våra mätningar av till- och frånluftflöden i ett antal lägenheter i etapp I av detta projekt och före ombyggnaden i denna etapp har vi konstaterat att till- och frånluftflödena är betydligt lägre än de ursprungligen projekterade. Anledningen till dett är okänd. Vi har för avsikt att öka flödet till projekterat värde fränsett i de lägenheter där övertryck projekterats. I de senare väljer vi att justera så att balans erhålles mellan till- och frånluft.

Om vi räknar om tilluftflödet till luftomsättning per timme så hade lägenheterna i den trappuppgång vi byggt om en omsättning mellan 0,40 och 0,47 oms/h före ombyggnad. Detta är helt oacceptabelt ur ventilations- och komfortsynpunkt. Enligt SBN, Svensk Byggnorm, skall ventilationen i badrum och toalett vara minst 10 l/s plus 1 l/s för varje m<sup>2</sup> golvyta över 5 m<sup>2</sup>. Ventilationen i kök dimensioneras olika beroende på om köksfläkten har forceringsmöjlighet eller ej.

I Råslätt går köksfläktarna ej att forcera. Projekterat flöde blir då det flöde som uppfyller kraven på lägst 80 % uppfångningsförmåga i spiskåpan. Det motsvarar cirka 80-90 m<sup>3</sup>/h frånluftflöde i köket. Lägst acceptabla omsättning i lägenheterna hamnar då på 0,6 oms/h. Vi har valt att utgå från de ursprungligen projekterade flödena. De flesta lägenheterna skall då ha en luftomsättning på cirka 0,8 oms/h. De små lägenheterna kommer att ligga på 1,0-1,5 oms/h för att klara av köks- och badrumsventilationen.

Omkring 240 lägenheter kommer att ha en luftomsättning större än 1,0 oms/h och resterande 1 133 lägenheter har en omsättning på omkring 0,8 oms/h.

## 4 MÄTNINGARNAS UTFÖRANDE - KONTINUERLIG MÄTINSAMLING

Mätningarna har utförts i samarbete med Mätcentralen för Energiforskning, MCE. Vi, ÅF-Energikonsult, har lagt upp projektets struktur och utformning, installerat samtliga givare i lägenheterna och dragit all kabel från givarna ner till undercentralen, där datorn varit placerad. Mätcentralen har kopplat in givarna på datorn och samlat in mätvärden på band. Dessa band har skickats upp till MCE av driftpersonalen i Råslätt. Resultaten har vi erhållit i form av de diagram som kommer att presenteras nedan.

### 4.1 Mätuppställning i undercentral

I undercentralen har effekter, energier, temperaturer, till/frånslag samt ventillägen mätts och indikerats.

De övergripande frågor som vi ville ha besvarade genom mätningarna var:

- \* Effektfördelning elradiatorer - Luftvärme?
- \* Ackumulator-systemfunktion
- \* Returtemperaturer från primärkrets, sekundärkrets samt VVB
- \* Varmvattenberedarens funktion

Dessutom skulle mätsystemet utgöra ett hjälpmedel för idrifttagning av anläggningen.

#### 4.1.1 Givarnas placering

Givarnas placering i värmeundercentralen framgår av bild 4.1.

Temperaturgivare är applicerade som anläggningsgivare. Värmemängdsmätare QVM utgörs av en Clorius 400.

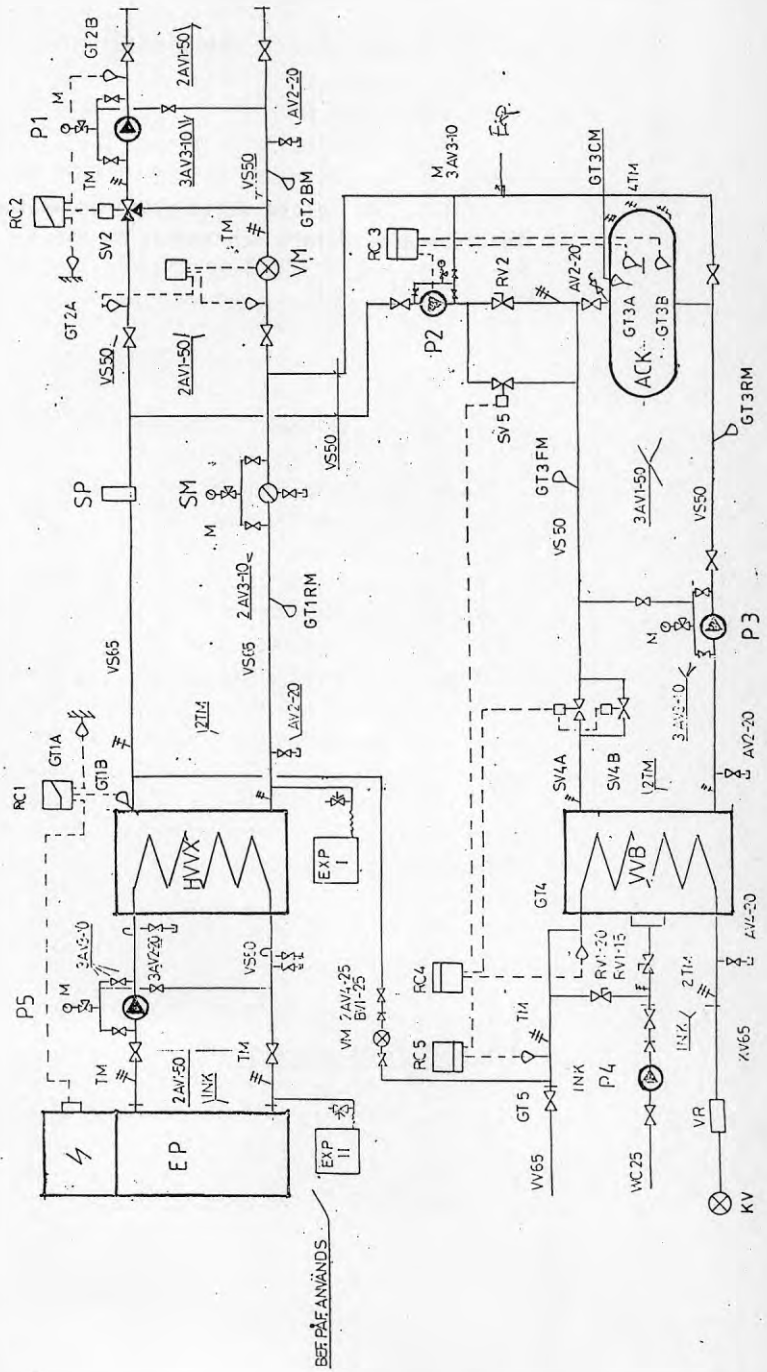


Bild 4.1 Principschema värmeundercentral

#### 4.1.2 Sökta storheter

De sökta storheterna i undercentralen är förtecknade i följande tabell:

Namn	Beskrivning
T003	Apparatrumtemperatur
DP2	Drifftid pump P2
NP2	Antal pumpstopp P2
DSV5	Lägestid ventil SV5
NSV5	Antal lägersind SV5
QVM	Värmemängd VM
E1	Energi från elpanna
E2	Energi elmätare 2
E3	Energi elmätare 3
E4	Energi elmätare 4
WKV	Flöde varmvatten
TGT1B	Temperatur ut från HVVX
TGT1RM	Temperatur in till HVVX
TGT2B	Temperatur ut till primärnätet
TGT2BM	Temperatur in från primärnätet
TGT3A	Temperatur ackumulator övre
TGT3CM	Temperatur ackumulator mitt
TGT3B	Temperatur ackumulator undre
TG3FM	Temperatur varmvattenberedare retur
TGT3RM	Temperatur varmvattenberedare framledning
TGT4	Temperatur varmvattenberedare varmvatten

## 4.2 Mätningar i elcentral

I elcentral har effekter och energier mätts.

### 4.2.1 Givares placering och sökta storheter

Elmätning har utförts med hjälp av strömtransformatorer och elmätare för trefasmätning.

Fyra elmätpunkter har mätts och registrerats, se bild 4.2.

De eleffekter och energier som mätts är:

- \* Elpanna
- \* Elradiatorer lgh 11:1 - 7 st
- \* Elradiatorer lgh 9:4 - 7 st
- \* Elradiatorer lgh 6:1 - 6 st + Elradiator lgh 3:1 - 1 st

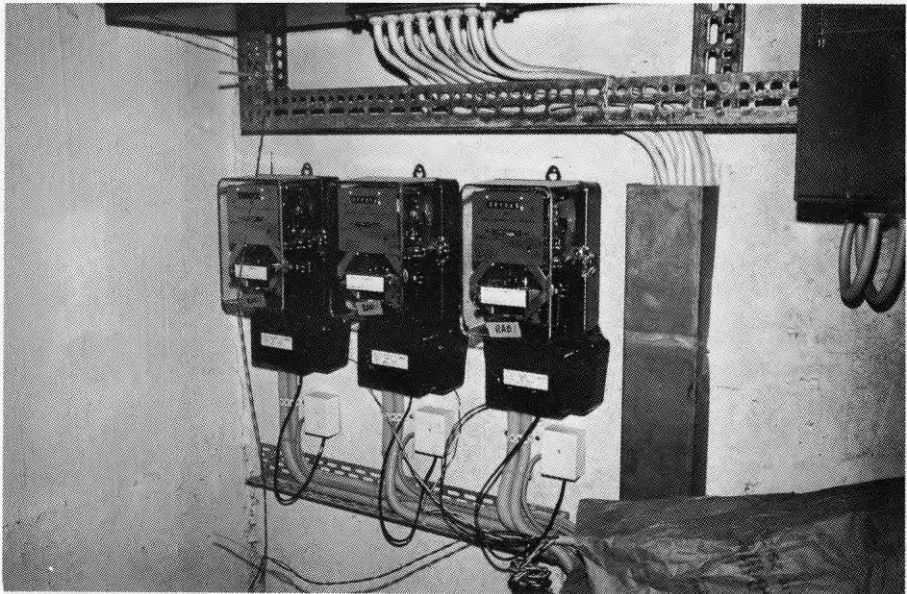


Bild 4.2 Elmätare för elradiatorer

#### 4.3 Mätupställning i lägenheterna och ventilationsaggregatet

För att hålla nere kostnaden på mätprojektet tvingades vi minimera antalet givare. Vi valde att mäta kontinuerligt i sex lägenheter, varav tre med utförlig mätning och tre med översiktlig mätning. Valda lägenheter framgår av bild 4.3.

7		Lgh 74 Ö	Lgh 75 U
6	Lgh 61 Ö		
5			
4			Lgh 39 U
3	Lgh 39 Ö		
2			
1			Lgh 03 U

N ←←

Bild 4.3 Lägenheter som mätning utförts i.

U = Utförlig mätning  
Ö = Översiktlig mätning

Vi hade ingen möjlighet att mäta i lägenheten med ytterfasad mot norr, varför vi valde utförlig mätning i den andra lägenhetstypen med endast två ytterväggar. Vi har mätt i en lägenhet med yttertak, en lägenhet belägen mitt i huset samt i en lägenhet i markplan.

#### 4.3.1 Givarnas placering och sökta storheter

Givarnas placering, som framgår av bild 4.4 och 4.5 grundar sig givetvis på den information vi ville erhålla. Vid placering av givarna visste vi att vi skulle utföra en hel del manuella mätningar på plats för att hålla nere kostnaden på mätdelen.

De frågor vi önskade få besvarade var:

- \* Hur varierar temperaturen inom huset mellan våningsplanen?
- \* Hur fördelar sig temperaturen inom lägenheten och rummen?
- \* Skiktar sig luften i vertikalplan?
- \* Vad får vi för temperatur 0,1 m från golvet?
- \* Vilken effekt har vi på förvärmningsbatteriet?
- \* Vilken effekt ger eftervärmningsbatteriet?
- \* Är radiatorn på eller av?

Elradiatorerna skall fungera som kallrasskydd vid utomhus-temperaturer under 0 °C till -2 °C. Vår avsikt var att mäta yttemperaturen på radiatorerna för att se om de var på eller av. Tyvärr utförde MCE denna installation på ett felaktigt sätt, varför vi inte kan besvara denna frågeställning. I bild 4.6 till 4.10 nedan framgår givarnas placering.

Givarnas benämning i utvärderingarna är:

T001	= utetemperatur
TVIFF	= temperatur före förvärmningsbatteriet i central-aggregatet på taket
TVIEF	= temperatur efter förvärmningsbatteriet i central-aggregatet på taket
TXXFEB	= temperatur före eftervärmningsbatteri
TXXFEEB	= " efter "
TXXIT2	= temperaturen i taknivå i kök
TXXI2	= " i mitten av köket
TXXPG2	= " i golvnivå i köket
TXXIT3	= " i taknivå i vardagsrum
TXXI3	= " i mitten av vardagsrummet
TXXPG3	= " i golvnivå i vardagsrummet
TXXRAD2	= yttemperaturen på radiatorn i köket
TXXRAD3	= yttemperaturen på radiatorn i vardagsrummet
TXXFLW	= temperaturen på frånluften i badrummet
TXXI1	= temperaturen i sovrummet 1
TXXI4	= temperaturen i sovrummet 4
TXXI5	= temperaturen i hallen
TXXRAD1	= yttemperaturen på radiatorn i sovrum 1
TXXRAD4	= yttemperaturen på radiatorn i sovrum 4

XX = lägenhetens nummer, se bild 4.3





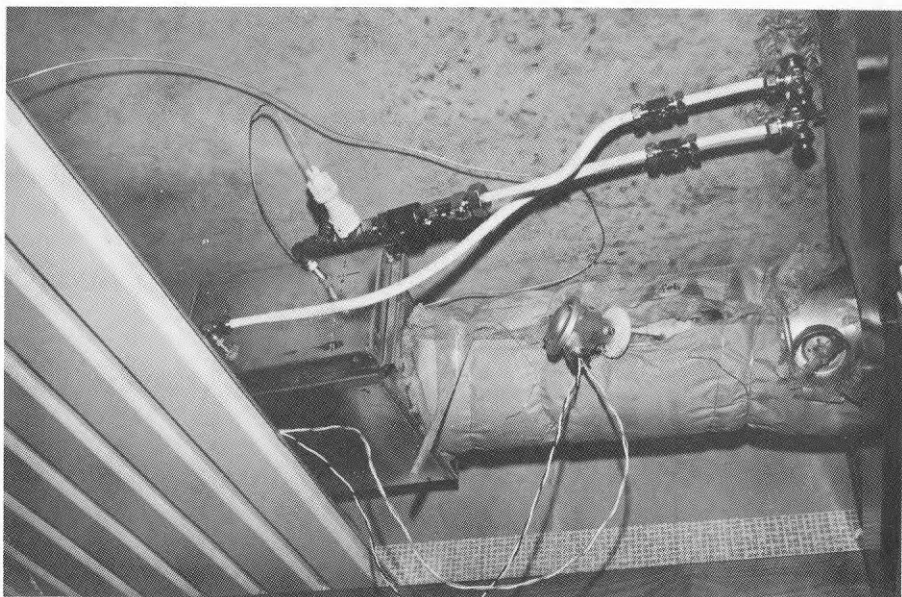


Bild 4.6 Temperaturgivaren före och efter eftervärmningsbatteriet i undertak i hallen

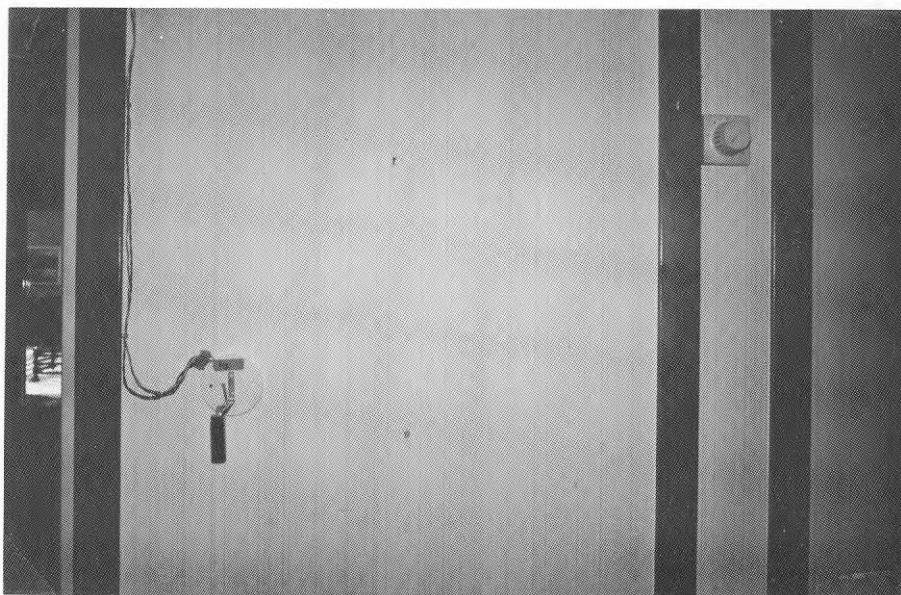


Bild 4.7 Givaren i hallen samt termostatsens placering i hallen.



Bild 4.8 I kök och vardagsrum uppmättes temperaturen på tre nivåer



Bild 4.9 Givarna som mäter tillufttemperatur och sovrumstemperatur

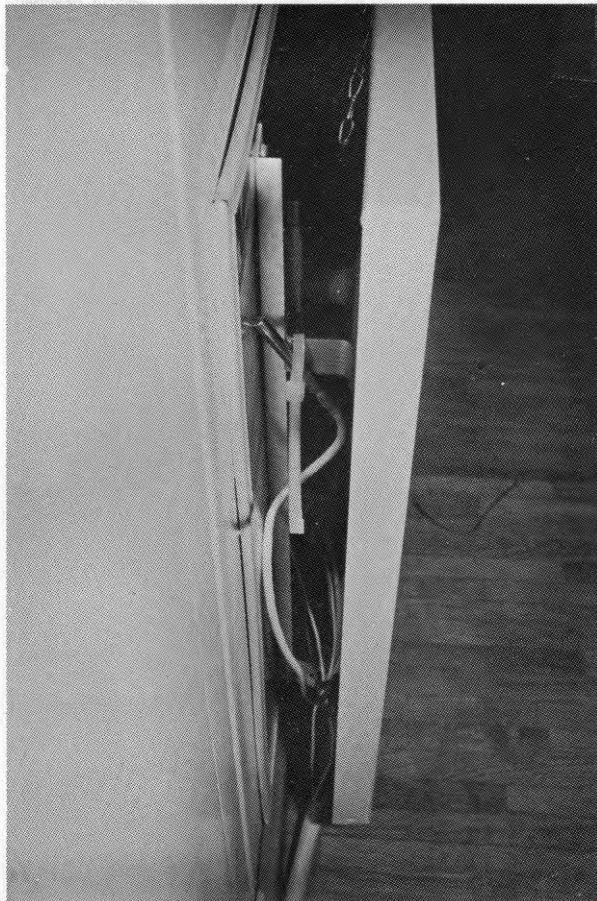


Bild 4.10 Givare som skulle mäta yttemperaturen på radiatorn

#### 4.4 Datainsamling

Mätutrustningen i Råslätt bestod av: En bordsdator HP 86B med monitor, diskettstation, extra minne och serieinterface.

Telefonmodem ITT  
Scanner Schlumberger Solartron  
Pulsräknare METAB typ II  
Voltmätare HP 3478  
Vakthund MCE typ 2



Bild 4.11 Datainsamling i undercentralen

## 5 MANUELLA MÄTNINGAR - PÅ PLATS

För att erhålla ett ytterligare underlag för våra beslut har vi utfört mätningar av temperaturen i samtliga lägenheter. Vi har också mätt till- och frånluftflöden samt lokal ventilations-effektivitet i några lägenheter. Mätningarna har delvis varit underlag vid utvärdering av intervjuenkäterna, se avsnitt 8.

### 5.1 Luftflödesmätningar

Luftflödena har uppmätts i de lägenheter som vi besökt vid intervjuenkäten.

Tilluftflödet har mätts i samtliga tilluftdon i lägenheten och frånluftflödet i frånluftdon. Mätningarna har utförts med termoanemometer GGA-45 och tillhörande mätstos. Vid mätning av luftflöde erhålls alltid tre fel som vi tagit hänsyn till. Det är:

- \* Instrumentfel,  $m_1$
- \* Metodfel,  $m_2$
- \* Avläsningsfel,  $m_3$

Det sannolika mätfelet,  $m$ , beräknas ur

$$m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$$

Tilluftdonens utförande, se bild 5.1, medför att luftstrålen ej träffar mätsonden i 90° vinkel. Vi får ett instrumentfel som beror på att sonden hålls från huvudströmriktningen. Mätning med stofsörsedd anemometer ger ett metodfel på 1,05, se Nordiska Ventilationsgruppen 1982. Samtliga mätvärden i föreliggande rapport är korrigerade enligt ovanstående metod.

### 5.2 Temperaturmätningar

Temperaturen har registrerats manuellt i samtliga lägenheter som besöktes vid intervjuerna både före och efter ombyggnaden. Dessa mätningar har varit värdefulla i de fall då diskussion om hur det var "före" har uppstått.

Temperaturen mättes med termoanemometer GGA-45 och TS1. Hänsyn har tagits till sannolikt mätfel enligt ovan vid utvärderingen.

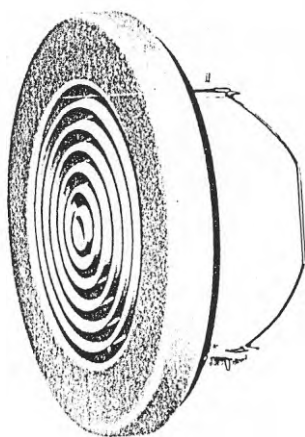


Bild 5.1 Tilluftdon

#### 5.4 Tryckfall

Kombiaggregatet KAB som finns i samtliga fläktrum installerades vid uppförandet av husen. Vi har mätt tryckfallet över de olika delarna i kombiaggregatet samt utfört beräkningar av tryckfallet i kanaler till lägenheterna och inom lägenheterna. Tryckfallsmätningarna har utförts med pitotrör och vätskeanemometer.

#### 5.5 Ljud

Ljudnivåmätningar i kök och sovrum har utförts i en del lägenheter. Det framkom under våra mätningar att en del hyresgäster har problem med ljud. Ljudmätningarna utfördes med precisionsljudnivåmätare typ 2203.

Ljudnivån mättes i köket i följande punkter:

- \* 1 m från spiskåpens framkant i mitthöjd av rummet
- \* 1 m från spiskåpens framkant i öronhöjd, ca 1,5 m över golv
- \* 2 m från spiskåpens framkant i mitthöjd av rummet
- \* 2 m från spiskåpens framkant i öronhöjd, ca 1,5 m över golv

I vardagsrum och sovrum liksom i trappuppgången vid entrén uppmättes ljudnivån i vistelsezonen.

## 5.6 Lokal luftutbyteseffektivitet

I samarbete med Institutionen för Installationsteknik på Kungliga Tekniska Högskolan har vi utfört mätningar av lokal luftutbyteskvalitet i ett antal lägenheter. De funderingar som fanns i första etappen av detta projekt var hur lokala luftutbyteskvaliteten var i lägenheterna och hur vår nya systemlösning med luftvärme eventuellt kunde påverka den lokala luftutbyteskvaliteten.

Innan vi närmare beskriver de utförda mätningarna och resultaten skall de begrepp som används för att beskriva förloppen presenteras.

### 5.6.1 Teori

Det traditionella begreppet ventilationseffektivitet är ett mått på hur snabbt ventilationen transporterar bort luftföroreningar i en lägenhet. Det är inte enbart ventilationen som påverkar ventilationseffektivitetens värde i lägenheten. Ventilationen skall i första hand snabbt byta ut, omsätta, luften i rummet.

Luftutbyteseffektiviteten är ett mått på hur väl tilluften används för att byta ut luften i lägenheten. Har vi en god luftutbyteseffektivitet är risken liten för att höga föroreningshalter skall uppstå i någon del av lägenheten.

Lokal luftutbyteseffektivitet eller som det också benämns lokalt ventilationsindex är ett mått på förhållandet i ett område av hela lägenheten, t ex uppehållszonen.

Ventilationseffektiviteten kan beskrivas kortfattat som en föroreningskälla som vid en viss tidpunkt,  $t=0$ , börjar avge föroreningar,  $\dot{m}$ , i lägenheten. Föroreningskoncentrationen stiger successivt och uppnår till sist ett konstant värde som är oförändrat till dess att föroreningshalten ökar eller minskar eller luftströmningen eller luftflödet i lägenheten ändras. Luftströmningen i lägenheten är av stor betydelse för halten av föroreningar eftersom föroreningen transporteras till frånluftöppningen av luftrörelserna i lägenheten.

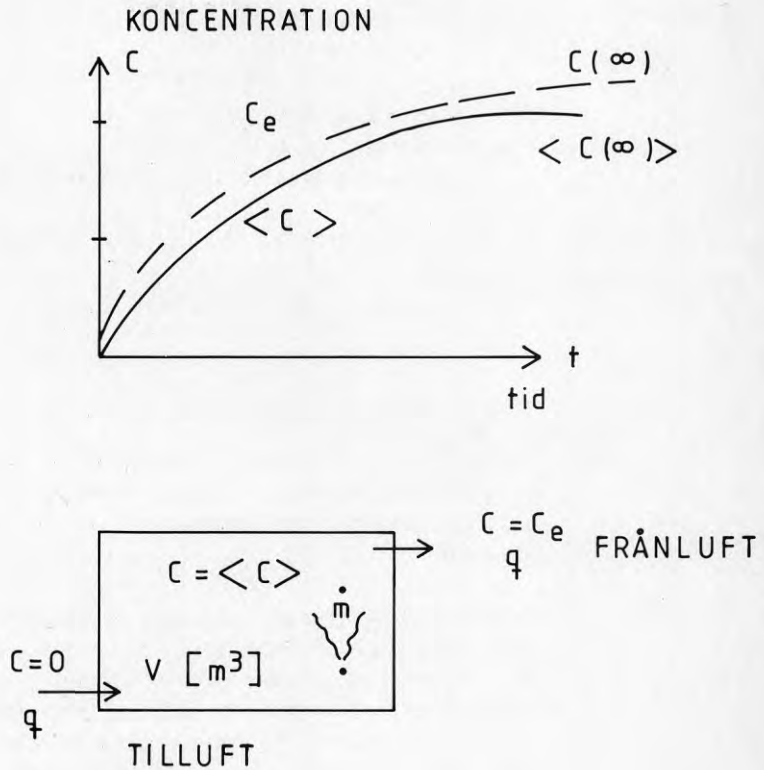


Bild 5.2 Ventilationseffektiviteten - princip

I gynnsamma fall transporteras föroreningarna snabbt till frånluftöppningen, i ogynnsamma fall måste de transporteras genom lägenheten fram till frånluftöppningen. I sämsta fall avges föroreningen i en del av lägenheten som är dåligt genomluftad, vilket innebär att tilluften går från tilluftöppningen direkt till frånluftöppningen och den del av lägenheten som är dåligt genomluftad passeras av en för liten andel av tilluften. Föroreningskoncentrationen kan då bli hög i denna del av lägenheten och medelkoncentrationen  $\langle C(\mathcal{E}) \rangle$  blir hög.

Ventilationseffektiviteten beskrivs med hjälp av bild 5.2 som

$$\langle \epsilon \rangle = \frac{C_e(\infty)}{\langle C(\infty) \rangle}$$

där

$C_e(\infty)$  = föroreningshalten i frånluften vid fortfarighet, (kg/m<sup>3</sup>)

$\langle C(\infty) \rangle$  = medelkoncentrationen i lägenheten vid fortfarighet, kg/m<sup>3</sup>

$\langle \epsilon \rangle$  = medeleffektiviteten för lägenheten vid ett visst föroreningsutsläpp  $\dot{m}$  och konstanta luftströmningsförhållanden

$\dot{m}$  = halten av förorening, (kg/s)

Är  $\langle \epsilon \rangle = 1$  innebär det att frånluften har samma andel av föroreningar som lägenheten i genomsnitt, t ex då föroreningshalten är lika fördelad i hela lägenheten. Detta kallas för fullständig omblandning.

$\langle \epsilon \rangle$  större än 1 innebär att medelkoncentrationen av föroreningen i lägenheten är lägre än då  $\langle \epsilon \rangle$  är lika med 1. Är  $\langle \epsilon \rangle$  mindre än 1 är medelkoncentrationen i lägenheten större än vid fullständig omblandning. Ventilationseffektiviteten ger ett mått på hur ventilationen i lägenheten fungerar allmänt, men den indikerar inte om vissa delar av lägenheten är dåligt ventilerade.

### 5.6.2 Spärgasmätning

Mätning av lokal luftutbyteseffektivitet utfördes i fyra lägenheter, dels i två av de ombyggda lägenheterna, dels i två lägenheter där ombyggnad ej skett. Vi ville studera om det var någon skillnad på den lokala luftutbyteseffektiviteten mellan de två systemlösningarna.

Mätningarna utfördes så att spårgas injekterades i tilluftkanalen efter spjället och före förvärmningsbatteriet och fördelningskanalen. Spårgasen injekterades vid tidpunkten  $t=0$ .

Under det inledande transienta förloppet i bild 5.2 och under den därpå följande stationära fasen fram till dess att mätningen avbröts mättes koncentrationen av spårgas i ett antal punkter i lägenheten kontinuerligt. Spårgasmängden i tilluften var under hela mätperioden konstant 100 ppm. Eftersom vi vet hur mycket spårgas som avges till rummen i tilluftdonen kan vi se hur lång tid det tar för spårgasen att nå fram till våra mätpunkter. En välventilerad del av en lägenhet kommer fortare upp i spårgaskoncentrationen 100 ppm än en dåligt ventilerad del av lägenheten.

## 6 RESULTAT AV MÄTNINGARNA

Här presenteras resultaten från de mätningar som utförts manuellt och de kontinuerliga mätningar som utförts i undercentralen och lägenheterna. Mätperiod för de kontinuerliga mätningarna har varit 880222-880501. I presentationen används begreppen temperatur, effekt och energi.

Effektbehovet för att ersätta transmissionsförlusterna i en byggnad beräknas enligt ekv (6.1)

$$P = k \cdot A \cdot \Delta t \quad (6.1)$$

där  $k$  = värmegenomgångskoefficienten,  $W/m^2, K$  för varje byggelement, t ex vägg, tak, fönster  
 $A$  = ytan av byggelementet,  $m^2$   
 $\Delta t$  = temperaturdifferensen mellan inomhustemperaturen och utomhustemperaturen,  $t_i - t_u$ ,  $K$

Effektbehovet för att ersätta den ofrivilliga ventilationen orsakad av otätheter i byggnadens ytterskärm beräknas ur ekv (6.2)

$$P = V \cdot n \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t \quad (6.2)$$

där  $V$  = volymen,  $m^3$   
 $n$  = omsättningstalet, oms/h  
 $\rho$  = luftens densitet,  $kg/m^3$   
 $c_p$  = luftens värmekapacitet,  $kJ/kg, K$

För att värma luft eller vatten från en temperatur till en högre temperatur åtgår en viss effekt

$$P = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t \quad (6.3)$$

där  $q$  = mediets flöde,  $kg/s$   
 $\rho$  = mediets densitet,  $kg/m^3$   
 $c_p$  = mediets värmekapacitet,  $kJ/kg, K$   
 $\Delta t$  = önskad temperaturhöjning,  $K$

## 6.1 Mätresultat - undercentral, elcentral

### 6.1.1 Energiförbrukning, luftvärme, elradiatorer

Energiförbrukningen för luftvärmesystemet är beroende av: utetemperatur, inomhustemperatur och tillsatt övrig värme i lägenheten (främst elradiatorer).

Av bild 6.1 framgår energiförbrukning i tiden.

Effektförbrukningen för elradiatorerna framgår av bild 6.2 och 6.3. E2, E3 och E4 är de tre separata elstigarna i en trappuppgång.

Energiförbrukningen för värmesystemet presenteras som 15 minuters summor i kWh.

Timmedeleffekten är avläst värde gånger fyra (kW).

Bild 6.4 redovisar manuella mätaravläsningar för luftvärme- och elradiatorssystemet samt teoretisk beräknat behov. Ur bilden kan utläsas att, vid +60 °C framledningstemperatur, kan hela effektbehovet täckas ned till ca -1 °C med enbart luftvärmesystemet.

Höjs framledningstemperaturen till 80 °C kan hela effektbehovet täckas ned till ca -8 °C.

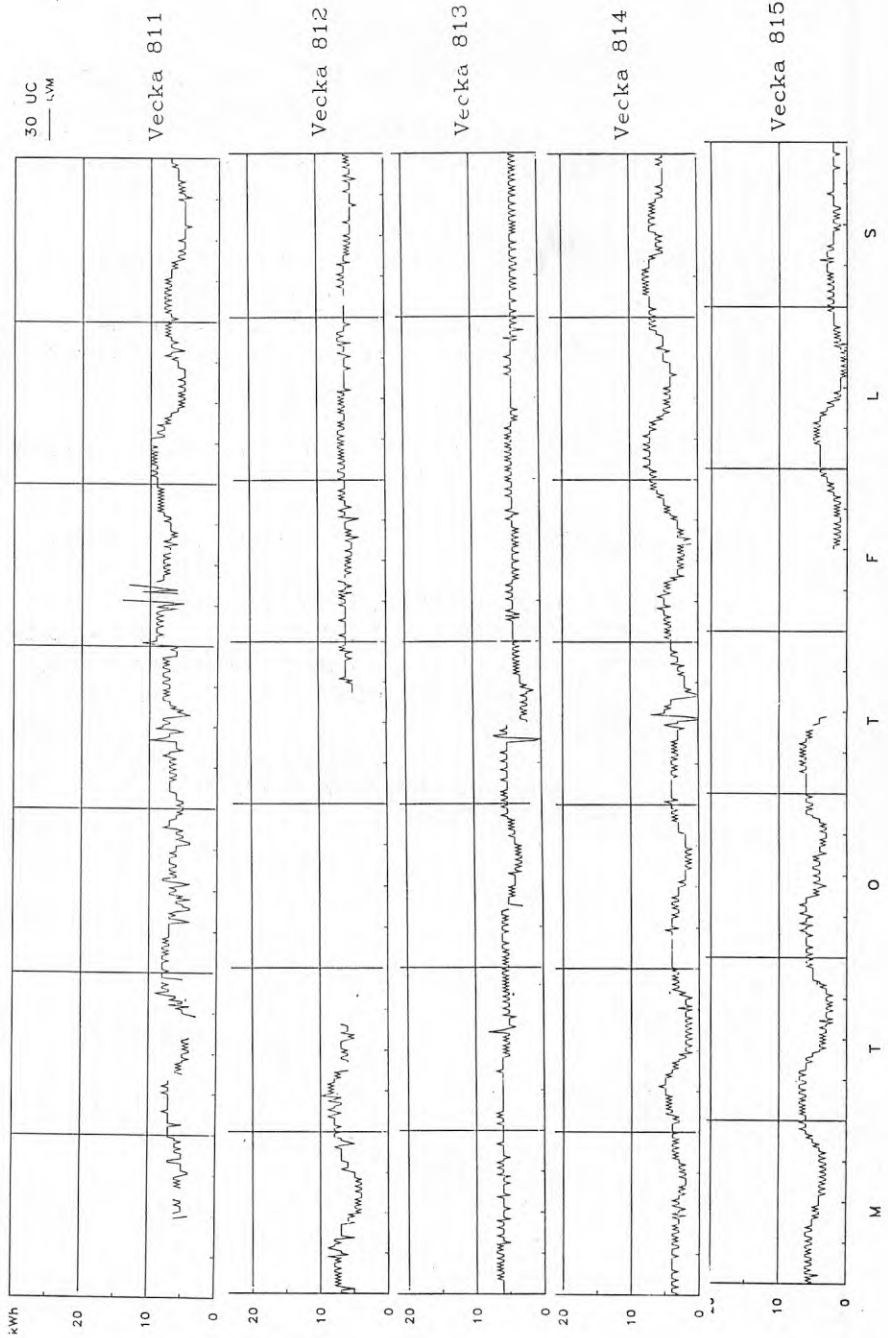
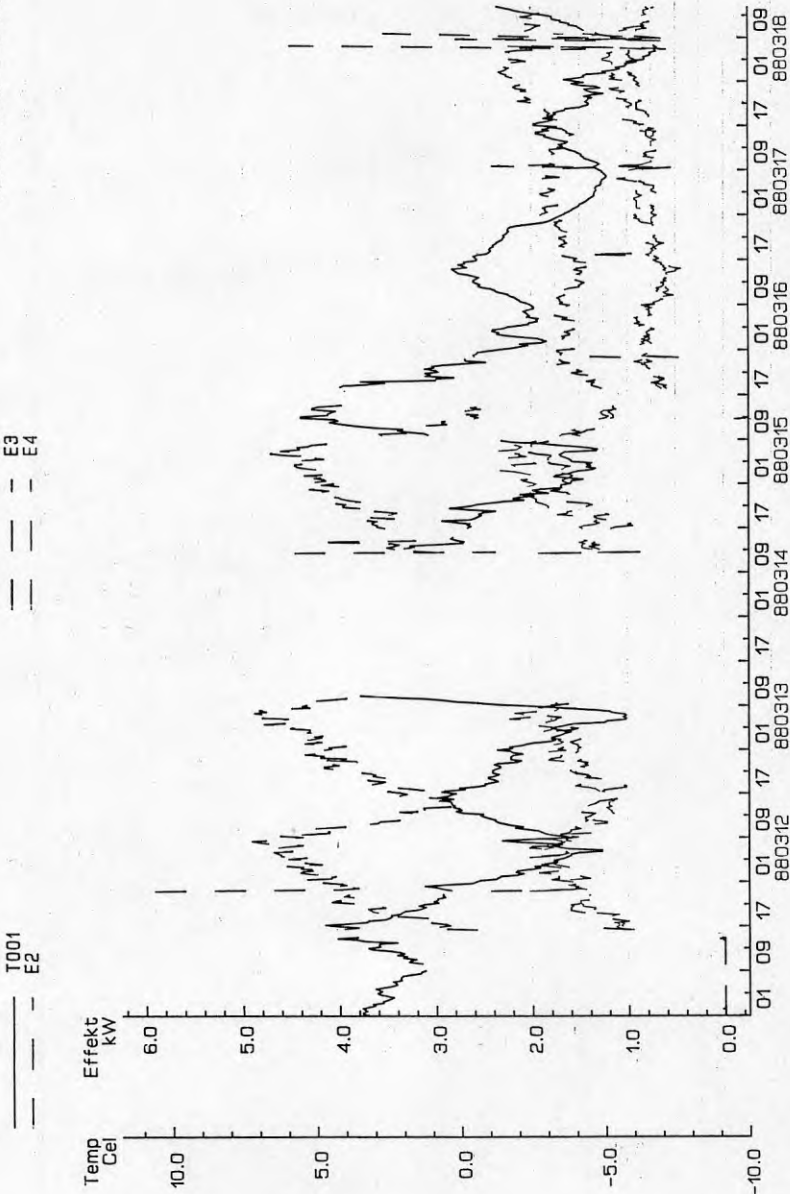


Bild 6.1 Energiförbrukning luft, värmesystemet

7:27 PM MON., 2 MAY, 1988



Råslätt D1164  
880311 0002 - 880318 1332

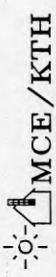
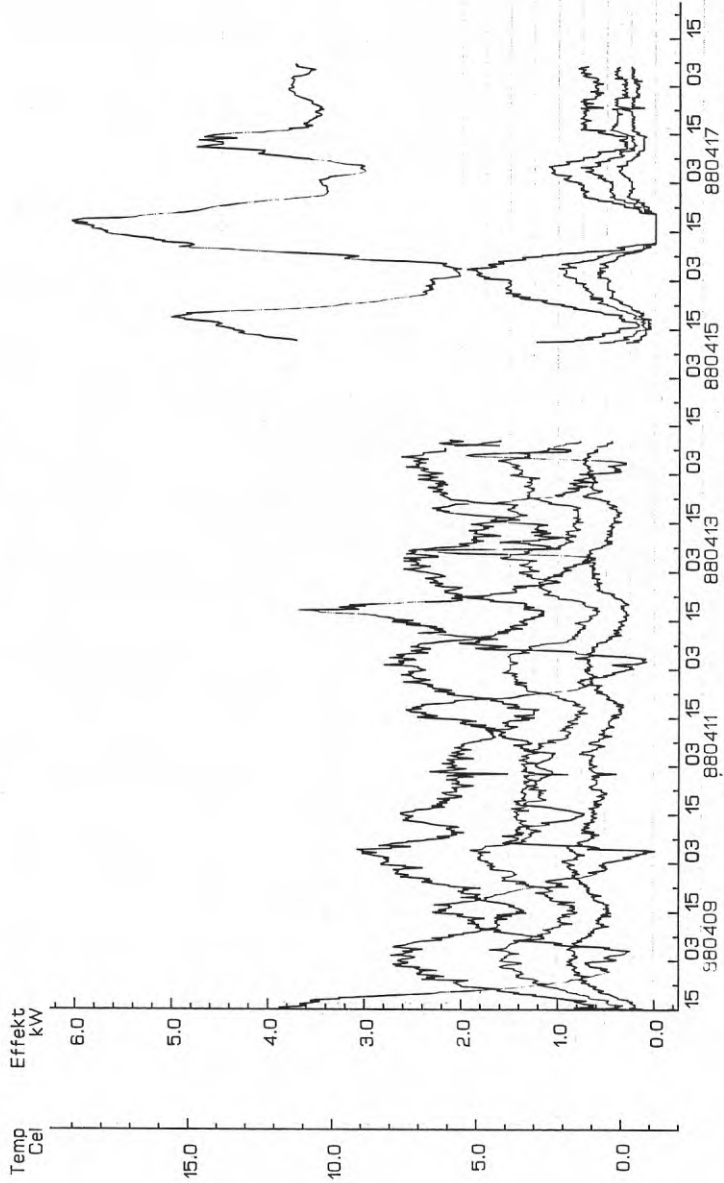


Bild 6.2 Effektförbrukningen för elradiatorerna

9:54 AM TUE., 3 MAY, 1988

— E3  
— E4

— T001  
— E2



Råslätt D1104  
880408 1447 - 880418 2347

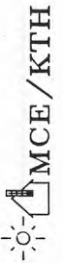


Bild 6.3 Effektförbrukningen för elradiatorerna

Olyckligtvis saknas mätvärden för elförbrukningen under en lång tidsperiod.

Den 15 mars förändrades (sänktes) styrkurvorna för styrning av elradiatorerna samtidigt höjdes framledningstemperaturens kurva för luftvärmesystemet.

Effektbehovet vid olika utetemperaturer framgår av nedanstående bilder.

Bild 6.5 som redovisar luftvärmeeffektbehovet (QVM) uppvisar relativt stor spridning. Spridningen beror dels på att systemet injusterats under mätperioden och dels på internvärme och solstrålning.

Diagrammen som redovisar eleffektbehov, se bild 6.6 och 6.7 samt 6.8 har mycket liten spridning. Dessa är utvalda under senaste delen av mätperioden då systemet är injusterat.

Som framgår av bilderna ovan har eleffekten utgjort cirka 10-15 % av totala effektbehovet i lägenheterna.

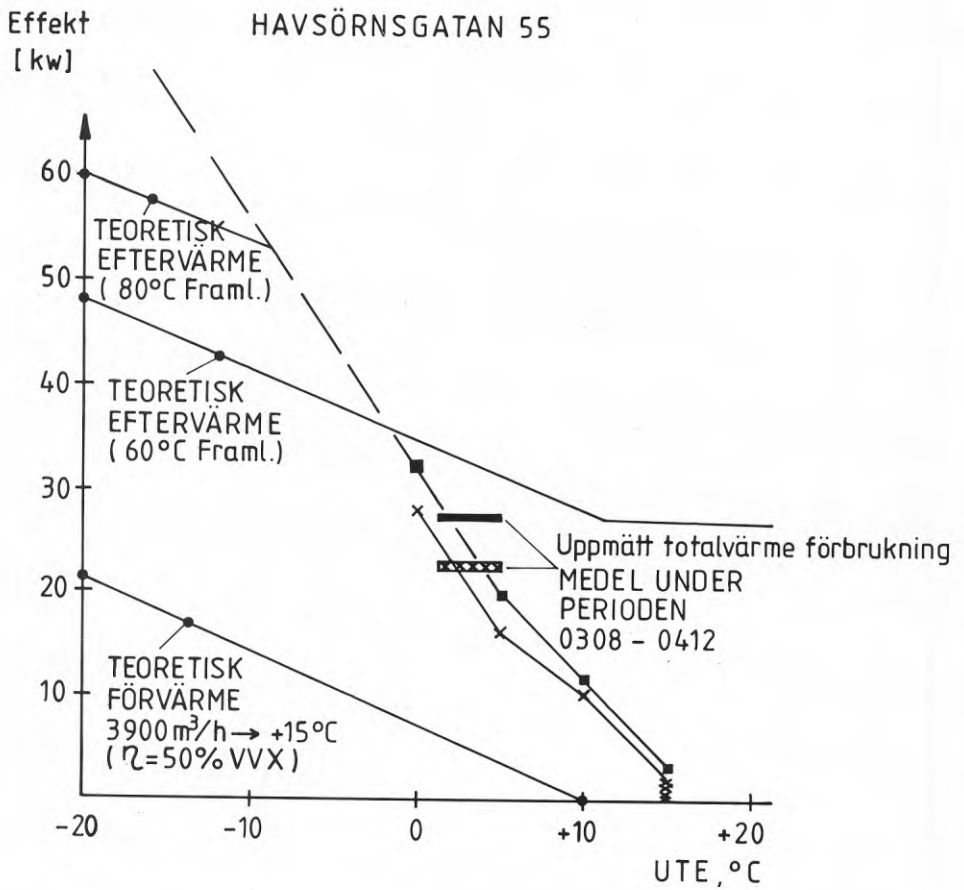
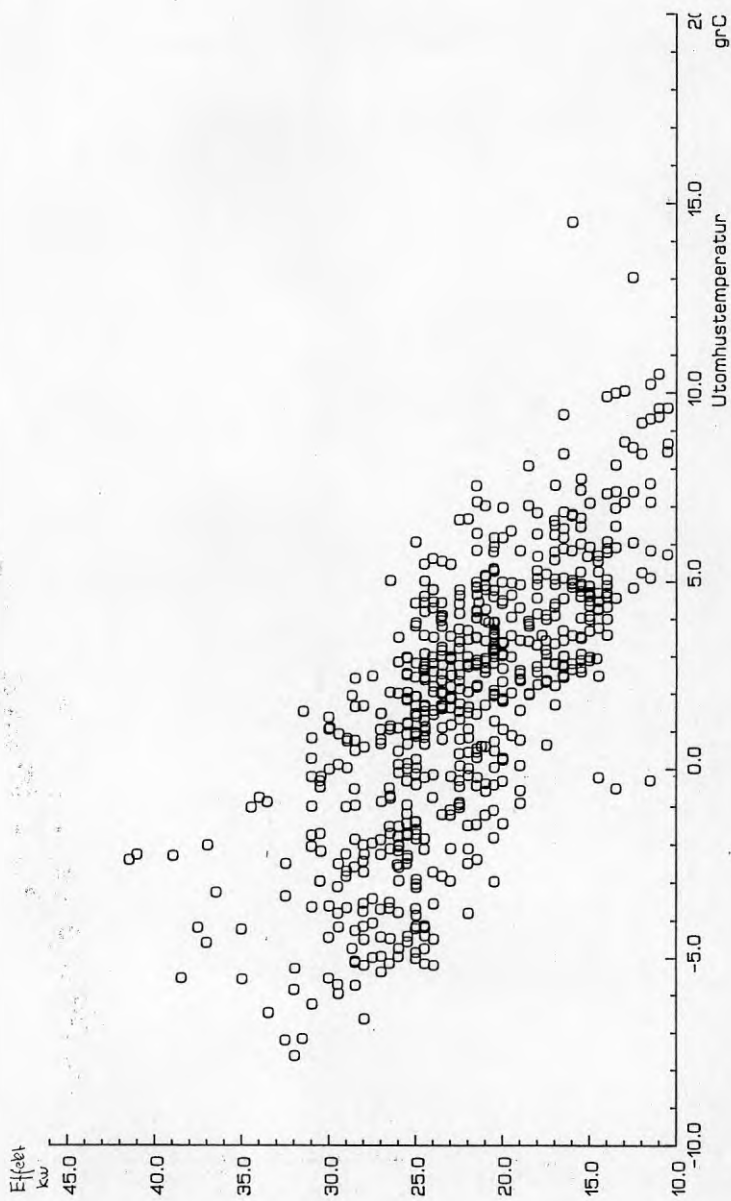


Bild 6.4 Uppmätt total värmeförbrukning, teoretisk luftvärme

10:03 AM TUE., 21 JUNE, 1988

QVM20

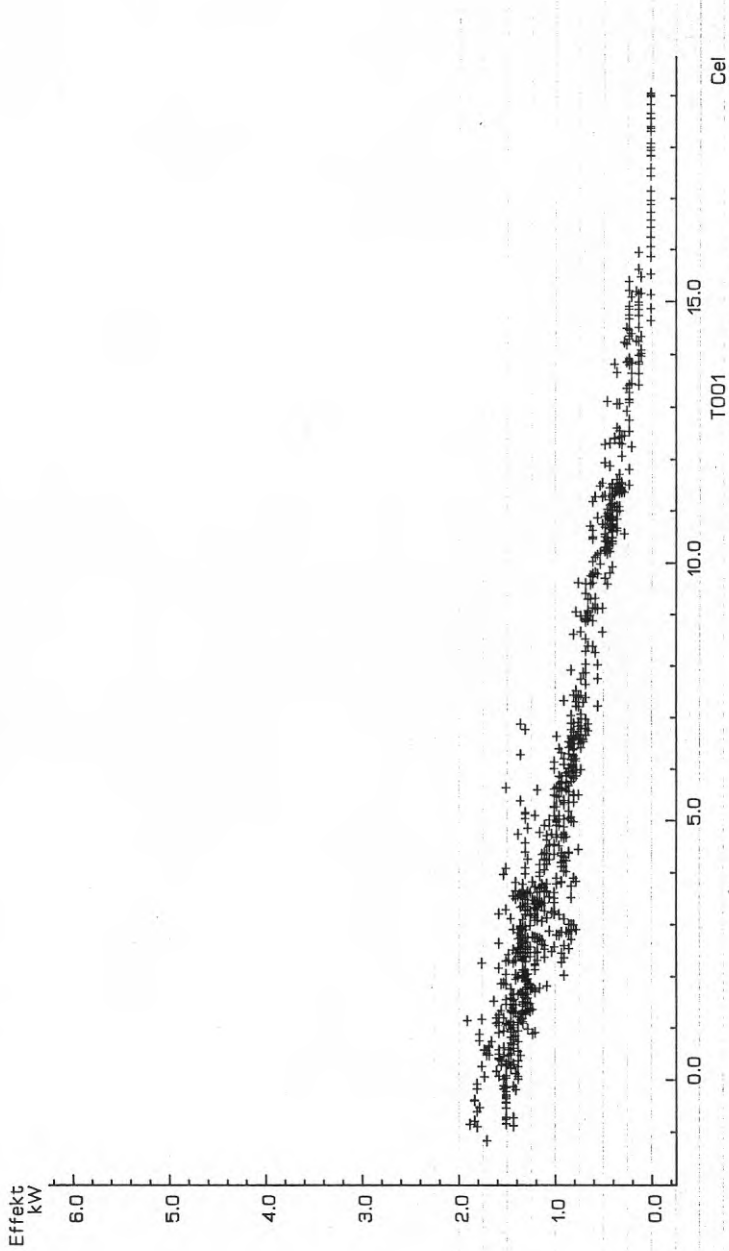


880222 0000 - 880501 2359

Bild 6.5 Effektbehovet för luftvärmesystemet

9:50 AM TUE., 3 MAY, 1988

E4



Cel

T001

Råslätt D1103

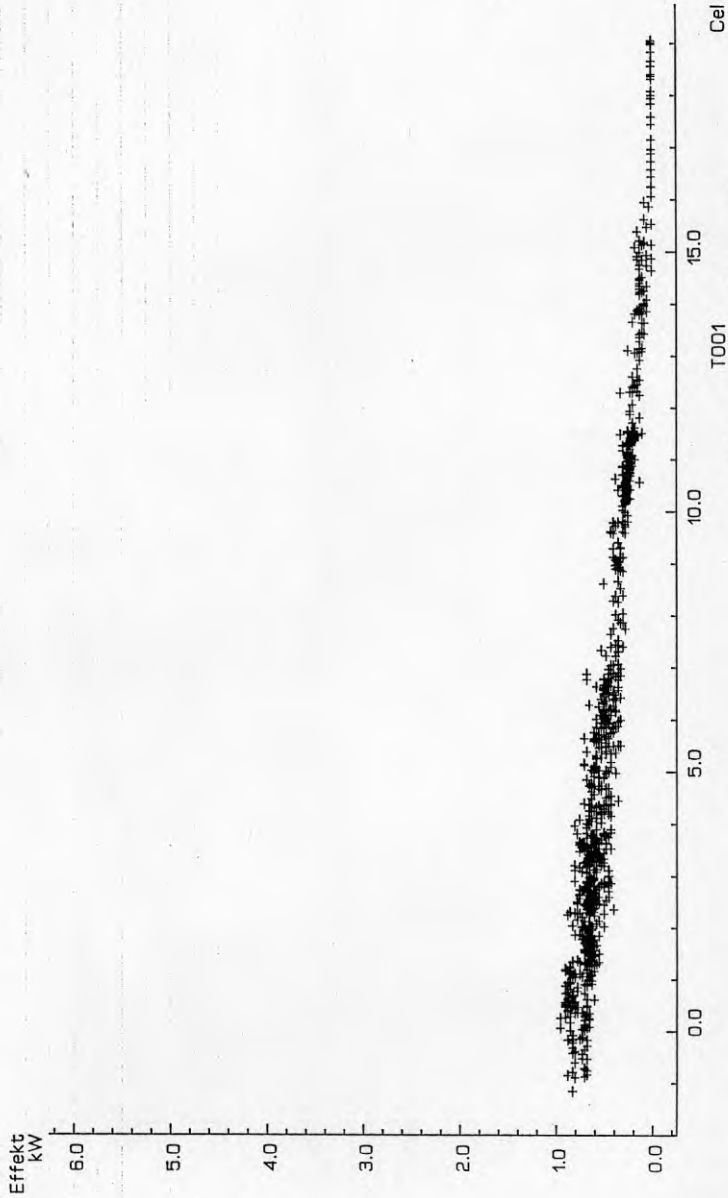
880408 1447 - 880418 2347



Bild 6.6 Eleffektbehovet vecka 15, stigare E4

8:43 AM TUE., 3 MAY, 1988

E3



T001  
Råslätt D11c2  
880408 1447 - 880418 2347

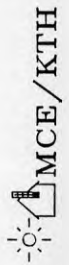
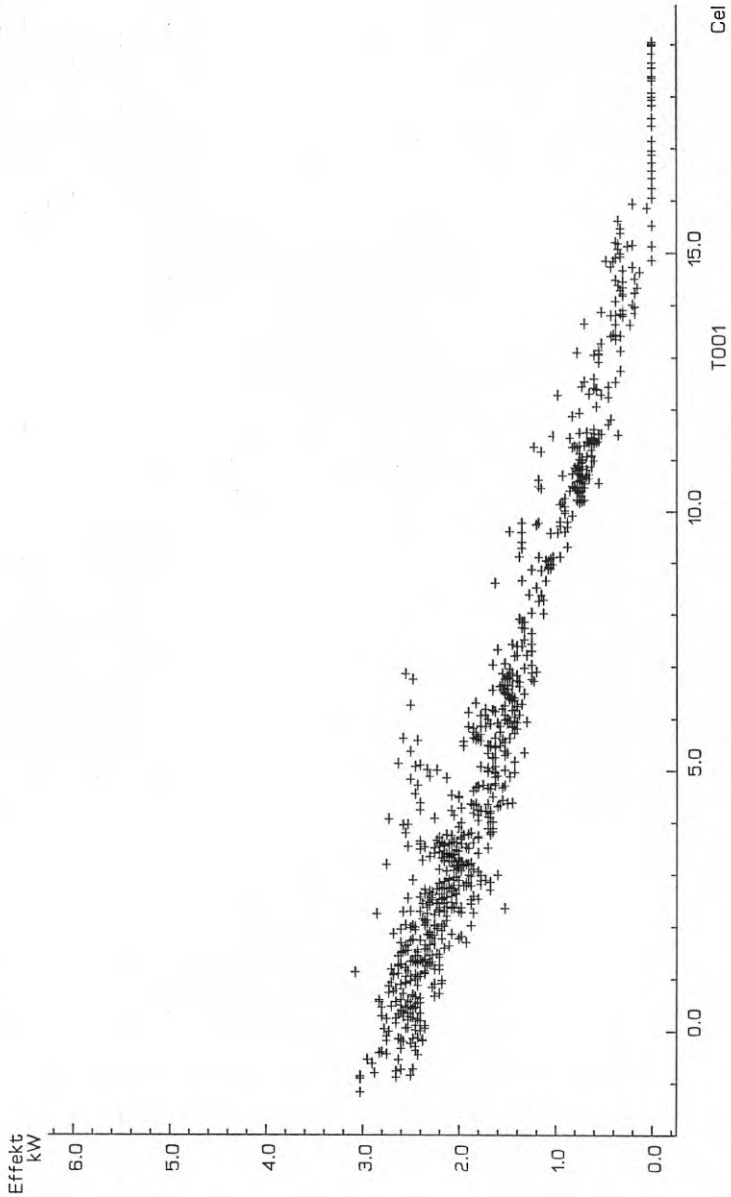


Bild 6.7 Eleffektbehovet vecka 15, stigare E3

9:39 AM TUE., 3 MAY, 1988

E2



T001

Råslätt D11c1

880408 1447 - 880418 2347



Bild 6.8 Eleffektbehovet vecka 15, stigare E2

### 6.1.2 Temperaturen i primärkrets

Temperaturen i kretsen efter HVVX framgår av bild 6.9.

På grund av dålig styrutrustning på elpannan pendlar temperaturen i kretsens framledning cirka 10 °C.

Returledningstemperaturen är den gemensamma för VBB och värmesystemet.

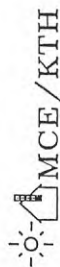
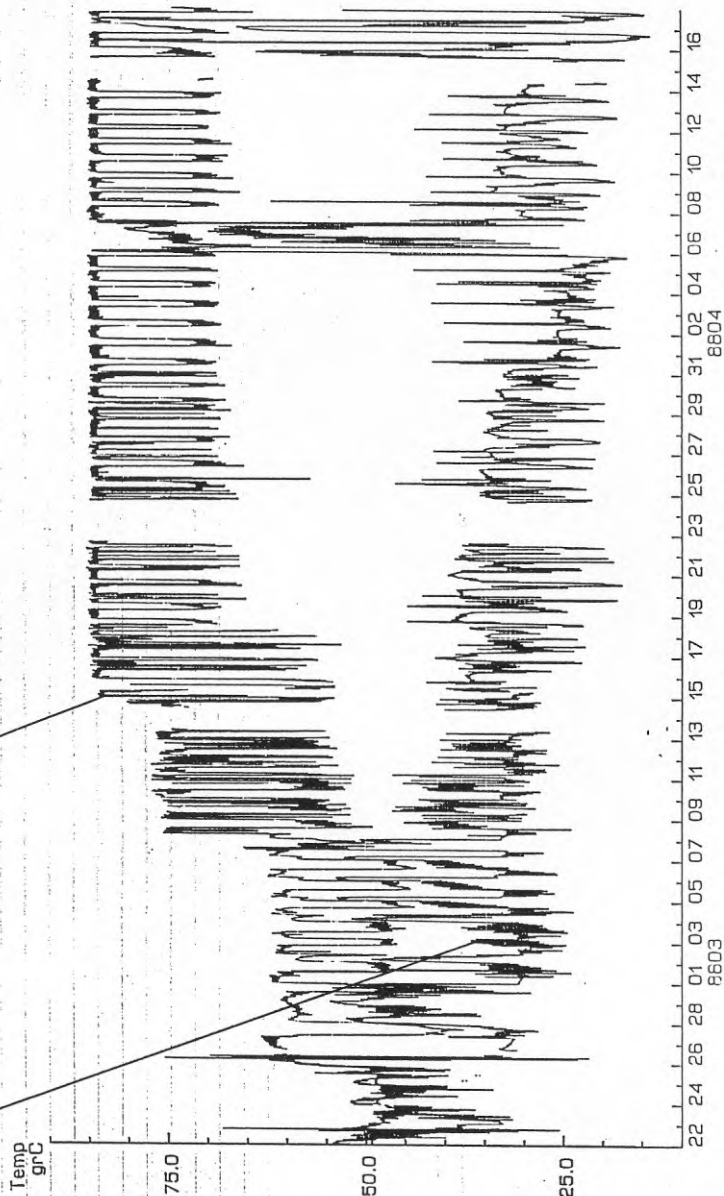
De första veckorna är givarna felaktigt applicerade samt oisolerade, vilket förklarar mätvärdenas utseende.

Den 15 mars görs omställning bl a av elpannor, vilket syns på kurvorna. I övrigt redovisar returtemperaturen en bra nivå, med små toppar då ackumulatorm närmare sig full laddning.

11:38 PM SUN., 1 MAY, 1968

Temp ut fraan HVVX TGT 10

Temp in till HVVX



Råslätt

880222 0000 - 880417 2359

Bild 6.9 Temperatur i primärkretsen mätperioden v 8 - v 15

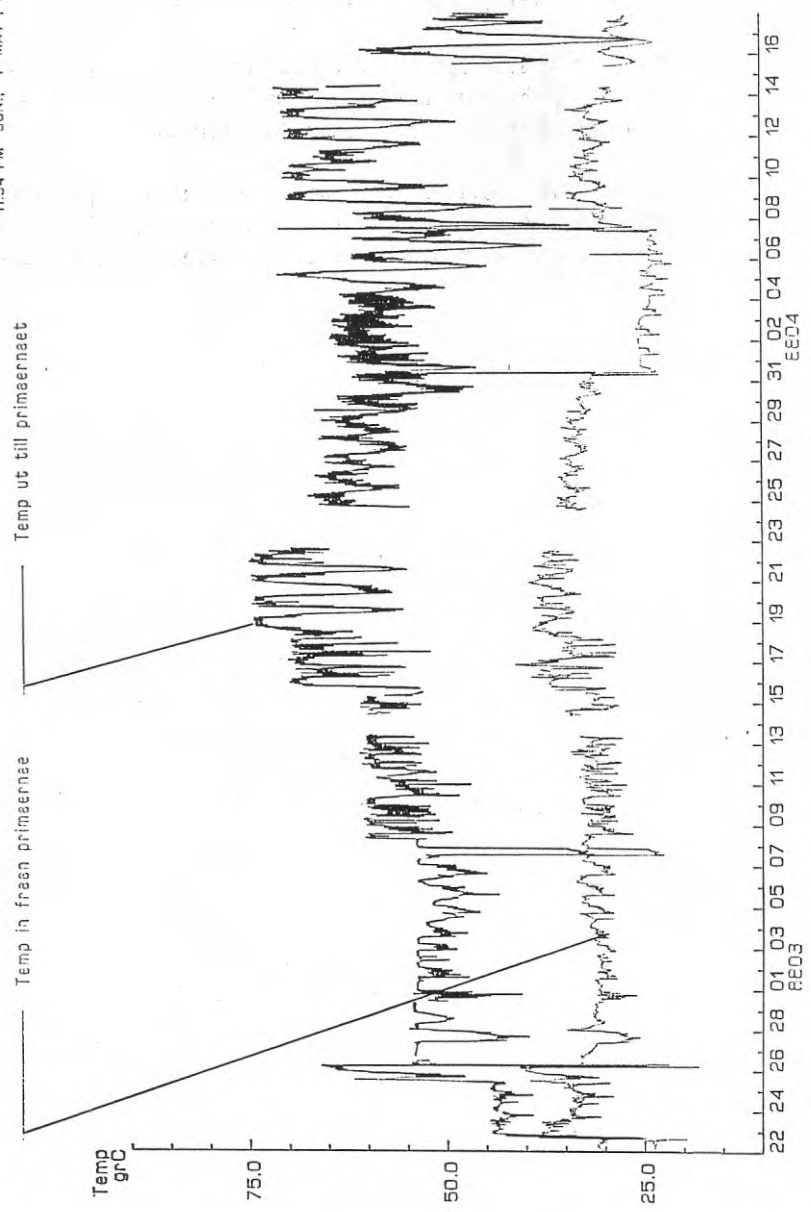
### 6.1.3 Temperatur i sekundärsystem

Temperaturen i värmesystemet framgår av bild 6.10 och bild 6.11. Det var driftavbrott mellan 30/3 och 7/4.

Returtemperaturen från systemet ligger mellan 30 °C och 40 °C, vilket är högre än beräknat. Förklaringen finns bl a i att värmebatterierna i lägenheterna är för små.

Bilden som redovisar fram- och returledningstemperaturen mot utetemperaturen, ger mycket samlade kurvor, vilket visar att styrsystemet (dvs termostatventiler) fungerar tillfredsställande.

11:34 PM SUN., 1 MAY, 1988



Råslätt  
880222 0000 - 880417 2359

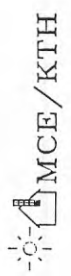


Bild 6.10 Temperaturen i sekundärvarmesystemet, dvs till luftvärmebatterierna, som funktion av tiden

11:53 AM TUE., 3 MAY . 1988

T6T2B

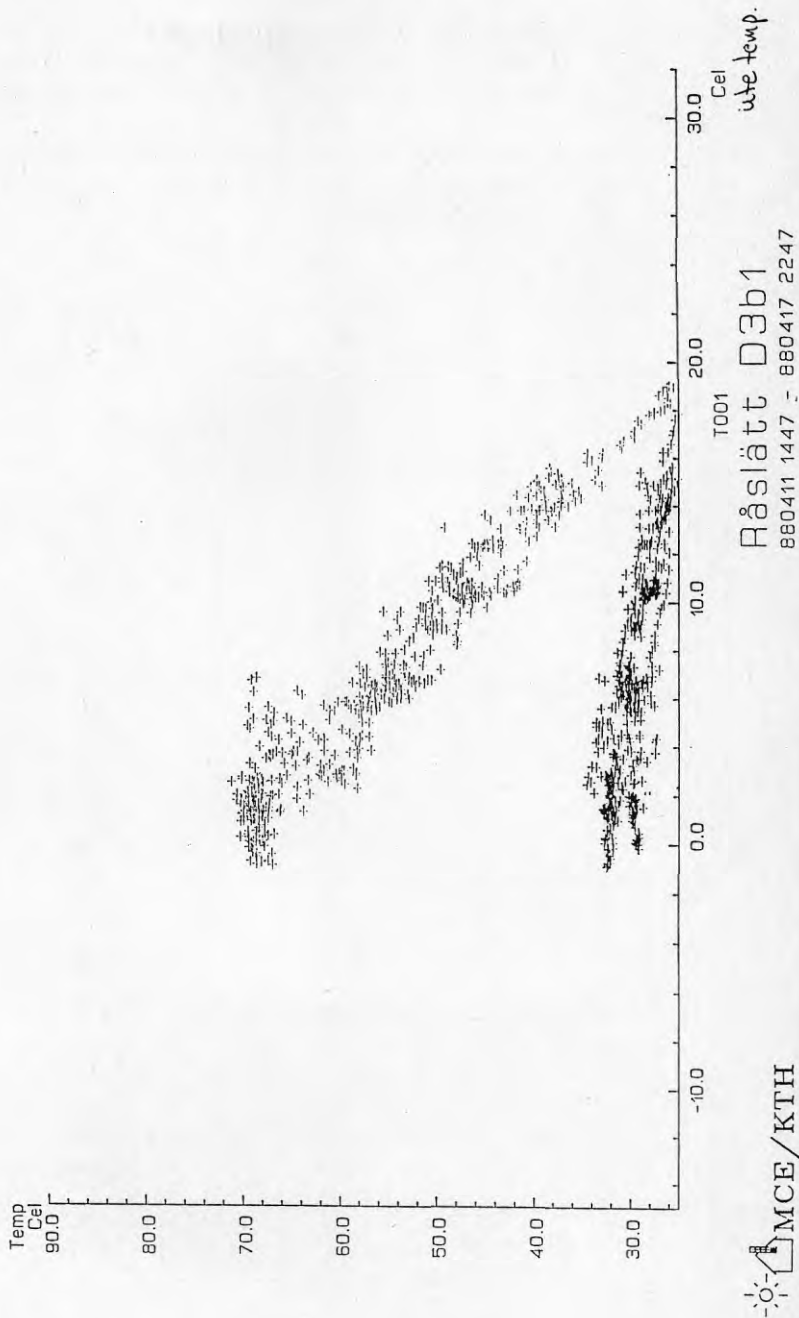


Bild 6.11 Temperaturen i sekundärsystemet som funktion av utomhustemperaturen

#### 6.1.4 Temperaturen i ackumulatorn

I ackumulatorn mäts temperaturen på tre nivåer. Av bild 6.12 framgår att start av laddning av ackumulatorn sker då temperaturgivaren mitt i ackumulatorn understiger 52 °C.

Då temperaturgivaren i botten uppnått 58 °C stoppas laddningspumpen. Urladdning av ackumulatorn sker vid tappning av varmvatten i byggnaden.

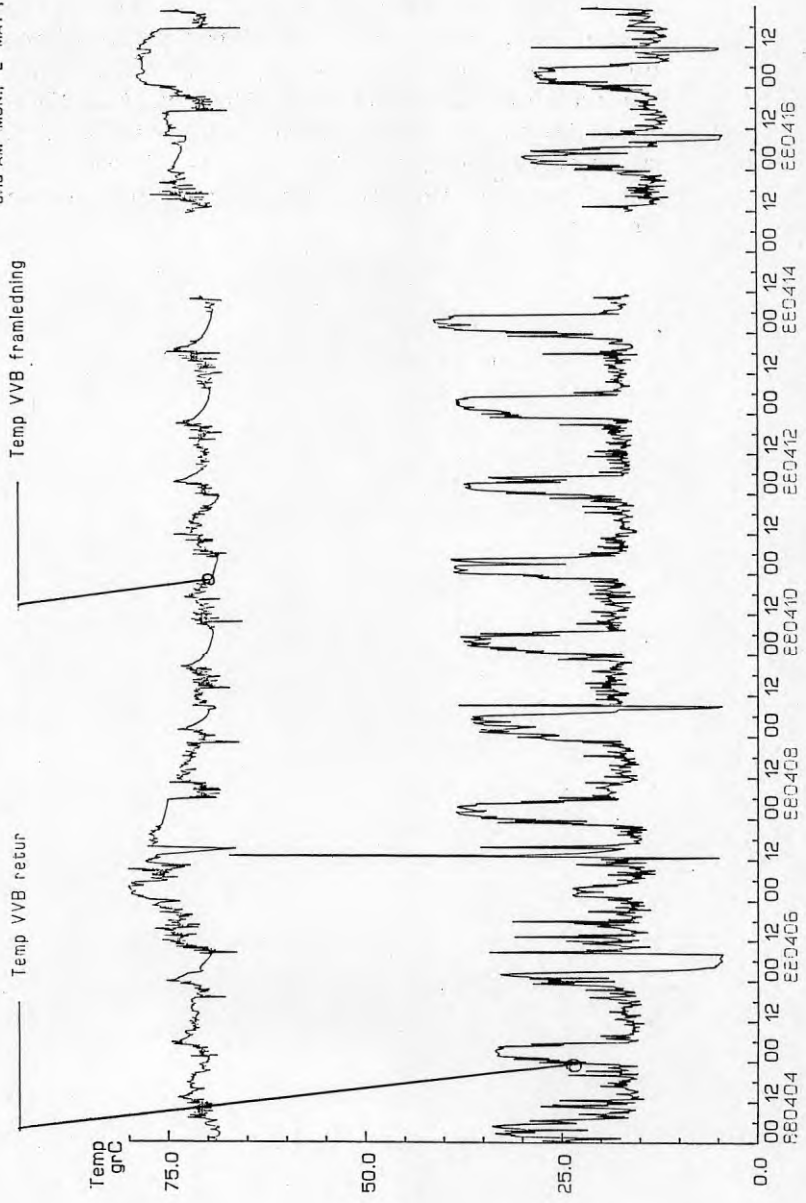


### 6.1.5 Temperatur, varmvattenberedare

Temperaturen före resp efter varmvattenberedaren (VVB) framgår av nedanstående bild 6.13. Höjningen av returtemperaturen nattetid beror sannolikt på värmning av vvc.

Under dagtid ligger returtemperaturen bra, dvs under 20 °C, vilket visar att dimensioneringen är riktig samt att styrventilerna arbetar som de skall.

8:19 AM MON., 2 MAY, 1988



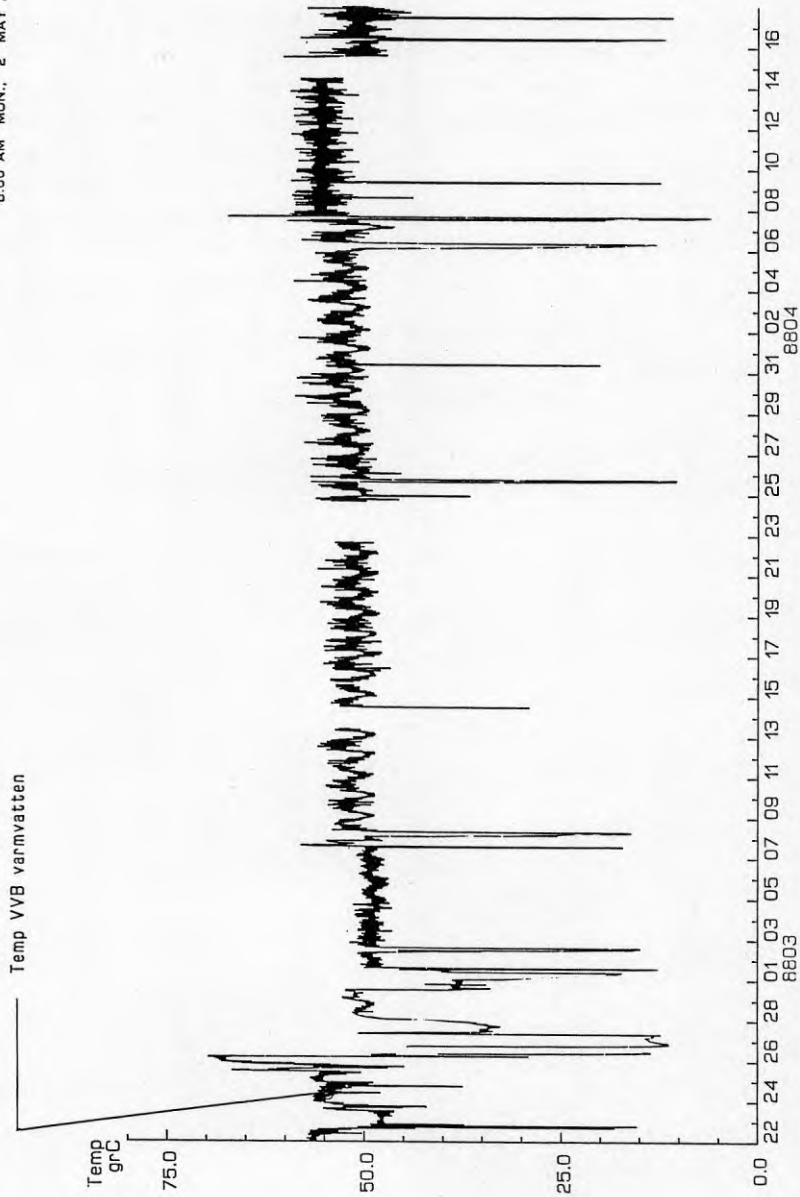
MCE/KTH  
 Råslätt  
 880404 0000 - 880417 2359

Bild 6.13 Temperaturen före och efter varmvattenberedaren vecka 14 och 15

#### 6.1.6 Temperatur, varmvatten

Temperaturen på varmvattnet har under mätperioden varit inställd på 50 °C. Under mätperioden har problem med varmvattenproduktionen funnits. Felen beror av olika anledningar på injusteringsproblem vvc, för låg effekt på elpannan, cirkulationsautomatik som "hängt sig", PID parametrar för styrventiler felaktiga etc, etc. Problem med varmvattnet gav alltid omedelbar reaktion hos hyresgästerna i de 84 lägenheter som försörjs med varmvatten från UC:n. Temperaturen under hela mätperioden framgår av bild 6.14.

8:00 AM MON., 2 MAY, 1988



RÅSLÄTT  
880222 0000 - 880417 2359

MCE/KTH

Bild 6.14 Temperatur på utgående varmvatten v 8 till v 15

## 6.2 Mätresultat - lägenheter

Av temperaturmätningarna i lägenheterna framgår att inomhus-temperaturen är jämn i samtliga lägenheter. Lägenheterna på bottenvåningen håller en inomhustemperatur som är cirka 2 till 4 °C lägre än övriga. Detta beror på att golven mot källarplanet är dåligt isolerade. Framförallt den lägenhet som har källaringången under sig har det kallt på golvet, se tabell 6.1. Anledningen till att inte bara golvtemperaturen är låg i lägenheten på bottenvåningen utan även rumstemperaturen, är att de eftervärmningsbatterier som installerades var för små för dessa lägenheter. I nästa etapp dimensioneras eftervärmningsbatterierna upp. Parallellt kommer vi att studera golvtemperaturerna för att se om större radiatoryta behöver installeras.

Beteckningarna i tabellerna innebär:

$t_u$  = utomhustemperaturen, °C

i = lägenhet med 2 "korta" ytterväggar och en långsida mot innervägg

y = lägenhet med tre ytterväggar

m = lägenhet med en "kort" yttervägg och två innerväggar.

Tabell 6.1 Temperaturen i olika rum, (registrerad i vistelse-zonen)

Vån	RUM 1	RUM 2	RUM 3	RUM 4	RUM 5	GOLVTEMP I KÖK/ VARD.RUM	INBLÅS- NINGSTEMP
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
$t_u = -8 \text{ } ^\circ\text{C}$							
1 i	19,2	19,3	19,5	19,0	19,3	18,8/18,5	33
3 y	21,8	-	22,3	22,8	23,0		
4 i	22,3	23,5	22,1	22,0	23,2	21,8/21,4	36
6 y	22,7	-	21,8	23,7	23,4		
7 m	23,5	-	22,7	-	-		
7 i	22,1	22,2	22,0	22,0	22,2	21,5/20,9	37
$t_u = -2 \text{ } ^\circ\text{C}$							
1 i	19,8	20,0	20,1	19,9	19,9	19,3/19,2	30
3 y	20,8	-	21,3	21,9	23,0		
4 i	23,7	23,7	23,2	23,3	23,3	22,2/22,5	32
6 y	23,7	-	21,2	24,6	22,8		
7 m	24,0	-	23,0	-	-		
7 i	23,7	22,7	22,2	22,2	22,4	22,1/21,5	34
$t_u = +0 \text{ } ^\circ\text{C}$							
1 i	20,2	20,2	20,4	20,0	20,2	19,6/19,3	33
3 y	22,0	-	22,4	23,0	26,0		
4 i	23,5	23,9	23,0	23,1	23,5	22,2/22,4	35
6 y	23,4	-	21,6	24,2	23,7		
7 m	24,4	-	23,4	-	-		
7 i	22,9	23,0	22,5	22,4	22,7	22,2/21,7	36

### 6.2.1 Temperaturer och effektbehov

Temperaturnivån i lägenheterna var före vår ombyggnad hög. I samband med intervjuenkäten har vi manuellt mätt temperaturen i samtliga lägenheter, se avsnitt 8.2. Vid intervjutillfället före ombyggnad hade 82 % av lägenheterna en inomhustemperatur på 23 °C eller mer. I vissa lägenheter var temperaturen över 25 °C. Utomhustemperaturen var vid detta tillfälle mellan -1 °C och -2 °C. Vid intervjun efter ombyggnaden hade 64 % av lägenheterna 23 °C eller högre då var utomhustemperaturen -6 °C.

Nedan presenteras mätresultaten från den vecka som var kallast under mätperioden, vecka 11. Utomhustemperaturen denna vecka presenteras i bild 6.15 nedan. Vi kan konstatera att i de lägenheter där inomhustemperaturen är 22 °C eller mer vädras det betydligt mer än i lägenheterna med lägre inomhustemperatur.

I bild 6.16 presenteras temperaturen i kök och vardagsrum i lägenheten på bottenvåningen. Här kan vi se att golvtemperaturen sjunker under 19 °C i bottenvåningen. Bild 6.17 visar temperaturen i sovrum och hall i denna lägenhet.

Bild 6.18 och 6.19 visar inomhustemperaturen för vecka 11 i lägenheten belägen mitt i huset. Av bild 6.20 och 6.21 framgår motsvarande mätning för lägenheten högst upp i huset. Båda dessa lägenheter har en temperaturnivå som är cirka 2 °C högre än lägenheten på bottenvåningen. Golvtemperaturen blir av naturliga skäl högre i dessa lägenheter.

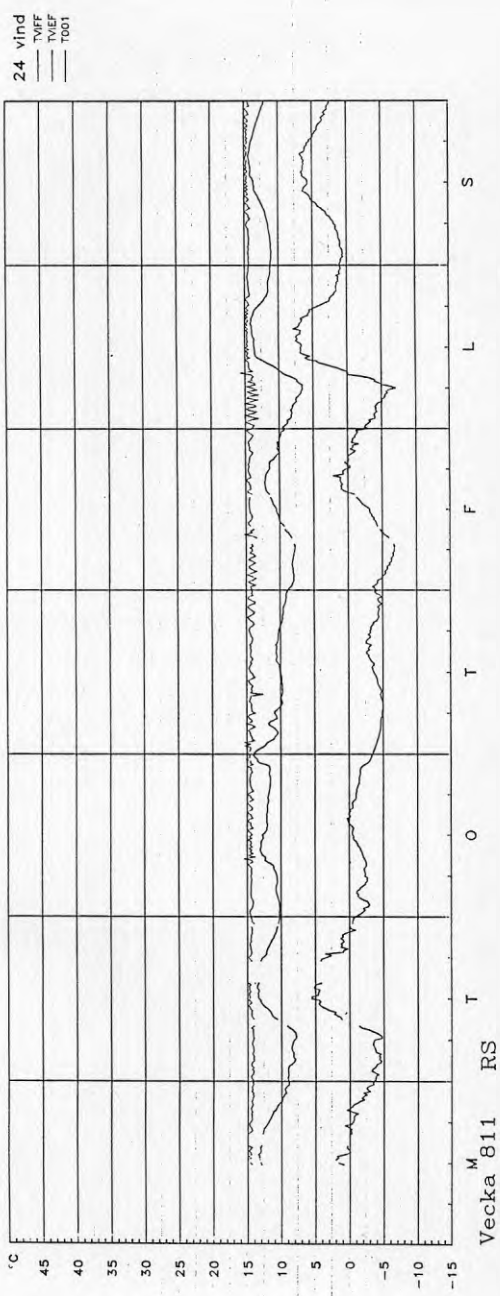


Bild 6.15 Utomhustemperaturen vecka 11

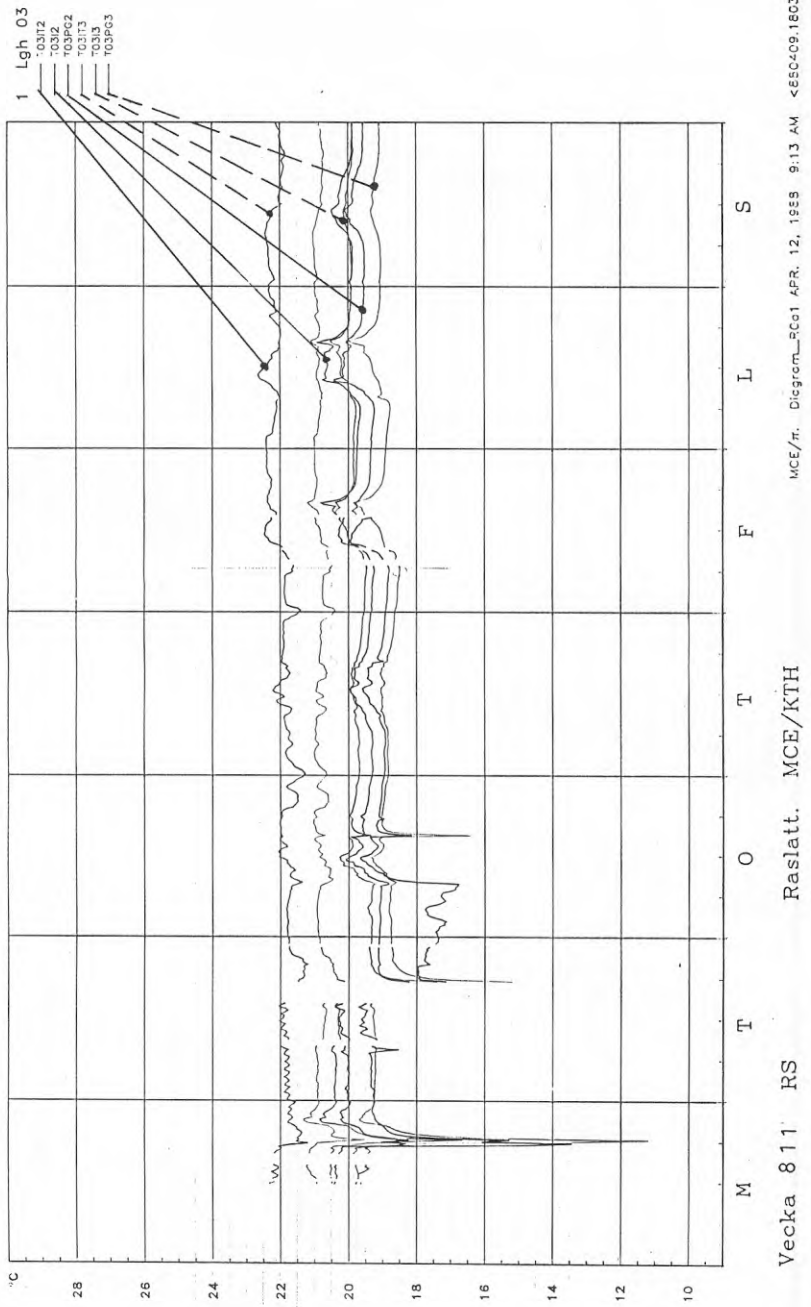


Bild 6.16 Temperaturmätningar i kök och vardagsrum i lägenhet på bottenvåningen.

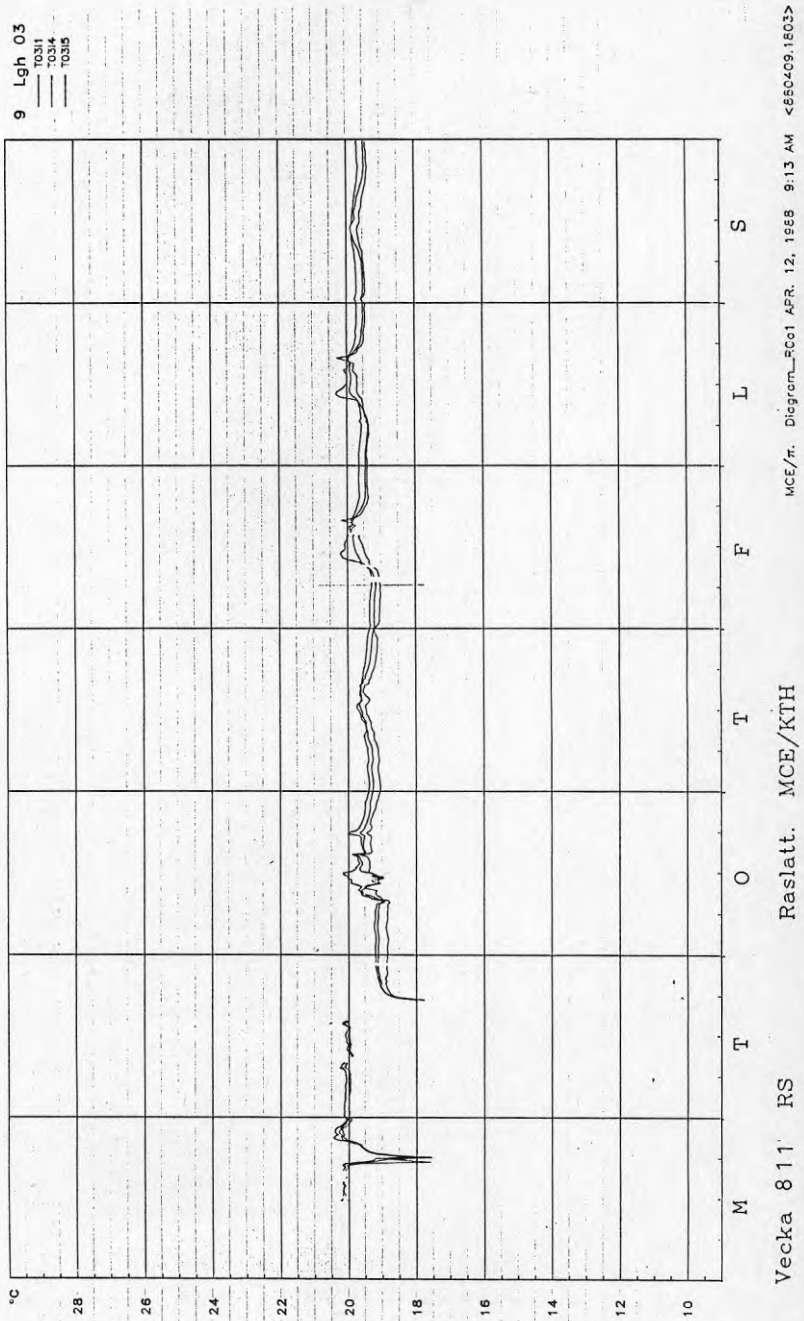


Bild 6.17 Temperaturer i sovrum och hall i lägenheten på bottenvåningen.

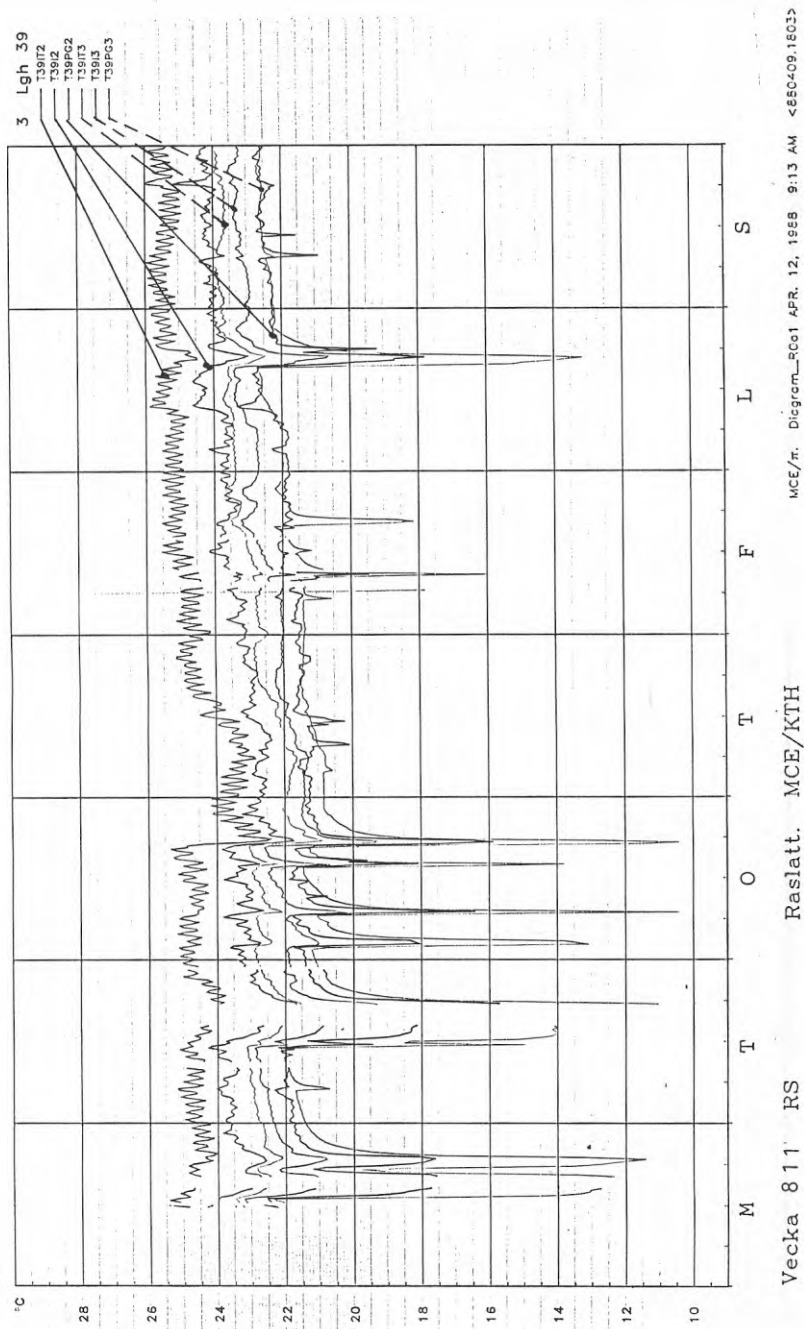


Bild 6.18 Temperatur i kök och vardagsrum i lägenhet belägen mitt i huset.

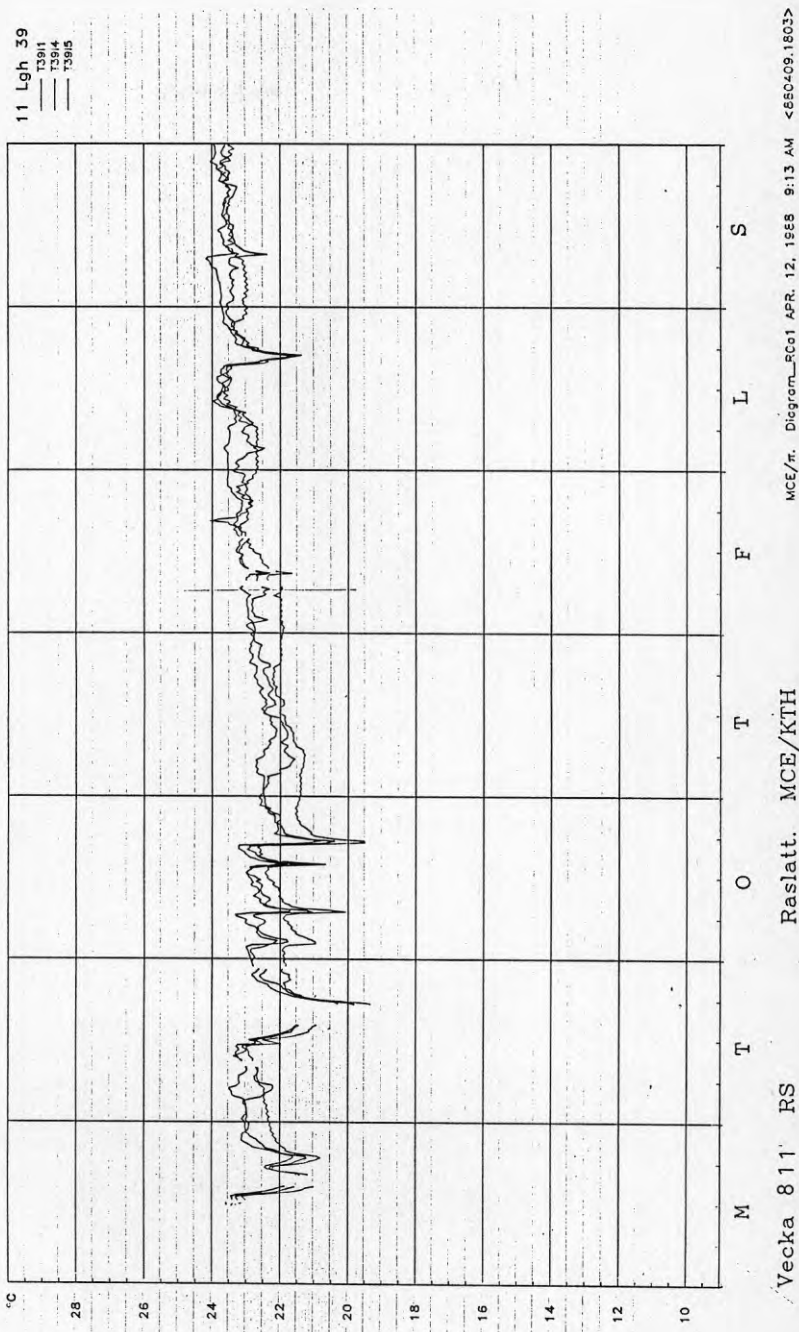


Bild 6.19 Temperatur i sovrummen och hall i lägenhet belägen mitt i huset.

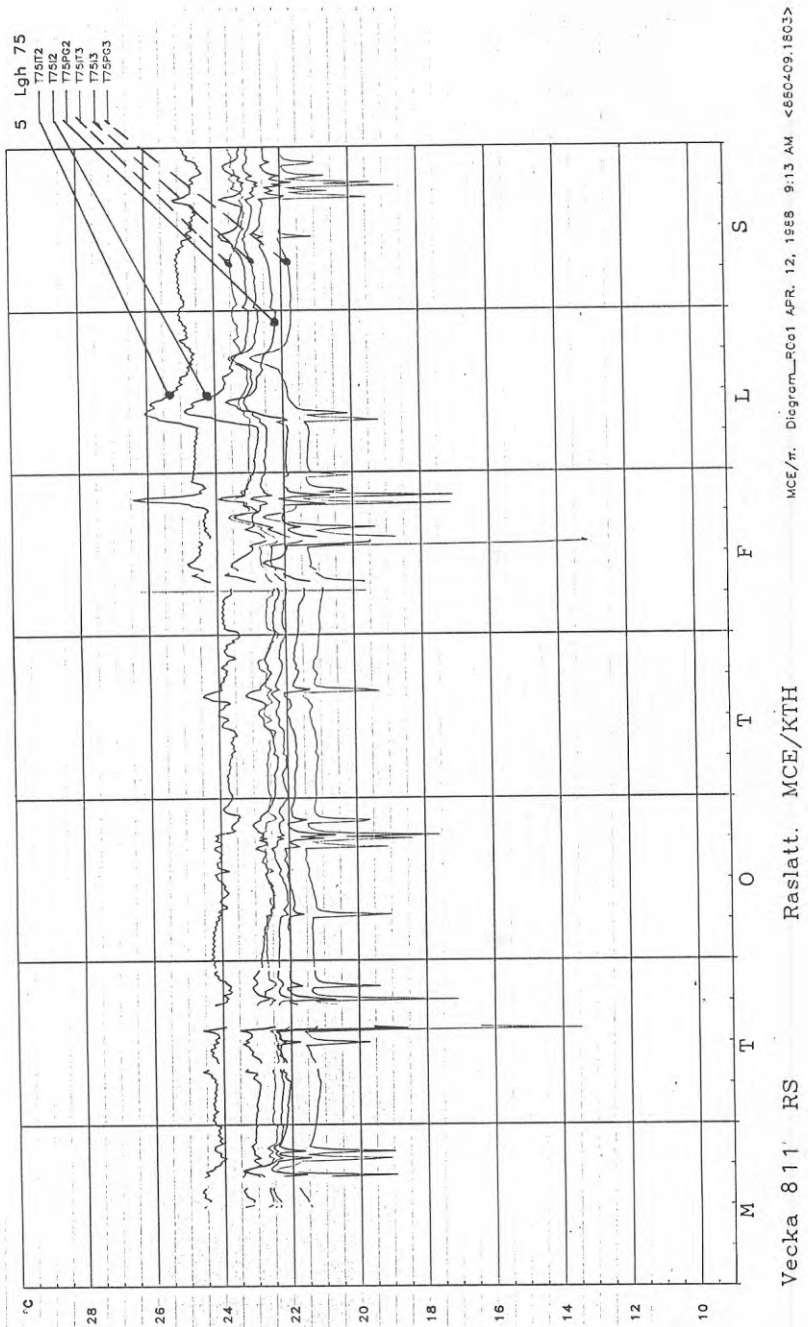


Bild 6.20 Temperatur i kök och vardagsrum i lägenhet belägen högst upp i huset.

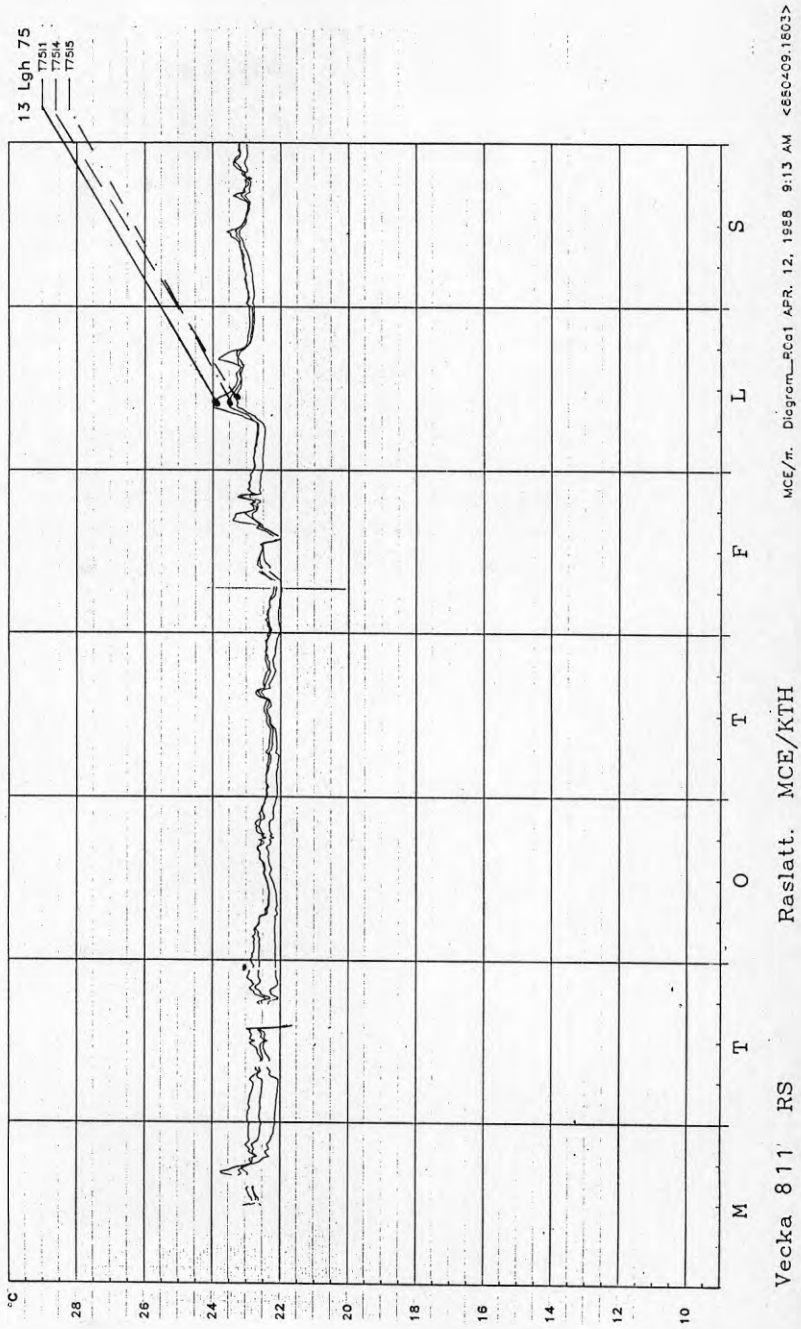


Bild 6.21 Temperatur i sovrummen och hall i lägenhet belägen högst upp i huset.

Temperaturen i de stora lägenheterna, lägenhet 61 och lägenhet 25, med tre ytterväggar, framgår av bild 6.22. Intressant att notera här är att hyresgästen i lägenhet 25 önskar ha det kallt inomhus, helst 18 °C. Eftervärmningsbatteriet har varit avstängt nästan hela mätperioden i denna lägenhet. Tillufttemperaturen har varit mellan 15 och 18 °C. Tack vare den låga tillufttemperaturen har temperaturen i lägenheten kunnat hållas nere mot 20 °C trots att grannarnas lägenheter hållt en högre inomhustemperatur. Detta visar ytterligare vikten av att inte förvärma luften till för hög temperatur; hyresgästerna får friheten att styra sitt inomhusklimat.

Anläggningen kommer att regleras så att vid utomhustemperaturer under -5 °C höjs temperaturen på luften från förvärmningsbatteriet successivt mot +20 °C. Vid lägre utomhustemperatur vill man ha varmare tilluft i trappuppgången därav höjningen.

Temperaturnivån i den minsta lägenheten har varit högre än i övriga. Eftervärmningsbatteriet var här något överdimensionerat, se bild 6.23.

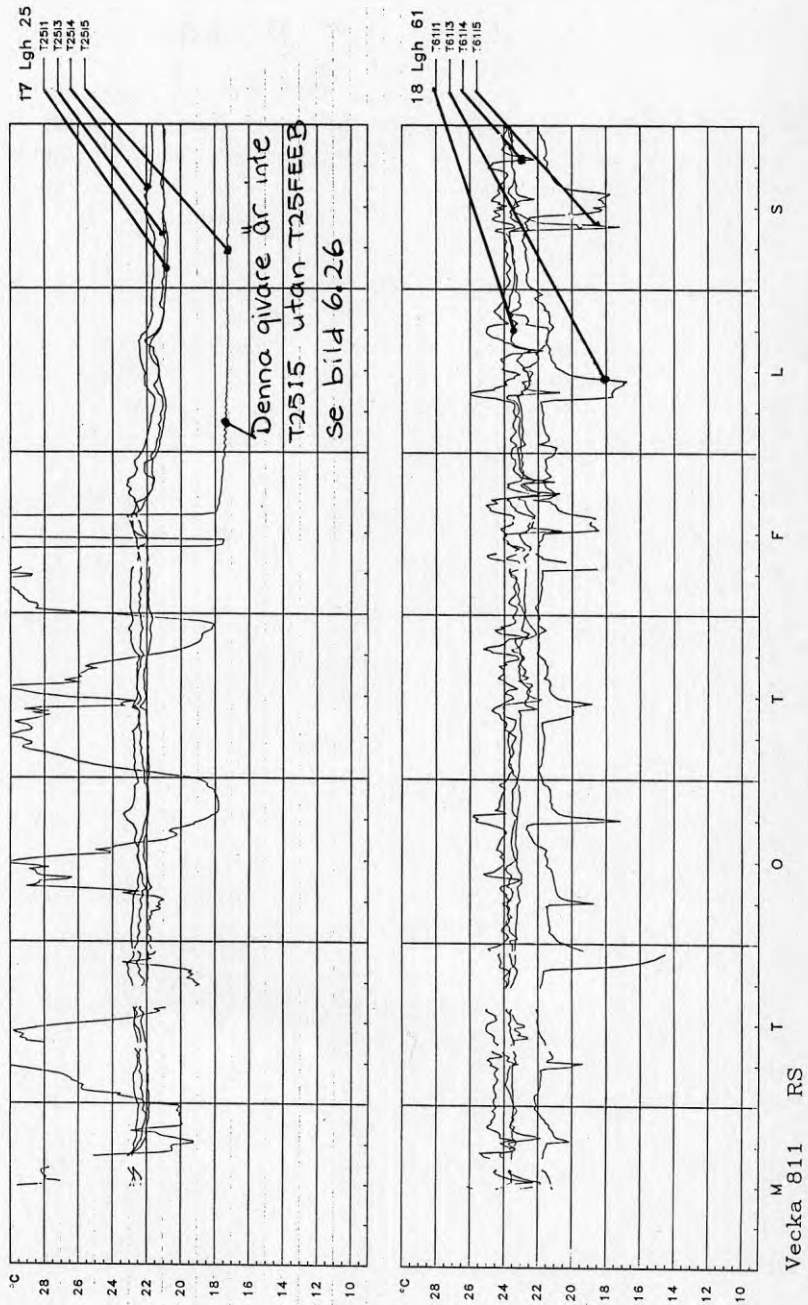


Bild 6.22 Temperaturen i sovrums, kök och vardagsrum i lägenhet 25 och 61.

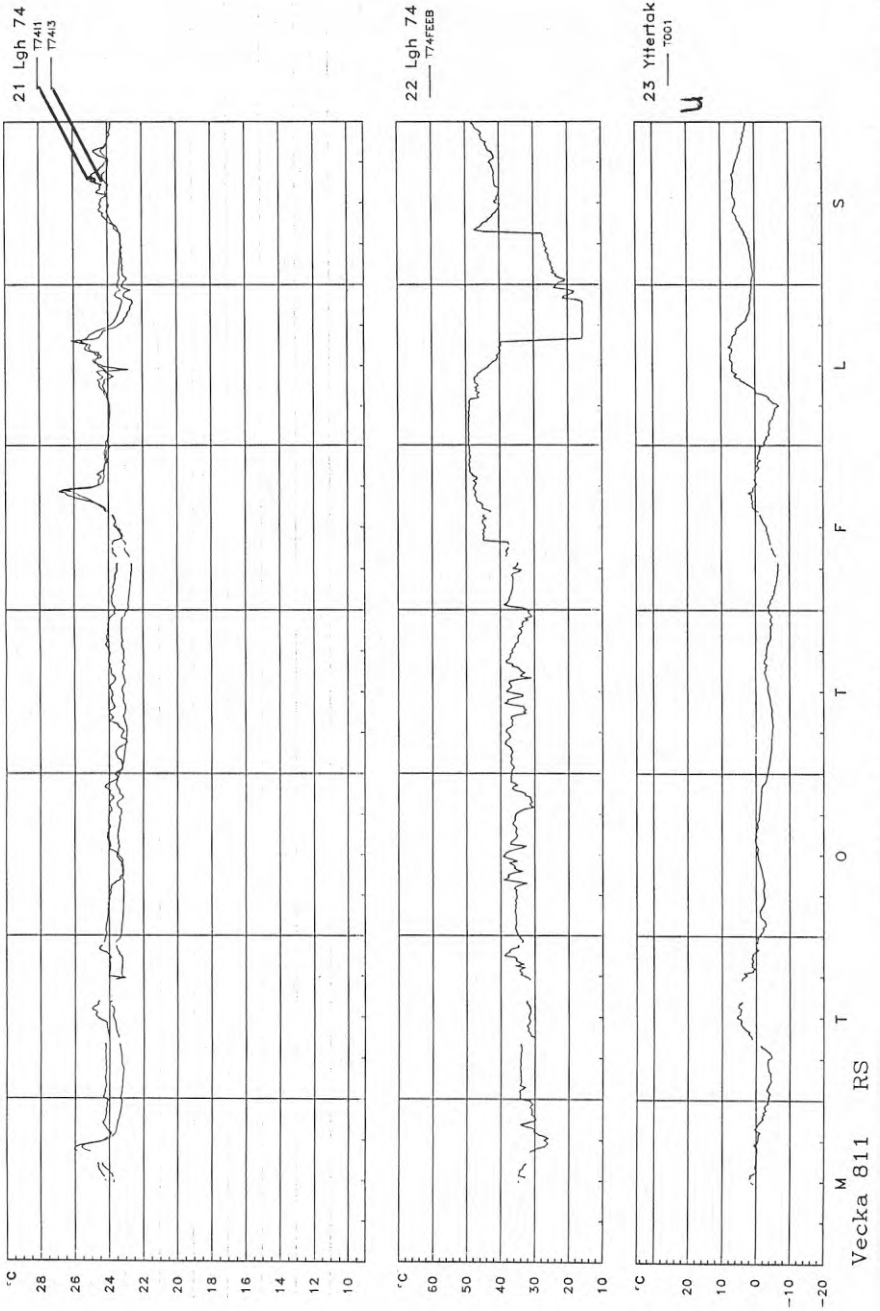


Bild 6.23 Temperaturen i rummen i den mindre lägenheten högst upp i huset, lgh 74

I bild 6.24 till 6.26 presenteras temperaturen före eftervärmningsbatteriet i lägenhet 03, 39 och 75 och efter eftervärmningsbatteriet i samtliga mätlägenheter. Tillufttemperaturen vecka 11 var mellan 30 °C och 40 °C. I bild 6.26 presenteras frånlufttemperaturen i lägenhet 03, 39 och 75. Som framgår är frånlufttemperaturen mycket jämn.



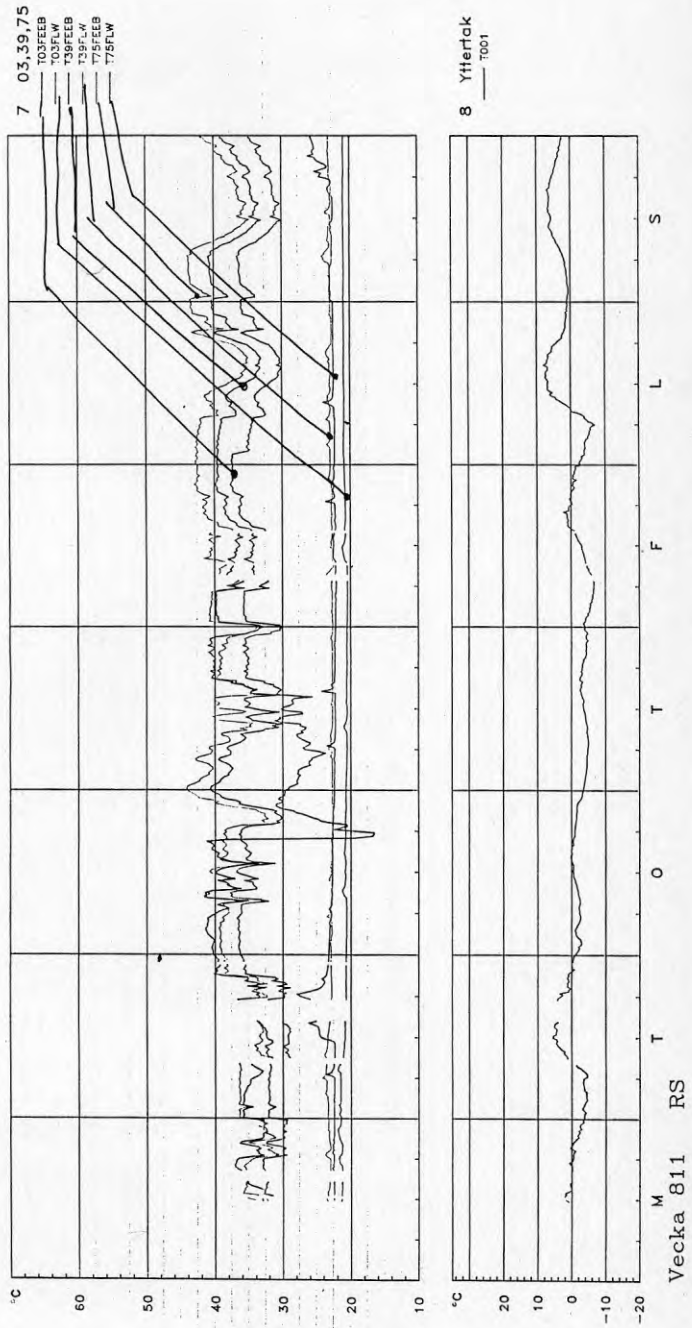


Bild 6.25 Temperaturen efter eftervärmningsbatteriet och frånlufttemperaturen.

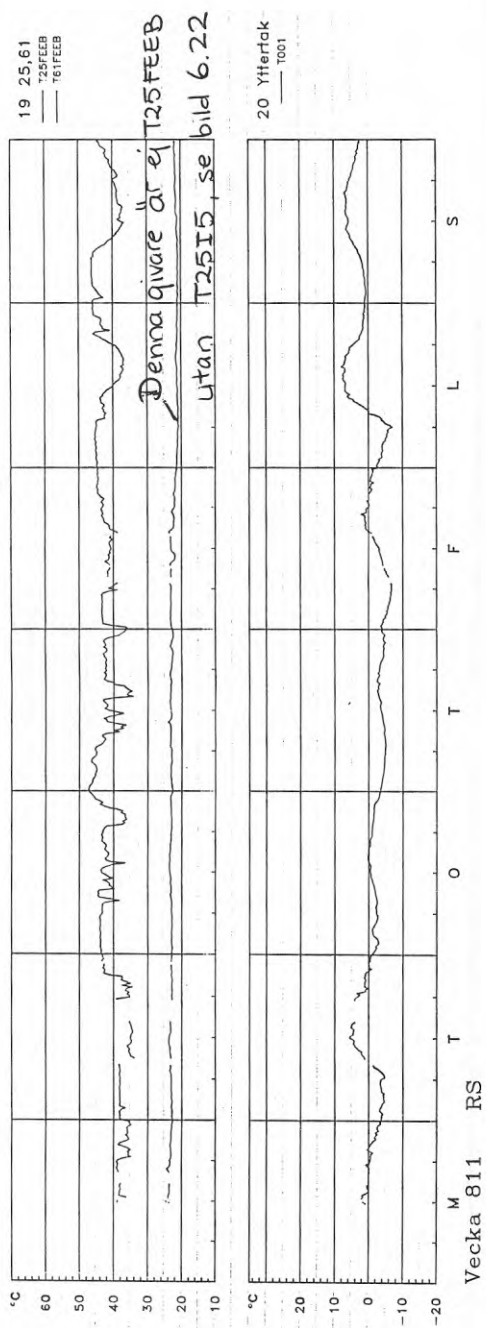


Bild 6.26 Temperaturen efter eftervärmningsbatteriet i lägenhet 25 och 61.

### Effektbehov

Den effekt som levererats av eftervärmningsbatterierna i de olika lägenheterna vecka 10 till och med vecka 13 presenteras i bild 6.27 till 6.32 nedan. I tabell 6.2 presenteras min-, medel- och maxvärdet för denna period.

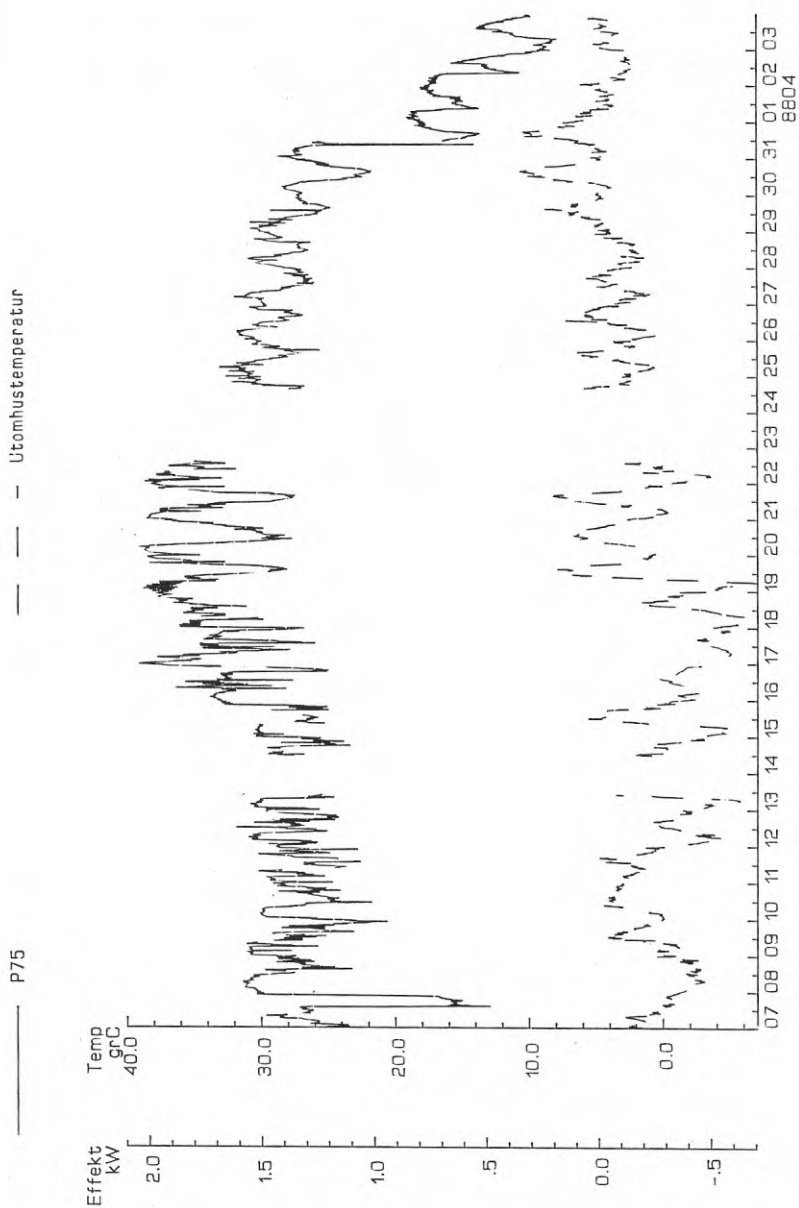
Som framgår har lägenheten på bottenvåningen lägenhet 03 erhållit 1 kW maximalt. Lägenhet 75 har erhållit 2 kW maximalt. Denna snedfördelning beror till största delen på att tilluftflödena har varit ojämnt fördelade.

Tabell 6.2 Min-, max- och medelvärde av effekttillskottet till lägenheterna vecka 10 - vecka 13.

Lgh	P <sub>Min</sub> (kW)	P <sub>Medel</sub> (kW)	P <sub>Max</sub> (kW)
03	0,07	0,6	1,0
39	0,03	0,8	1,2
75	0,19	1,3	2,0
25	0,05	0,2	1,0
61	0,28	0,9	1,4
74	0,02	0,9	1,5





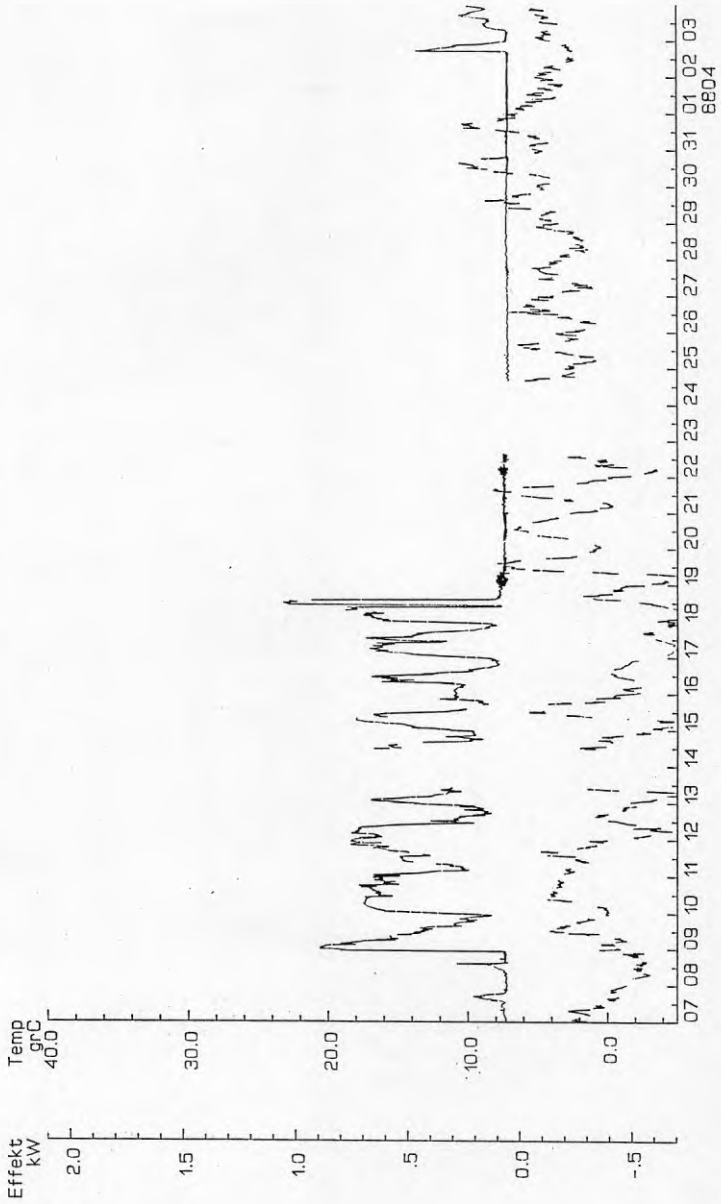


880307 0000 - 880403 2359

Bild 6.29 Effekten till lägenhet 75 samt utomhustemperatures variation under vecka 10-13.

----- Utomhustemperatur

----- P25



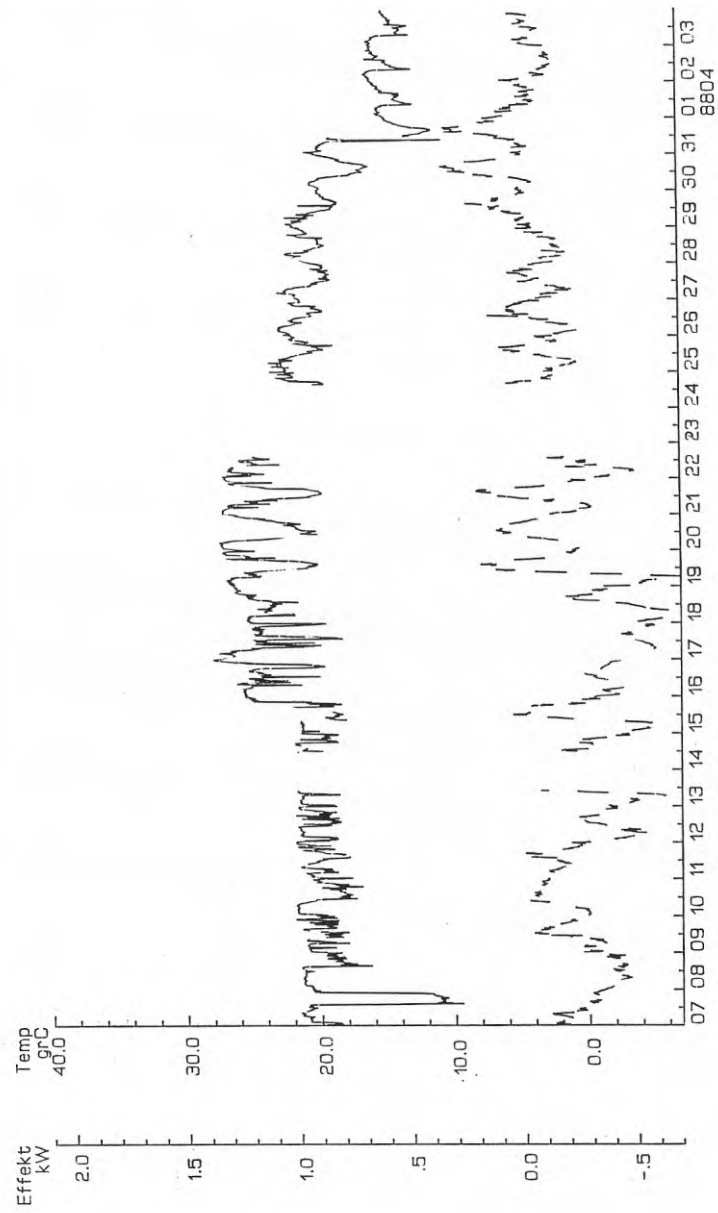
MCE/KTH

Råslätt  
880307 0000 - 880403 2359

Bild 6.30 Effekt till lägenhet 25 vecka 10-13.

— — — — — Utomhustemperatur

— P61



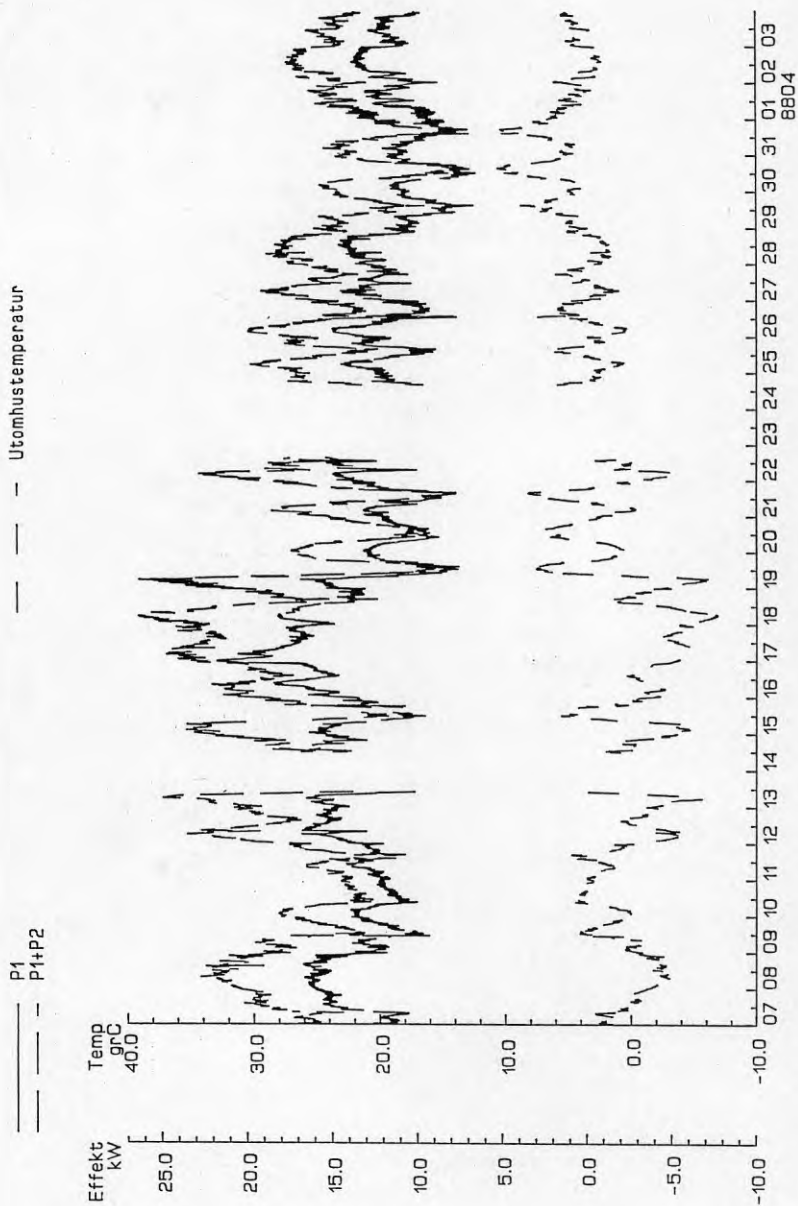
880307 0000 - 880403 2359



Bild 6.31 Effekt till lägenhet 61 v 10-13 samt utomhustemperatu-  
rens variation under senare period.



Effekten som utvinns ur värmexlaren P1 och effekttillskottet från eftervärmningsbatteriet P2 under vecka 10 t o m vecka 13 presenteras i bild 6.33. Medelvärdet under ovanstående period var för P1, 12,8 kW och för batteriets effekt 3,9 kW.



880307 0000 - 880403 2359

MCE/KTH

Bild 6.33 Effekten från värmeväxlaren P1 och effekttillskottet från eftervärmningsbatteriet P2 v 10-13.

### 6.2.3 Temperaturgradient

Om temperaturskillnaden mellan golv och tak i ett rum är för stor kan personer som vistas där erhålla en känsla av diskkomfort. Speciellt om golven är kalla förstärks denna känsla. Kroppens regler-system kan då få en signal att öka hudtemperaturen vilket medför att värmeförlusterna från kroppen ökar. I luftvärmesystem som i Råslätt kan temperaturgradienten tillåtas variera mellan 2-3 °C från golv till tak. Enligt de av Nordiska kommittén för byggbestämmelser, NKB, utarbetade riktlinjerna så skall den vertikala lufttemperaturdifferensen mellan punkter 1,1 och 0,1 meter över golv vara mindre än 3K.

Temperaturgradienten i de olika lägenheterna presenteras i tabell 6.3. Som framgår är temperaturdifferensen mellan golv och tak inte i något fall över 3,0 K. Temperaturgradienten är större i köket än i vardagsrummet. Detta beror på att värmetillskottet är större i köket från kyl och frys och spis.

Beteckningarna i tabellerna innebär:

$t_u$  = utomhustemperaturen, °C

i = lägenhet med 2 "korta" ytterväggar och en långsida mot innervägg

y = lägenhet med tre ytterväggar

m = lägenhet med en "kort" yttervägg och två innerväggar

Tabell 6.3 Temperaturgradienten

Vån	dt/dh KÖK (K)	dt/dh VARD.RUM (K)	INBLÅSNINGSTEMP (°C)
$t_u = -8 \text{ °C}$			
1 i	2,8	2,1	33
4 i	2,9	1,3	36
7 i	2,2	1,4	37
$t_u = -2 \text{ °C}$			
1 i	2,6	1,4	30
4 i	2,0	0,9	32
7 i	1,8	1,2	34
$t_u = +0 \text{ °C}$			
1 i	2,7	1,5	33
4 i	2,4	0,9	35
7 i	1,9	1,0	36

## 6.2.3.1 Oisolerad tilluftkanal i undertak

I en av mätlägenheterna isolerade vi inte tilluftkanalerna i undertaket i hallen för att se hur det påverkade inomhusklimatet. Nu var det så olyckligt att denna hyresgäst önskar ha det svalt inomhus varför eftervärmningsbatteriet har varit avstängt nästan hela mätperioden. Vi var på plats en dag och ökade då effekten på eftervärmningsbatteriet maximalt. Övertemperaturen i undertaket i förhållande till rumsluften blev 6 °C. Tillufttemperaturen efter eftervärmningsbatteriet var då 35 °C.

Studerar vi detta teoretiskt kan vi beräkna vilken temperaturökning vi erhåller. För det fall som beskrivs i bild 6.34 får vi följande:

Luft med temperaturen 50 °C transporteras genom lägenhetens oisolerade tilluftkanaler. Omgivningstemperaturen är cirka 23 °C.

k-värdet för de oisolerade kanalerna kan beräknas ur

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_u} + \frac{1}{\alpha_i} \quad (6.4)$$

där  $\alpha_i = \alpha_{k,i}$  (6.5)

$$\alpha_u = \alpha_s + \alpha_{k,u} \quad (6.6)$$

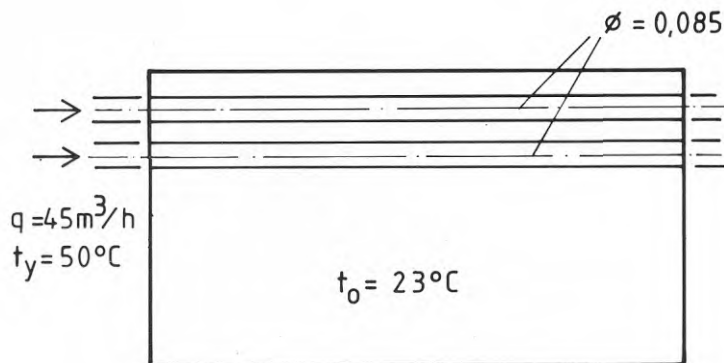


Bild 6.34 Principskiss av oisolerad kanal.

För  $\alpha_{k,u}$  sätter vi

$$\alpha_{k,u} = 2\sqrt[3]{\Delta t} \quad (6.7)$$

där  $\Delta t = t_0 - t_y$

$t_0$  = omgivningstemperaturen, °C

$t_y$  = yttemperaturen på kanalen, °C

För  $\alpha_s$  sätter vi ( $C = 1$ )

$$\alpha_s = \frac{C}{100^4} \cdot 4 T_y^3 \quad (6.8)$$

där  $T_y = t_y + 273$

För  $\alpha_i$  slutligen

$$\alpha_i = 10 \cdot v^{0,6} \quad (6.9)$$

där  $v$  är lufthastigheten i kanalen.

I vårt fall blir hastigheten  $v = 2,2$  m/s

då blir  $\alpha_i = 16$  W/m<sup>2</sup>,K

Vid  $t_y = 50 \text{ }^\circ\text{C}$  får vi

$$\alpha_s = 1,35 \text{ W/m}^2, \text{K}$$

$$\text{och } \alpha_{k,u} = 2 \sqrt[3]{27} = 6 \text{ W/m}^2, \text{K}$$

Detta ger att

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{7,35} + \frac{1}{16} = 0,2 \text{ dvs } k = 5 \text{ W/m}^2, \text{K}$$

Värmeförlusten per meter kanal blir

$$P = K \cdot A \cdot \Delta t = 5 \cdot 0,27 \cdot (50-23) = 36 \text{ W/m}$$

Detta är helt oacceptabelt, hallen skulle bli övertempererad och rummen längst bort från eftervärmningsbatteriet erhålla en lägre tillufttemperatur.

#### 6.2.3.2 Värmetillskott från värmeledningarna

Ventilationsvärmen distribueras i rörstammar från undercentralen via hisschaktet upp till takplanet, se avsnitt 3.5. I takplanet fördelas rören dels till ventilationsaggregatets förvärmningsbatteri och dels till stammar som går från takplanet och ner till våning 1 och försörjer samtliga eftervärmningsbatterier med erforderlig effekt. Varje lägenhetstyp, dvs alla på varandra liggande lägenheter försörjs genom en rörstam med en fram- och en returledning.

Samtliga lägenheter kommer att få ett värmetillskott från de oisolerade rörstammarna. Värmetillskottet blir olika stort beroende på hur långt ner i huset lägenheten ligger eftersom temperaturen på vattnet i rörstammarna successivt minskar.

För en friliggande rörstam, dvs en oisolerad rörstam, kan värmeövergångskoefficienten för konvektion sättas till

$$\alpha_k = 2,2 \sqrt[4]{\Delta t} \quad (6.7)$$

och för strålning

$$\alpha_s = 5 \quad (6.8)$$

Framledningstemperaturen vid dimensionerande förhållanden är 60 °C och returtemperaturen 35 °C, det ger en medeltemperatur på 47,5 °C. Medeltemperaturskillnaden mellan rörstammarna och rumstemperaturen beräknas ur

$$\Delta t_m = \frac{t_f - t_r}{\ln \frac{t_f - t_1}{t_r - t_1}} \quad (6.9)$$

där  $t_f$  = temperaturen i framledningen, °C  
 $t_r$  = temperaturen i returledningen, °C  
 $t_1$  = rumstemperaturen, °C

Medeltemperaturskillnaden blir 24,5 °C.

Detta ger

$$\alpha_k = 2,2 \sqrt[4]{24,5} = 5 \text{ W/m}^2, \text{K}$$

Totala värmeövergångstalet för de vertikala rören blir

$$\alpha_{\text{tot}} = \alpha_k + \alpha_s = 10 \text{ W/m}^2, \text{K}$$

Värmeavgivningen blir

$$P = 2 \cdot \pi \cdot d_y \cdot L \cdot \alpha_{\text{tot}} \cdot \Delta t \quad (\text{W}) \quad (6.10)$$

Effektavgivningen från rörstammarna i lägenheterna kommer att variera. Eftersom vi har ett värmesystem med övre fördelning erhåller de översta lägenheterna störst effekttillskott. Den nedersta lägenhetens effekttillskott blir mycket litet eftersom eftervärmningsbatteriet sitter i undertaket. Värmeavgivningen i lägenheterna presenteras i tabell 6.4 dels vid varierande ytterdiameter på rörstammen, dels vid samma ytterdiameter.

Tabell 6.4 Värmeavgivning från rörstammarna i lägenheten.

	Våning (nr)	Effekt (W)
STOR LÄGENHET	7	78
	6	78
	5	66
	4	66
	3	54
VID VARIERANDE YTTERDIAMETER PÅ RÖRSTAMMEN	2	54
	1	6
STOR LÄGENHET	7	78
	6	78
	5	78
	4	78
	3	78
VID SAMMA YTTERDIAMETER PÅ RÖRSTAMMEN	2	78
	1	6
LITEN LÄGENHET	7	66
	6	66
	5	66
	4	66
	3	54
VID VARIERANDE YTTERDIAMETER PÅ RÖRSTAMMEN	2	54
	1	6
LITEN LÄGENHET	7	66
	6	66
	5	66
	4	66
	3	66
VID SAMMA YTTERDIAMETER PÅ RÖRSTAMMEN	2	66
	1	6

6.2.4 Luftflöde före och efter ombyggnad

Mätningar av luftflöde utfördes i samband med de två intervjuomgångarna. Som framgår i tabell 6.5 var till- och frånluftflödet i lägenheterna cirka hälften av ursprungligt projekterat, före ombyggnaden. Med så låga flöden klarar man inte kravet på god köksventilation. Flödet har injusterats så att god ventilation erhålls i kök och våtutrymmen.

Tabell 6.5 Mätning av luftflöden

Lgh (nr)	Före ombyggnad		Efter ombyggnad		Projekterat $q_{till}/q_{från}$ ( $m^3/h$ )
	$q_{till}$ ( $m^3/h$ )	$q_{från}$ ( $m^3/h$ )	$q_{till}$ ( $m^3/h$ )	$q_{från}$ ( $m^3/h$ )	
3	75	64	131	117	
15			140	79	
27	48	70	137	80	145/145
39	90	80	143	91	
51	60	65	154	132	
63	95	70	171	102	
75	89	60	200	130	
14	65	67	102	132	
26	60	75	103	95	
38	-	-	90	91	140/140
50	-	-	121	144	
62	-	-	99	95	
74	-	-	128	95	
1-2	82	36	152	122	
13	-	42	153	146	
25	80	60	141	144	
37	86	60	164	112	170/170
49	78	35	138	127	
61	-	-	137	127	
73	-	-	146	144	

### 6.2.5 Tryckfall

De klimataggregat som ventilerar lägenheterna i Råslätt är av typ KAB med en aggregatdel typ VAB 231. Vid ett tilluftflöde på 4200 m<sup>3</sup>/h och varvtalet 1450 r/m skall den ge ett tillgängligt tryck på 550 Pa.

Mätningar av tryckfallet i tilluftkanalerna har visat att vi har ett totalt tryckfall på cirka 380 Pa från tilluftintaget till sämst belägna don. Vi har alltså en liten marginal kvar för installation av bättre filter i anläggningen.

### 6.2.6 Ljud

I samtliga lägenheter, som vi kommit i kontakt med under den tid projektet i Råslätt pågått, har till- och frånluftflödena varit lägre än de flöden som angivits vid projekteringen. Anledningen till detta kan vi endast spekulera i då ingen känd anledning finns. Vi har för avsikt att öka flödena till projekterade flöden med ett undantag. I vissa lägenheter är det projekterat så att övertryck erhålls i lägenheten. Detta skall inte behållas.

En tänkbar anledning till varför tillufts- och frånluftsmängden har minskats kan vara problem med ljud. För att kontrollera detta har ljudmätningar utförts i samband med de två intervjuomgångarna.

Ljudnivån för varaktiga ljud i en lägenhet skall inte överstiga 30 dBA i sovrum och vardagsrum och 35 dBA i kök. Under dagen, 07.00-20.00, får ljudnivån uppgå till 35 dBA i sovrum och vardagsrum.

Av intervju svaren, se avsnitt 8.9, framgår att buller upplevs som störande i högre grad efter ombyggnaden än före. Före ombyggnaden var det 74 % som aldrig haft besvär av buller mot 56 % efter ombyggnaden av ventilationen. De som upplevt buller gjorde det ibland. 8 % av de intervjuade ansåg att bullret kom från grannar, 15 % klagade på sus i tilluftdon och 8 % ansåg att köksfläkten bullrade.

Vid våra mätningar i samband med intervjuerna har inte några oroväckande ljudnivåer konstaterats, se tabell 6.6. Ljudnivån har varit mellan 25 och 30 dBA i sovrum och vardagsrum och något högre i vissa kök. Vid mätningarna efter ombyggnaden var ljudnivån hög i köken i de små lägenheterna. Detta vet vi beror på att installationen utförts på ett felaktigt sätt, tilluftflödet blev för stort, vilket skall åtgärdas.

Utförliga mätningar av ljudnivån utfördes i fyra lägenheter. Som framgår av resultaten, se tabell 6,6 så är ljudnivån högre i de kök där man har kvar den ursprungliga kökskåpan. Hela området skall successivt erhålla nya kökskåpor byte har redan startat.

Tabell 6.6 Ljudnivåmätningar

KÖKSKÅPA	FRÅNLUFT- FLÖDE  (m <sup>3</sup> /h)	LJUDNIVÅ KÖK			VARD RUM  dB(A)	SOV RUM  dB(A)
		1 m från spis mitt- höjd (dB(A))	KÖK 1 m från spis öron- höjd dB(A)	KÖK 2 m från spis mitt- höjd dB(A)		
1. NY	78	34	33	33	29	29
2. NY	68	35	35	32	29	30
3. "GAMMAL"	80	37	36	36	31	28
4. "GAMMAL"	75	34	35	38		35

Vid inreglering av ventilationsanläggningen i trapphuset efter ombyggnaden utfördes en "tillfällig" strypning i tilluftkanalen vid entrén med gullfiber. Denna strypning blev inte vad den borde vara. Vid mätning av tilluftflödet i de tre inblåsningsgallren visade det sig dels att flödet var för stort totalt, dels att donen var ojämnt instrypta. Projekterat tilluftflöde i entrén är 630 m<sup>3</sup>/h i sju-våningshusen och 540 m<sup>3</sup>/h i sex-våningshusen. Mätningarna gav att tilluftflödet i donen var 300 m<sup>3</sup>/h, 220 m<sup>3</sup>/h resp 1060 m<sup>3</sup>/h, se bild 6.35.

För att eliminera detta problem kommer laminärflödesdon att installeras i tilluftdonen i entrén. Då erhålls dels den erforderliga strypningen, dels blir luftfördelningen mellan donen bättre.

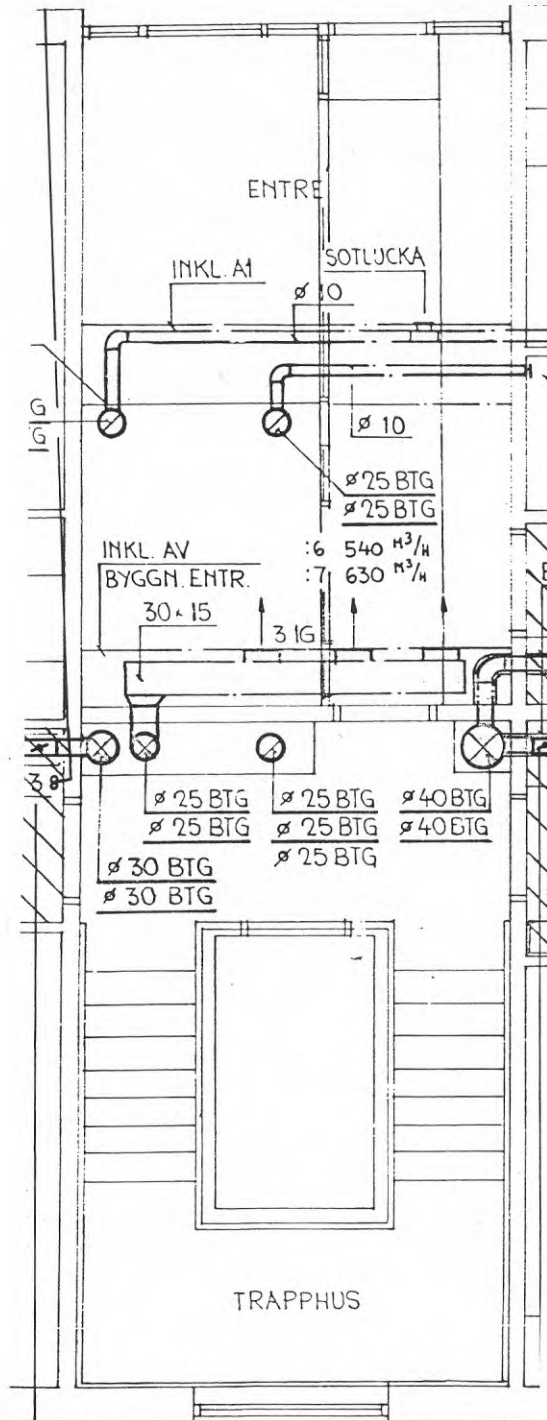


Bild 6.35 Tilluftdonen i entrén

### 6.2.7 Lokal luftutbyteseffektivitet

Mätning med spårgas har utförts i fyra lägenheter för att studera lokal luftutbyteseffektivitet mellan rummen och inom rummen i lägenheterna. Två av lägenheterna hade den befintliga ventilationsinstallationen och de andra två lägenheterna hade den nya installationen. Genom detta val av mätlägenheter fick vi en indikation på om det var någon skillnad mellan gamla och nya systemlösningen vad avser lokal luftutbyteseffektivitet.

Mätpunkterna i lägenheterna framgår av bild 6.36 och 6.37. I varje punkt har mätning utförts i tre nivåer, vid golv, i mitten av rummet samt i takhöjd.

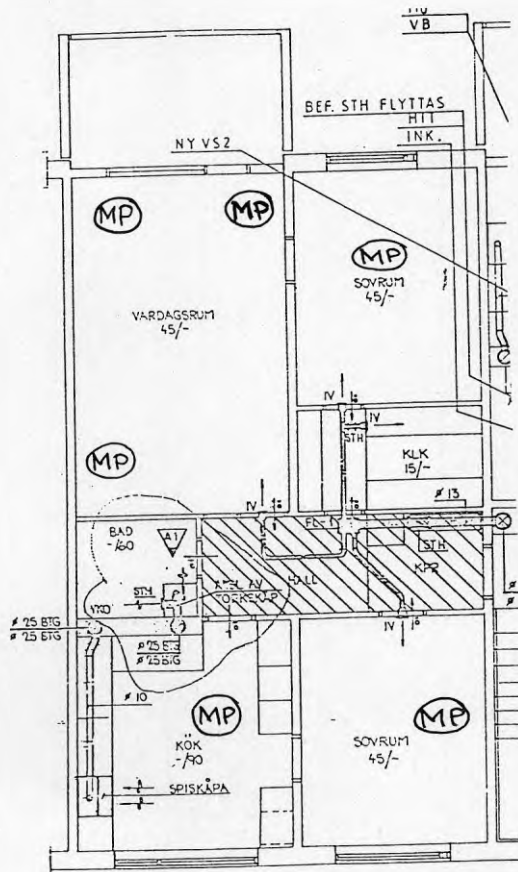


Bild 6.36 Val av mätpunkter, MP, i lägenhet som ej byggd om.

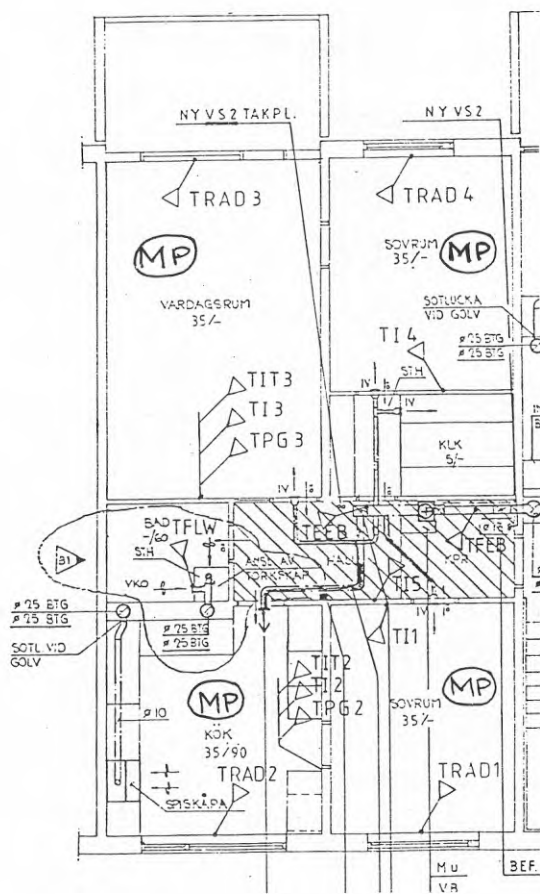


Bild 6.37 Val av mätpunkter, MP, i lägenhet med den nya installationen

Mätningarna visar att båda ventilationsprinciperna, dels den traditionella att tillföra luften med en temperatur på +20 °C dels att övertemperera tilluften till 38-40 °C, ger en bra lokal ventilationseffektivitet i hela lägenheten. Mätningarna visar att luftfördelningen är mindre jämn, dvs luftomsättningen mellan rummen varierar mer i den ej ombyggda lägenheten än i den ombyggda, se tabell 6.7.

I bild 6.38 och 6.39 framgår spårgaskoncentrationen som funktion av tiden under mätperioden. Koncentrationen i tilluften var konstant 100 ppm under hela mätperioderna.

Tabell 6.7 Luftomsättningen, n (oms/h)

	<u>Ej</u> ombyggd lägenhet	Ombyggd lägenhet
Vardagsrum	0,76	0,9
Kök	0,68	1,0
Sovrum 1	0,90	0,9
Sovrum 2	0,74	1,0

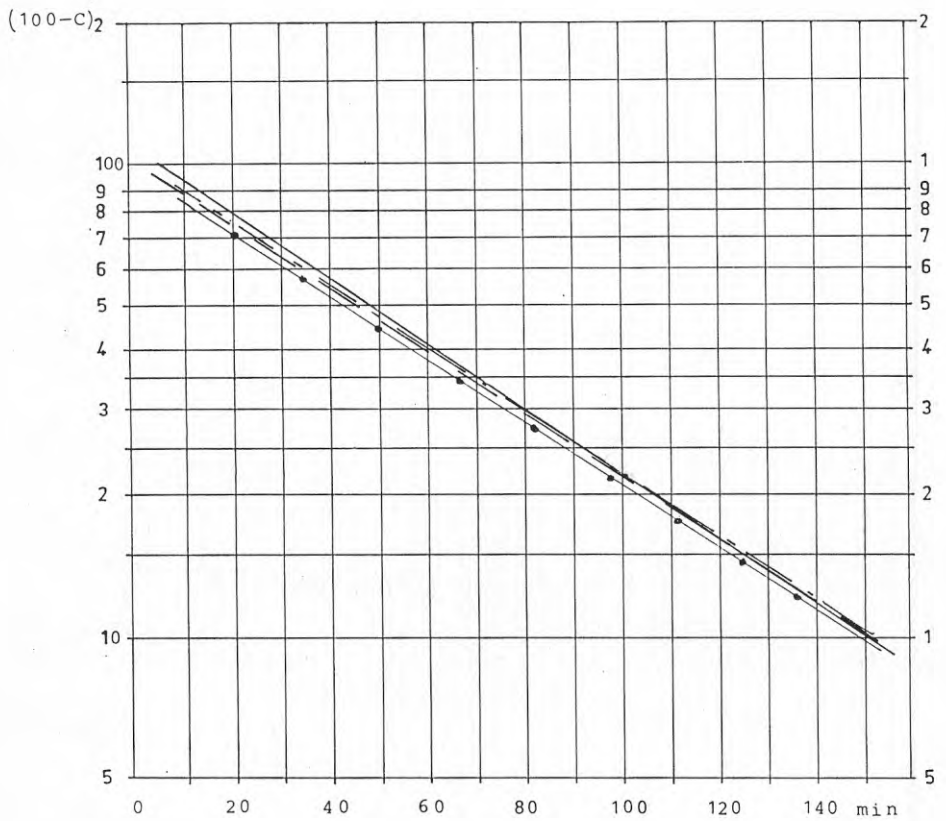


Bild 6.38 Spårgaskoncentrationen,  $100 - C$ , som funktion av tiden i de olika rummen i en ombyggd lägenhet

- = kök
- - - = vardagsrym
- ,-,- = sovrums 2
- · · · = sovrums 1

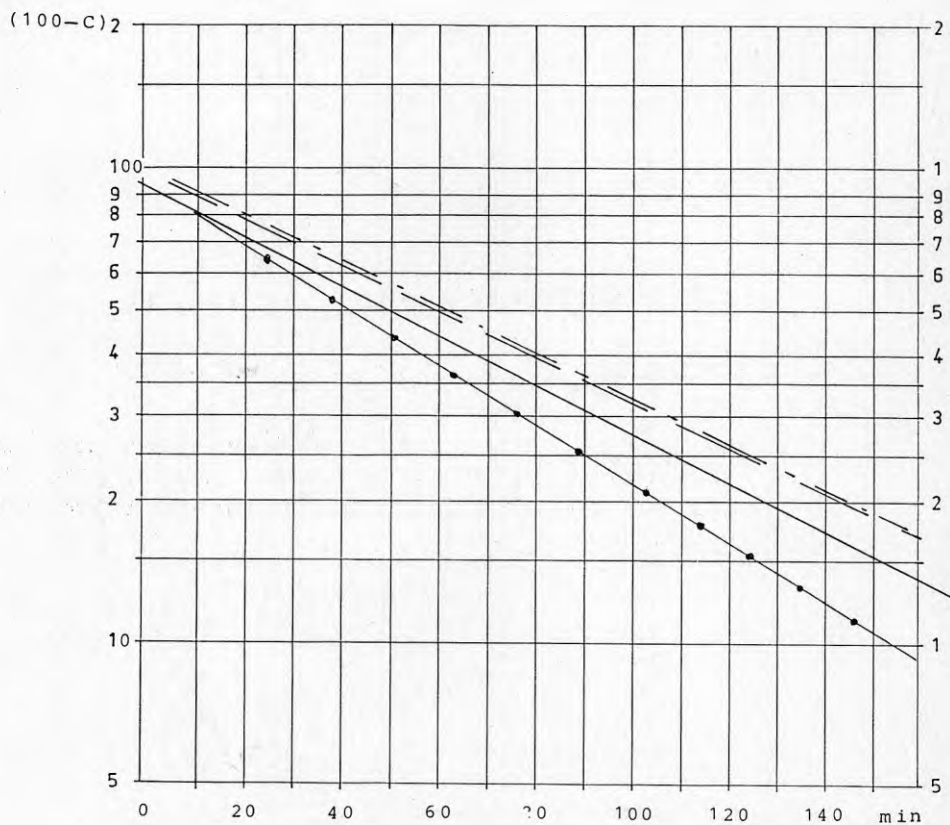


Bild 6.39 Spärgaskoncentrationen,  $100 - C$ , som funktion av tiden i en ej ombyggd lägenhet

- = kök
- - - = vardagsrum
- ,-,- = sovrums 2
- ..... = sovrums 1

Luftomsättningen beräknas utifrån våra spårgasmätningar med hjälp av ekvation.

$$C = C_0 e^{-n \cdot t} \quad (6.1)$$

där  $C_0$  = koncentrationen vid  $t = 0$

$n$  = luftomsättningen, (oms/h)

$t$  = tiden, (h)

Ekv (6.1) ger

$$\frac{C}{C_0} = e^{-n \cdot t}$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = -n \cdot t$$

Dvs luftomsättningen beräknas ur

$$n = \frac{-\ln C/C_0}{t} \quad (6.2)$$

Inom lägenheterna mätte vi på olika nivåer i rummen och konstaterade att inga stora skiktningar uppkom i någon lägenhet. Av bild 6.40 framgår mätresultaten från vardagsrummet i en av de ombyggda lägenheterna.

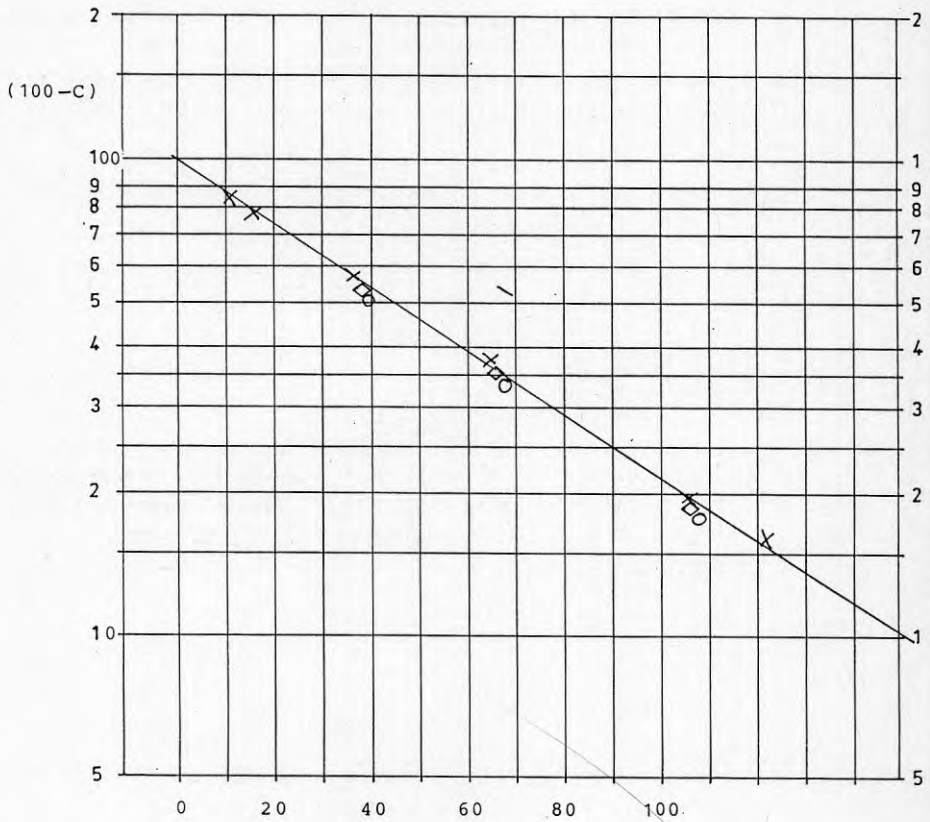


Bild 6.40 Spårgaskoncentrationen som funktion av tiden i en ombyggd lägenhet

0 = golvnivå  
 X = mittnivå  
 ◊ = taknivå

### Sammanfattning av spårgasmätningarna

Från ventilationssynpunkt är det nya systemet med övertempererad tilluft helt acceptabelt. Den lilla tendens till avböjning som kan skönjas i slutet av mätperioderna kan vara en naturlig tendens till stagnation i en zon. Den kan också förklaras av inläckning av uteluft i någon zon. Risken att stagnationszonen finns där man ligger och sover är liten då man har en naturligt uppåtgående konvektion från kroppen. Noggrannare utvärdering kommer att utföras i samband med en skrift som publiceras till konferensen, CIB W17 meeting i Paris i oktober 1988.

## 7 SLUTSATSER AV MÄTNINGARNA

Vid +60 °C framledningstemperatur kan hela effektbehovet täckas, ned till -1 °C utomhustemperatur med enbart luftvärmesystemet. Höjer vi framledningstemperaturen till +80 °C kan hela effektbehovet täckas ned till -8 °C utomhustemperatur.

Eleffekten har under vår mätperiod utgjort cirka 10-15 % av totala effektbehovet i lägenheterna.

Under mätperioden har det periodvis varit problem med varmvattenproduktionen. Dessa fel har varit av den karaktären att de inte skall förekomma då den nya anläggningen är ombyggd, injusterad och idrifttagen.

Inomhustemperaturen har varit jämn i samtliga lägenheter.

De på bottenvåningen belägna lägenheterna har haft det för kallt. Detta beror på dåligt dimensionerade eftervärmningsbatterier och dålig isolering i golv mot källarplanet. Detta påverkar inte vår uppfattning att den nya systemlösningen fungerar bra. Lägenheterna på bottenvåningen kommer att behandlas separat vid eventuell fortsatt ombyggnad.

Temperaturgradienten mellan golv och taknivå i lägenheterna har inte i något fall överskridit 3,0 K.

Tilluftkanalen i undertaket i lägenheterna skall vara isolerade så att önskad värmeavgivning inte sker till hallen.

Effektavgivningen från värmerörstammarna i lägenheterna är så liten att dessa inte behöver isoleras. Hänsyn skall dock tas till effekttillskottet vid projektering.

Ljudnivåerna ligger inom de av SBN föreskrivna normerna. Det pågående utbytet av kökskåpor bidrar till att sänka ljudnivån i köken.

Mätningarna av lokal luftutbyteseffektivitet visade att det nya systemet, med övertempererad tilluft, en ventilationssynpunkt är helt acceptabelt.

## 8 INTERVJUENKÄT - RÅSLÄTT

I Råslätt har en intervjuenkät utförts i samband med ombyggnaden av en av trappuppgångarna. Tanken är att samtliga berörda hyresgäster skall intervjuas före och efter ombyggnaden. Genom att studera vilka positiva och/eller negativa upplevelser hyresgästen har av sin lägenhet före ombyggnaden eliminerar vi eventuella spekulationer som "det var bättre före". En ombyggnad som så konkret berör hyresgästen, medför oundvikligen en ökad medvetenhet hos de boende, som leder till ökat intresse för inomhusklimatet, ventilationen och övriga frågor som berör lägenheten.

Ombyggnaden var klar i början av februari och efter några veckor injusterad och driften någorlunda stabil. I slutet av april då anläggningen varit i drift i drygt två månader utfördes den andra intervjuenkäten.

Hyresgästerna fick besvara i stort sett samma frågor som i tidigare enkätintervju, se bilaga. Den andra intervjun utfördes av en helt oinitierad person som inte haft någon tidigare kontakt med varken projekt eller hyresgäster. Urvalet för en intervjuenkät blir väldigt begränsat då endast en trappuppgång med 20 lägenheter omfattas av ombyggnaden. Vår kontakt med hyresgästerna blir intensiv varför en utomstående person ansågs bättre lämpad att utföra den andra intervjuomgången.

Vid studie av resultaten nedan måste det ringa urvalet beaktas. Samtliga hyresgäster har inte varit anträffbara. En person utgör 8 % av populationen i intervjun före ombyggnad och efter ombyggnaden utgör en person 7,7 % av populationen. I vissa frågor är det svårt att dra någon absolut slutsats på grund av detta men vi får en fingervisning om hur hyresgästerna upplevt ombyggnaden.

Ombyggnaden av hela norra delen är nära förestående varför intervjuenkäten utfördes så snart efter vinterns uttåg. Sannolikt skulle något annorlunda resultat erhållas om vi haft möjlighet att ha det ombyggda systemet i drift en längre tid innan intervjun ägde rum.

I detta avsnitt presenteras enkätsvaren med diskussion omkring frågorna. Första delen av enkäten tar upp komfort och temperaturförhållanden medan andra delen behandlar de psykologiska aspekterna.

Enkäten presenteras i sin helhet i bilaga 1. Den sista sidan av enkätformuläret var med i intervjuomgången efter ombyggnaden.

## 8.1 Komfort och temperaturförhållanden

### 8.1.1 Temperaturönskemål och komfortupplevelse före ombyggnad

En bedömning av de boendes komfortupplevelser har grundats på framförallt tre olika frågor som ställts vid intervju tillfallet. Den första frågan löd "Tycker Ni att denna lägenhet är mycket kall, kall, lagom, varm, mycket varm, ojämn värme. Av denna fråga får vi en subjektiv gradering av lägenhetens allmänna temperaturnivå. I den andra frågan skulle den intervjuade själv säga vilken inomhustemperatur han eller hon föredrog. Den tredje frågan var "Hur många grader tror Ni det är här i rummet nu?" Här får vi en referenspunkt på den intervjuade.

Av dessa tre frågor har vi beräknat en korrigerad önskad temperatur med sambandet.

Korrigerad önskad temperatur = registrerad temperatur + önskad temperatur - gissad temperatur.

Med "önskad temperatur avses fortsättningsvis den "korrigerade önskade temperaturen " om inget annat anges.

Den intervjuade tillfrågades också om inomhusklimatet just vid frågeögonblicket upplevdes som behagligt. Bedömde personen klimatet som ej behagligt fick hon eller han uppge hur stor temperaturändring, i °C, de ansåg vara önskvärt.

Studerar vi vilken inomhustemperatur hyresgästerna vill ha före ombyggnad, se bild 8.1, framgår det att 33 % önskar ha 23 °C dagtid. Hyresgästerna föredrar att ha mellan 20-26 °C. Hyresgästerna upplever att temperaturen i lägenheterna är lagom eller något för varm, bild 8.2.

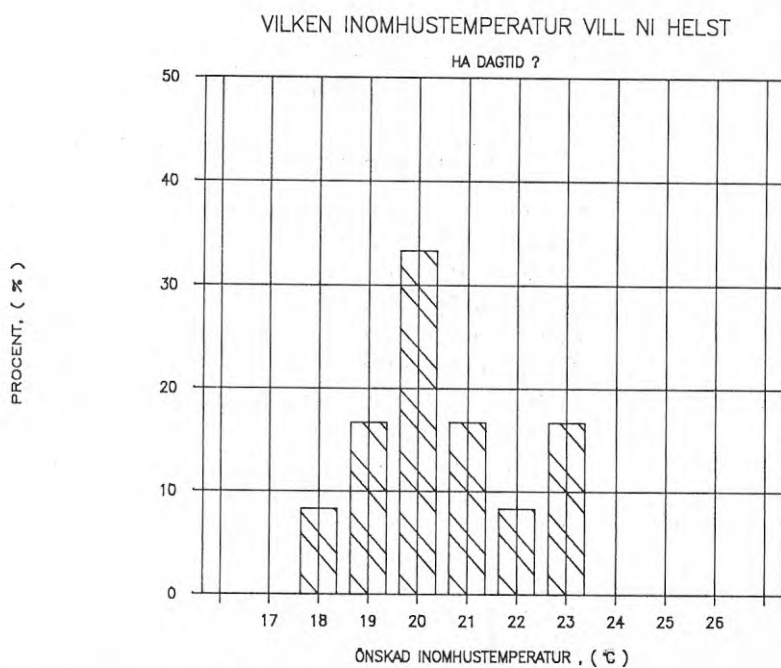


Bild 8.1 Fördelningen av önskad inomhustemperatur.

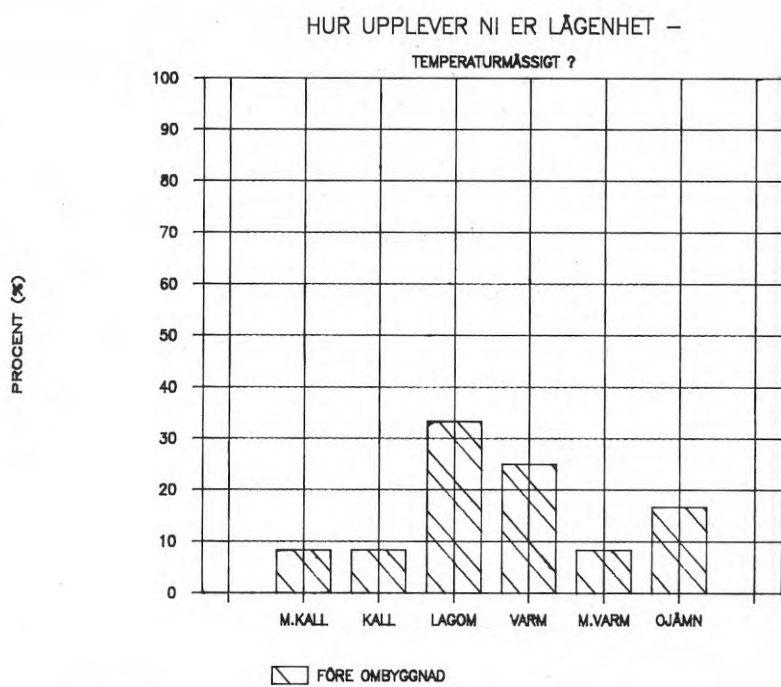


Bild 8.2 Hyresgästens upplevelse av temperaturnivån i lägenheten.

Majoriteten av de intervjuade, 33 %, är nöjda med inomhustemperaturen vid intervjutillfället. Av de som inte är nöjda önskar inte någon en höjning av temperaturen medan 16 % önskar en sänkning.

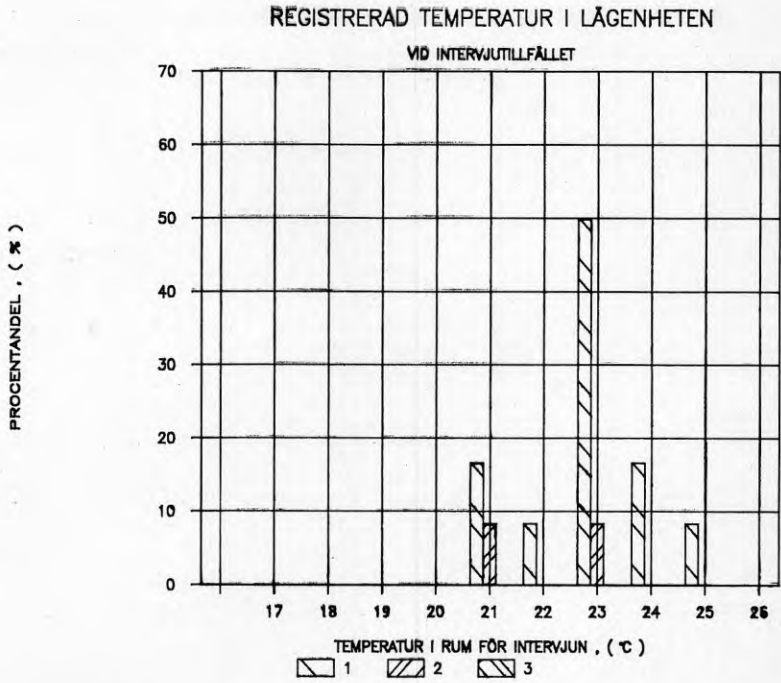


Bild 8.3 Registrerad temperatur i de besökta lägenheterna

1 = Registrerad temperatur

2 = Önskar sänkning

3 = Önskar höjning

Fördelningen av den vid intervjutillfället registrerade temperaturer framgår av bild 8.3. Den temperatur som det refereras till i rapporten är den temperatur som uppmättes i det rum som intervjun utfördes i. Samtidigt mätte vi temperaturen i övriga rum i lägenheten. I bild 8.4 har temperaturen i rummet för intervjun och medeltemperaturen i övriga lägenheter uppritats. De flesta punkterna kommer inom intervallet  $\pm 0,6$  °C vilket vi anser acceptabelt för utvärderingen. I de enstaka fall där temperaturen skiljer sig mer kan det bero på att ett fönster varit öppet i det rummet strax innan vi kom. Vi börjar alltid med att stänga alla fönster och vädringsluckor för att kunna mäta temperatur och luftflöde.

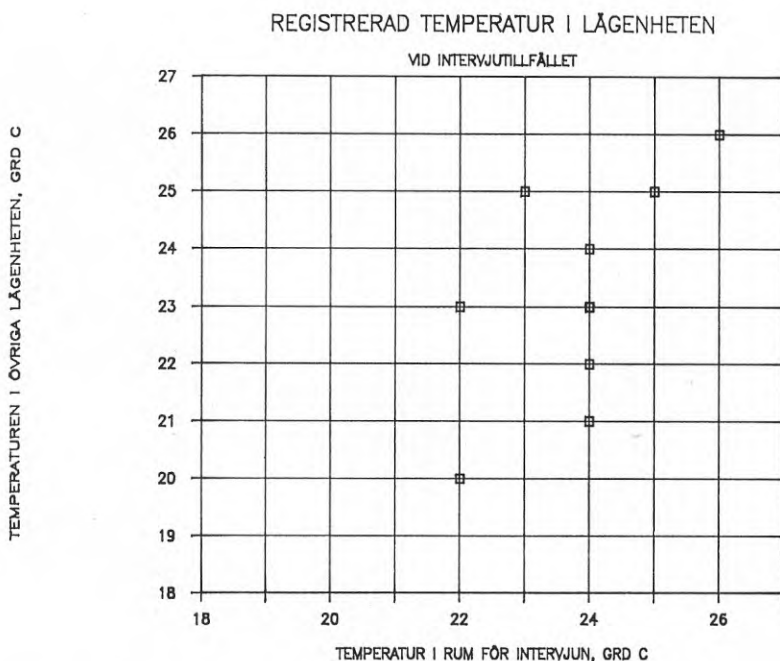


Bild 8.4 Medeltemperaturen i lägenheten som funktion av temperaturen i rummet för intervjun.

Önskad temperatur nattetid ligger något lägre än önskad dagtemperatur. Majoriteten vill ha mellan 20-23 °C, se bild 8.5.

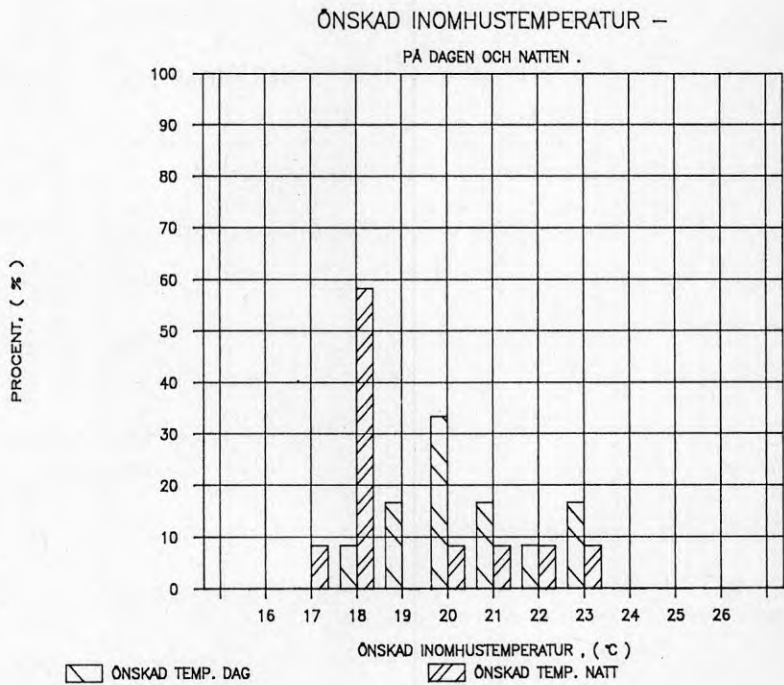


Bild 8.5 Önskad inomhustemperatur dagtid och nattetid.

### 8.1.2 Temperaturönskemål och komfortupplevelse efter ombyggnaden

En jämförelse av hur hyresgästerna upplevt temperatur och komfort före och efter ombyggnaden presenteras här.

Efter de ombyggnader och modifieringen av ventilations- och uppvärmningssystemet som vi utfört önskar 30 % av de intervjuade en inomhustemperatur på 22 °C. En viss förskjutning mot lägre önskad inomhustemperatur har ägt rum, se bild 8.6.

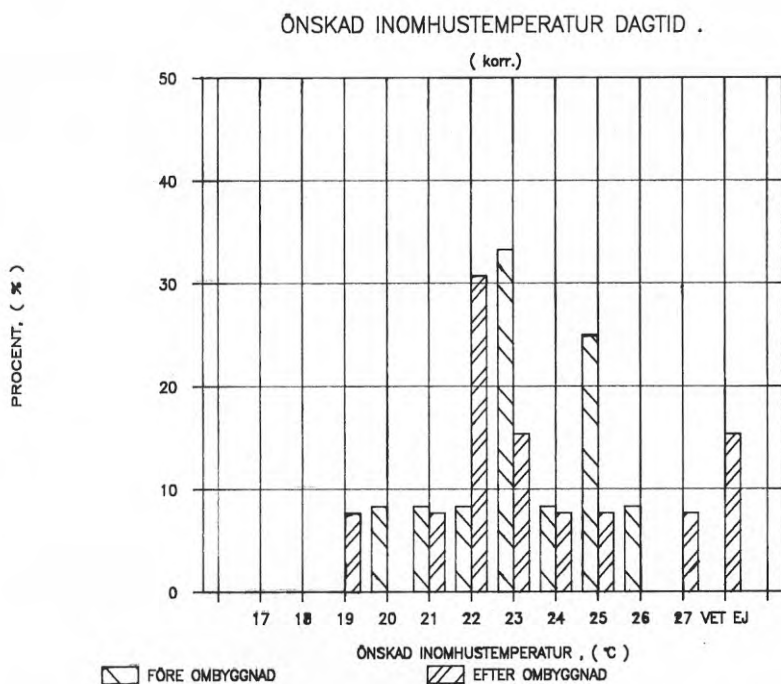


Bild 8.6 Fördelning av önskad inomhustemperatur före och efter ombyggnad.

Temperaturnivån i lägenheten upplevs som lagom av 38 % efter ombyggnaden mot 32 % före ombyggnaden, se bild 8.7. Däremot är det fler som tycker att det är mycket kallt i lägenheten nu. Hälften av dessa har lägenhet på bottenvåningen och vi vet att de har haft kalla golv under de kalla veckorna under vintern. Det är hyresgäster som förrut haft det varmt eller mycket varmt som nu efter ombyggnaden upplever temperaturen som lagom.

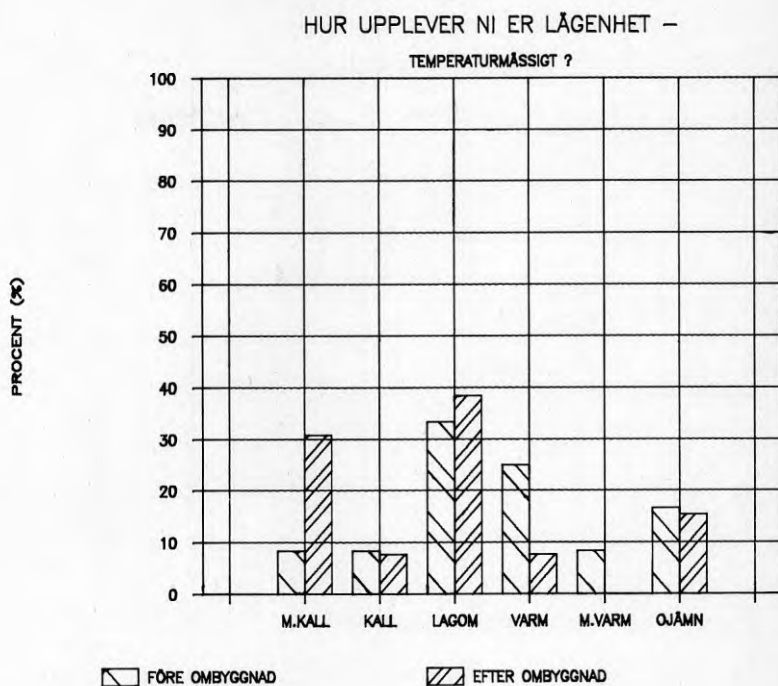


Bild 8.7 Temperaturnivån i lägenheten före och efter ombyggnad.

Fler hyresgäster säger sig önska en högre inomhustemperatur nattetid nu än före ombyggnaden, bild 8.8. Detta kan bero på att de upplevt klimatet inomhus som kallare.

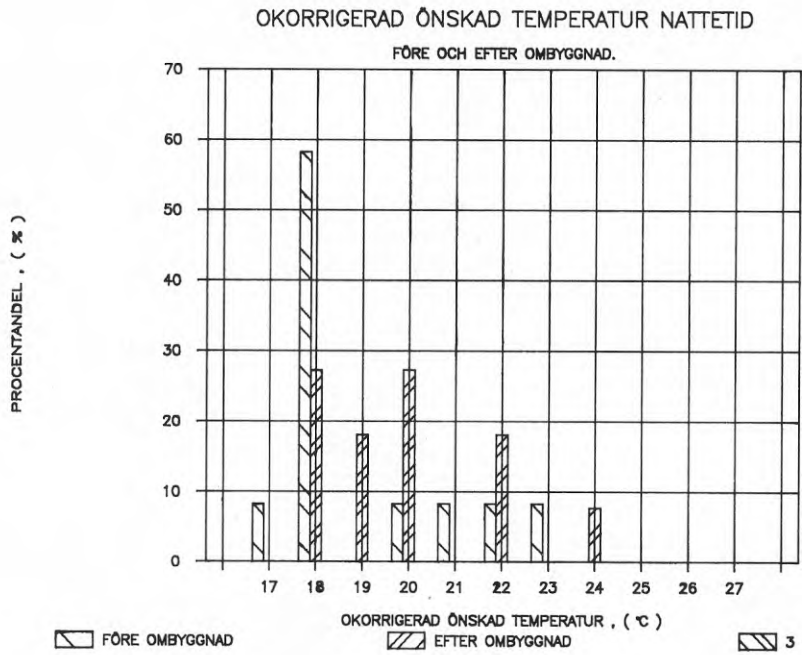


Bild 8.8 Önskad okorrigerad inomhustemperatur nattetid före och efter ombyggnaden.

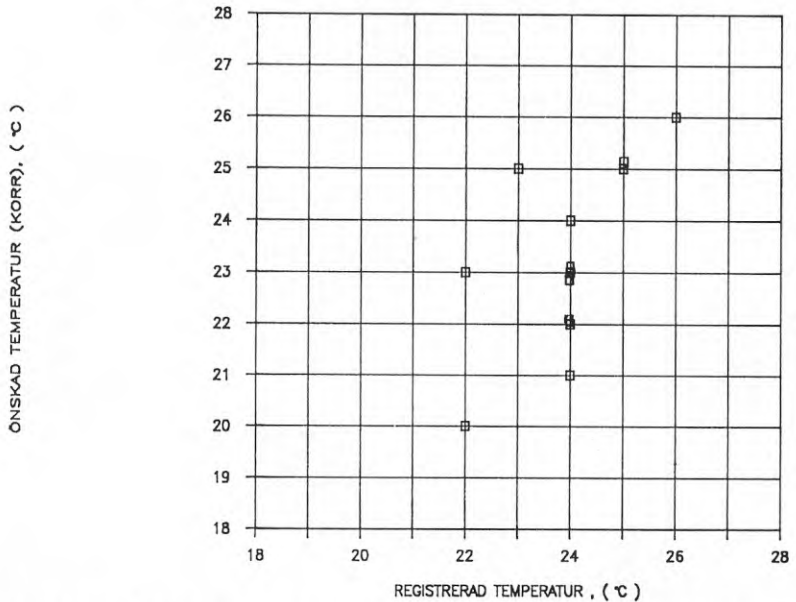


Bild 8.9 Önskad korrigerad inomhustemperatur som funktion av uppmätt temperatur.

## 8.2 Anpassning till aktuella temperaturförhållanden

Individen anpassar sig till rådande temperaturförhållanden. De flesta personerna säger att de vill ha den inomhustemperatur som de redan har. Som framgår av bild 8.9 så stämmer önskad inomhustemperatur, den korrigerade, väl överens med den inomhustemperatur vi uppmätte vid intervjuerna. Om vi tittar på den, icke korrigerade, önskade inomhustemperaturen så ser vi av bild 8.10 och 8.11 att samtliga personer önskar en inomhustemperatur som är betydligt lägre än den korrigerade önskade inomhustemperaturen. Detta sammanhänger med att flertalet människor svarar på frågan "Vilken inomhustemperatur önskar ni ha på dagen/natten" med de temperaturer som ständigt återkommer i diskussioner om energibesparing, dvs  $20\text{ }^{\circ}\text{C} + 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  dagtid och  $19 + 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  nattetid.

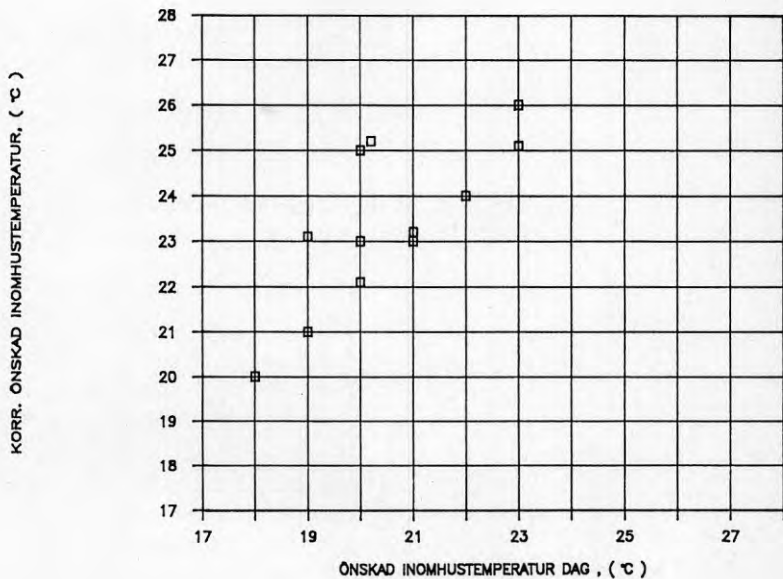


Bild 8.10 Korrigerad önskad inomhustemperatur som funktion av önskad inomhustemperatur.

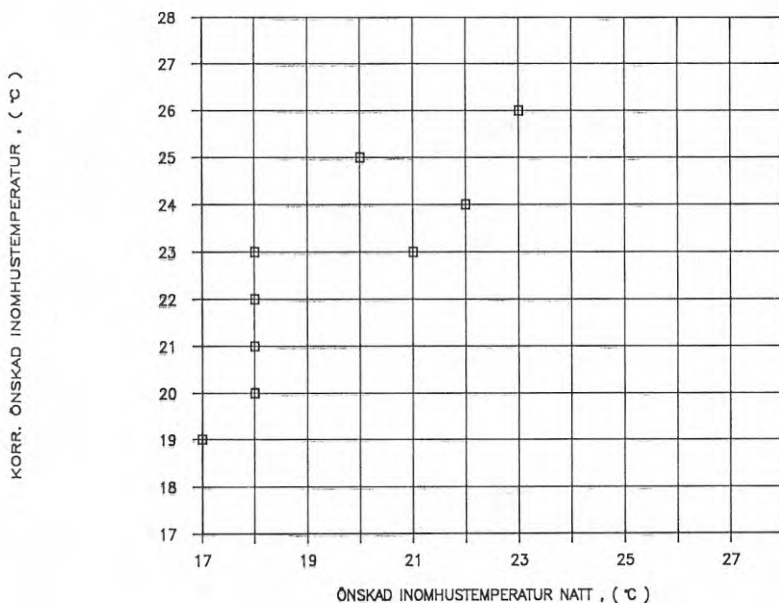


Bild 8.11 Korrigerad önskad inomhustemperatur som funktion av önskad inomhustemperatur.

I samtliga lägenheter som vi besökt i området Råslätt har inomhustemperaturen varit hög. Före ombyggnaden var inomhustemperaturen vid intervjutillfället, i medeltal i lägenheten, under 23 °C i 18 % av lägenheterna och 23 °C eller över i 82 % av lägenheterna vi besökte. Efter ombyggnaden var temperaturen under 23 °C i 36 % av lägenheterna och 23 °C eller högre i 64 % av lägenheterna. Vad man bör beakta med hänsyn till tillvänjningen är att vid en ombyggnad av ventilations- och värmesystemet inte drastiskt sänka inomhustemperaturen utan utföra sänkningen etappvis.

Om man jämför bild 8.10 med bild 8.12 nedan så framgår en viss, om än liten förskjutning mot att korrigerad önskad inomhustemperatur närmar sig den temperatur hyresgästen önskar.

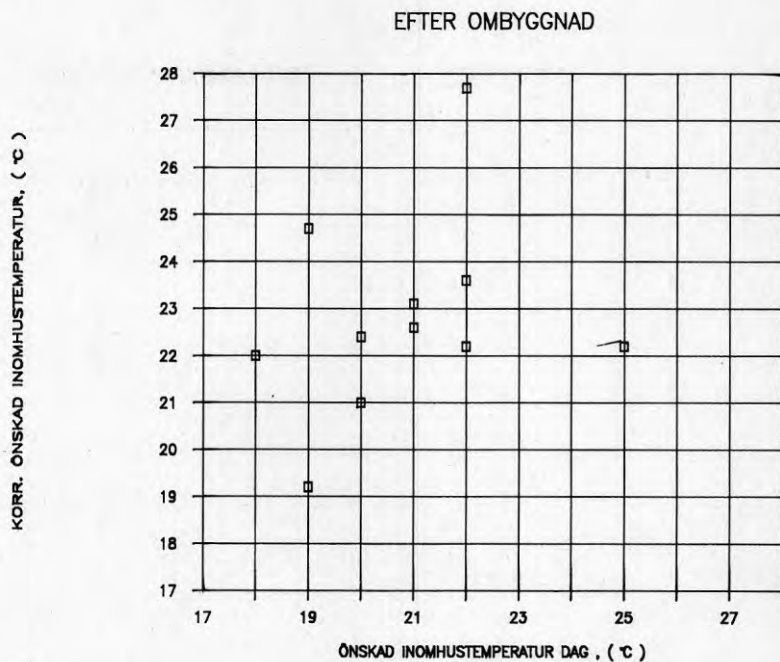


Bild 8.12 Korrigerad önskad inomhustemperatur som funktion av önskad inomhustemperatur efter ombyggnaden.

### 8.3 Upplevelse av drag i lägenheterna

I 33 % av lägenheterna upplever de boende att det drar. I 75 % av dessa lägenheter hänför sig dragupplevelsen till någon del av lägenheten, i övriga fall anser hyresgästen att det är dragigt i hela lägenheten. Det är vardagsrum och kök som anses dragiga, se bild 8.13.

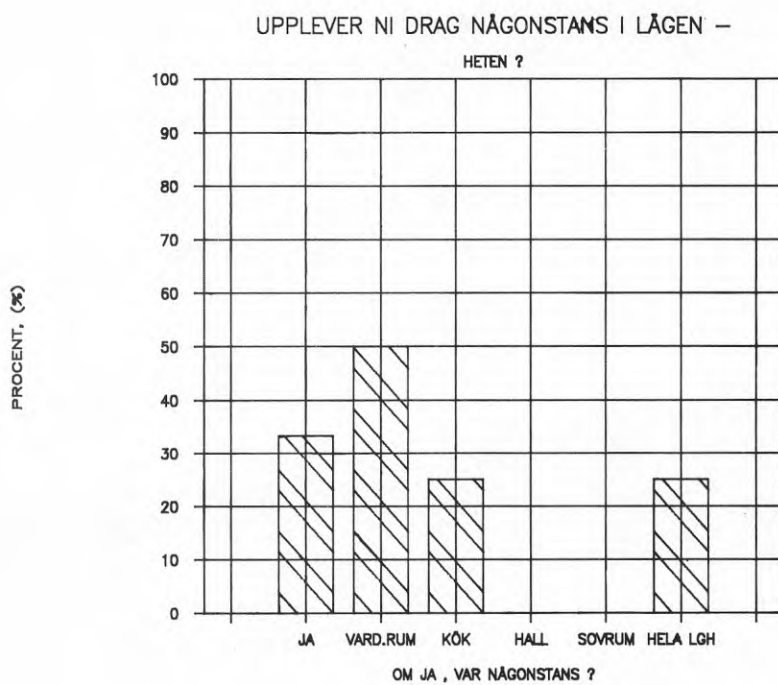


Bild 8.13

Upplevelsen av drag anses komma från fönster och dörr, se bild 8.14. De flesta av de hyresgäster som upplever drag gör det under större delen av vintern, se bild 15. 22 % upplever sin lägenhet som dragig endast de dagar som det är kallt och blåsigt.

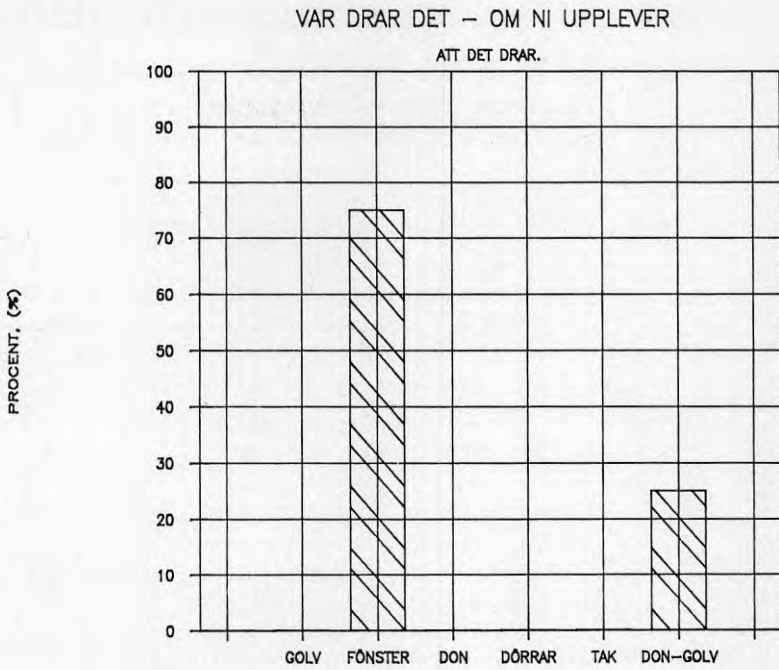


Bild 8.14 Orsak till dragupplevelsen.

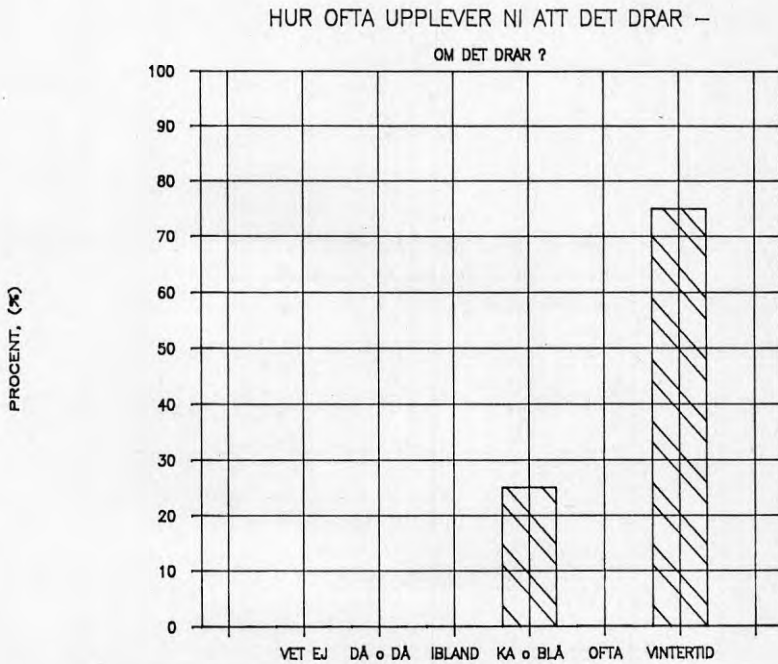


Bild 8.15 Tid på året/frekvens då det drar.

#### 8.4 Upplevelse av drag i lägenheten - efter ombyggnad

Det är något fler hyresgäster som upplever att det drar i lägenheten efter ombyggnaden än före. En majoritet av de som upplever drag, upplever detta i hela lägenheten, se bild 8.16.

Vi har vid ombyggnad av ventilationssystemet höjt tilluftflödet till i stort sett det som anläggningen en gång projekterats för, dvs 0,8-0,9 omsättningar per timme. Av de 38 % av hyresgästerna som upplever drag efter ombyggnaden är det 60 % som anser att det beror på tilluftdonen. Det innebär att 23 % av de intervjuade upplever drag från tilluftdonen. I ett fall, dvs i 7,7 % av lägenheterna går det att härleda denna dragupplevelse till våra mätningar, den lägenheten har haft för stort tilluftflöde i köket.

I ett annat fall beror sannolikt dragupplevelsen på att hyresgästen inte önskar ha det varmt i lägenheten varför eftervärmningsbatteriet är avstängt. Tilluften har större delen av mätperioden hållt en temperatur på 17-20 °C.

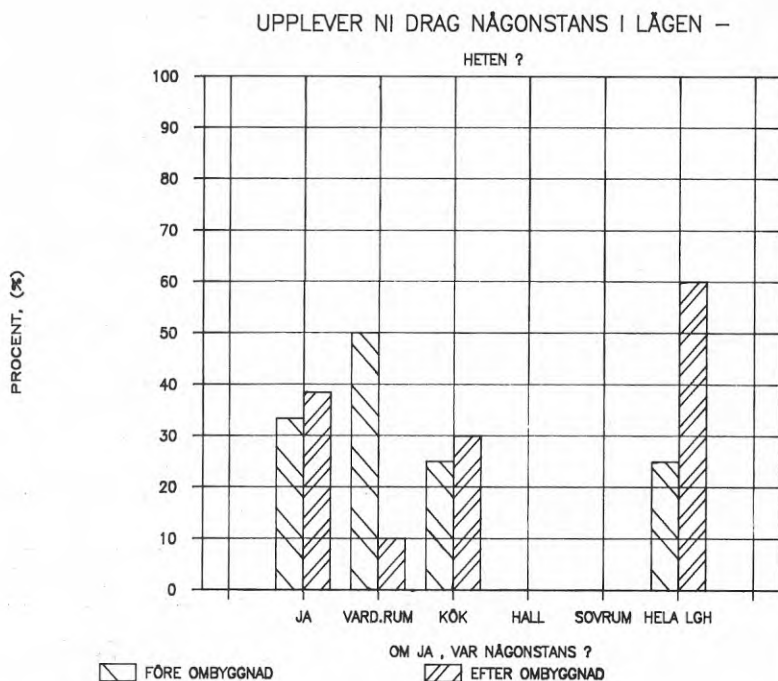


Bild 8.16 Drar det någonstans i lägenheten?

## VAR DRAR DET OM NI UPPLEVER DRAG ?

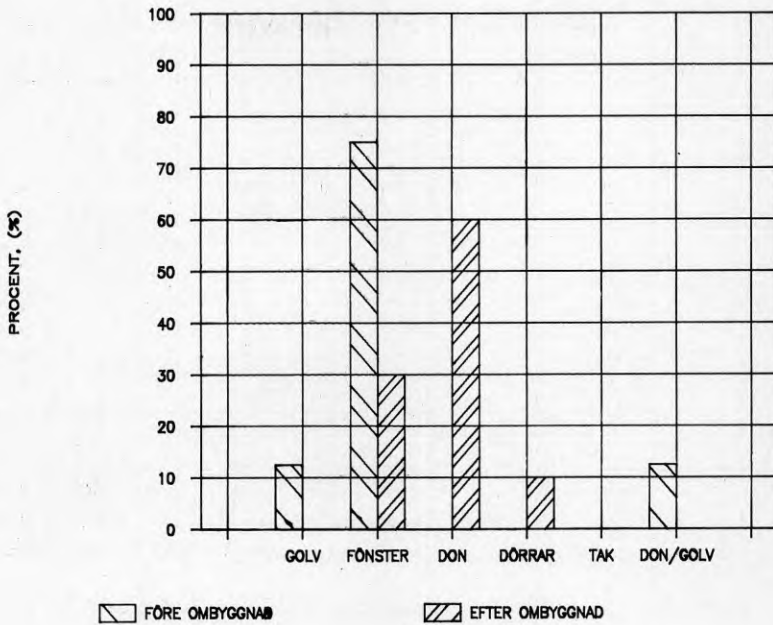


Bild 8.17 Var drar det?

Intensiteten på dragupplevelsen är då och då för 20 %, kalla och blåsiga dagar för 20 % och hela vintern för 60 % av de hyresgäster som upplever drag (vilket var 38 %), se bild 8.18.

### 8.5 Ventilation i lägenheten - dess funktion före ombyggnad

På frågan "Tycker Ni att ventilationen fungerar bra i lägenheten?" var det 33 % som tycker att den inte gör det medan resterande 67 % tycker att den fungerar bra eller acceptabelt, bild 8.19.

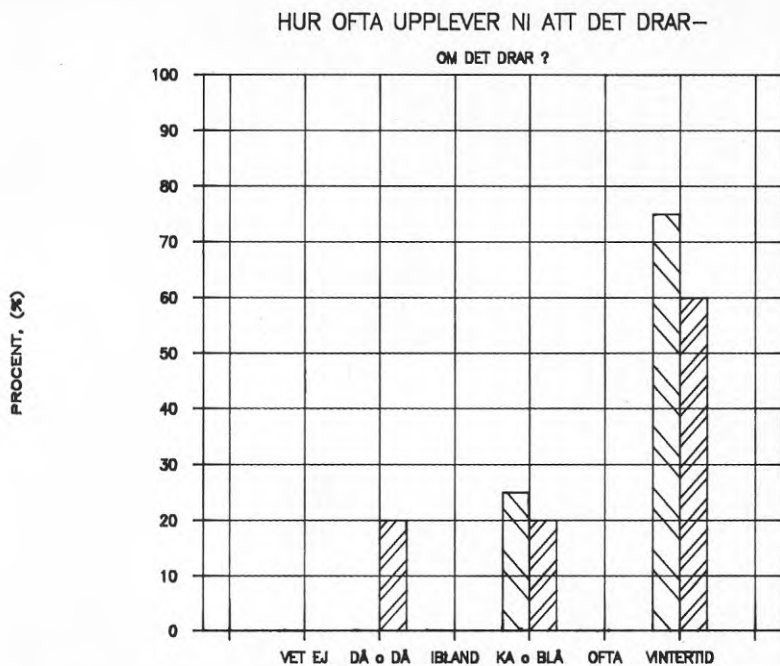


Bild 8.18 Frekvens/tid på året då det drar.

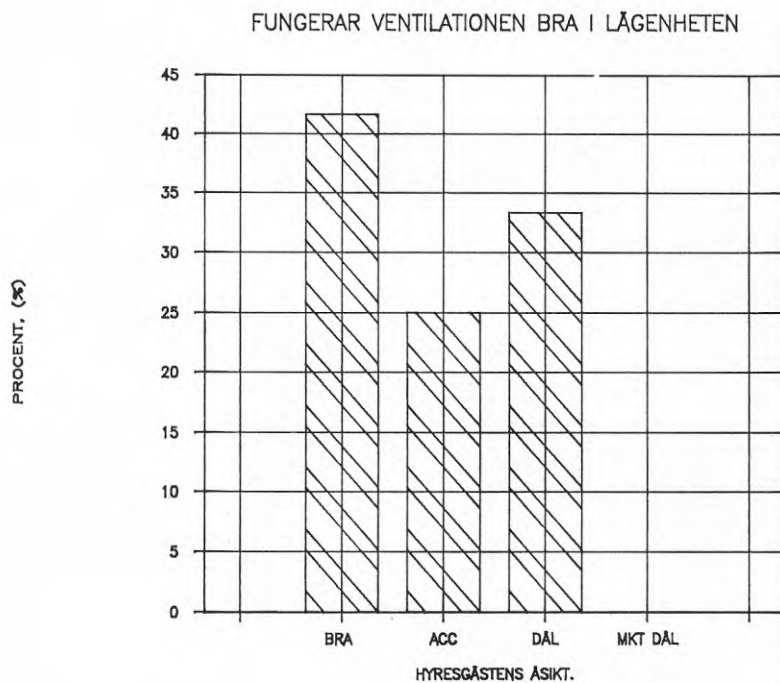


Bild 8.19 Ventilationen i allmänhet - hur fungerar den?

På frågan om det är något rum där ventilationen fungerar mindre bra någonstans tyckte 17 % att den gjorde det i köket, bild 8.20.

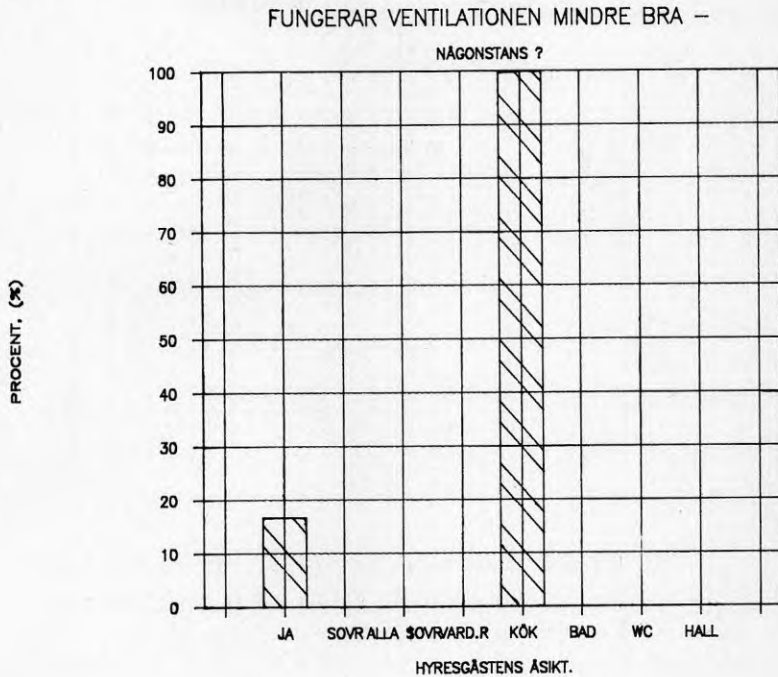


Bild 8.20 Fungerar ventilationen mindre bra någonstans - om ja var?

Som framgår av bild 8.21 har över 40 % känt matos någonstans i lägenheten då de själva inte lagat mat. I 60 % av dessa lägenheter upplevs detta sällan, dvs då och då, se bild 8.22.

Orsaken till detta har varit att lägenheterna inte erhållit den luftmängd som de en gång projekterats för. Tilluftflödena har i samtliga lägenheter som känt matos då de själva inte lagat mat varit lägre än frånluftflödena, vilket ger ett undertryck i lägnehten. Luft från trappuppgången kommer då in i lägenheten. I de övriga lägenheterna har tilluftflödet varit högre än frånluftflödet. Detta accentuerar ytterligare problemet eftersom övertrycket i dessa lägenheter medför att matos lättare kommer ut i trappuppgången.

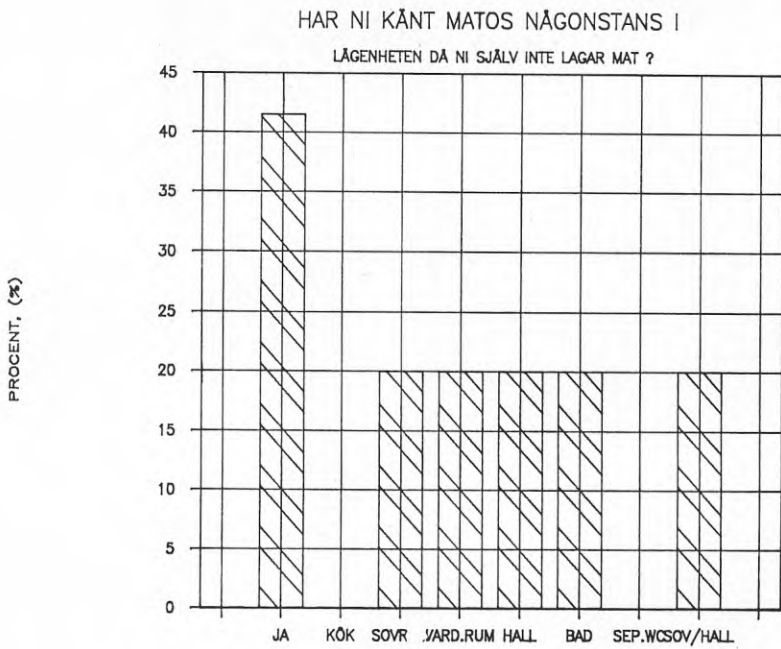


Bild 8.21 %-andel av populationen som upplevt att det luktar matos i lägenheten då de inte lagar mat själva.

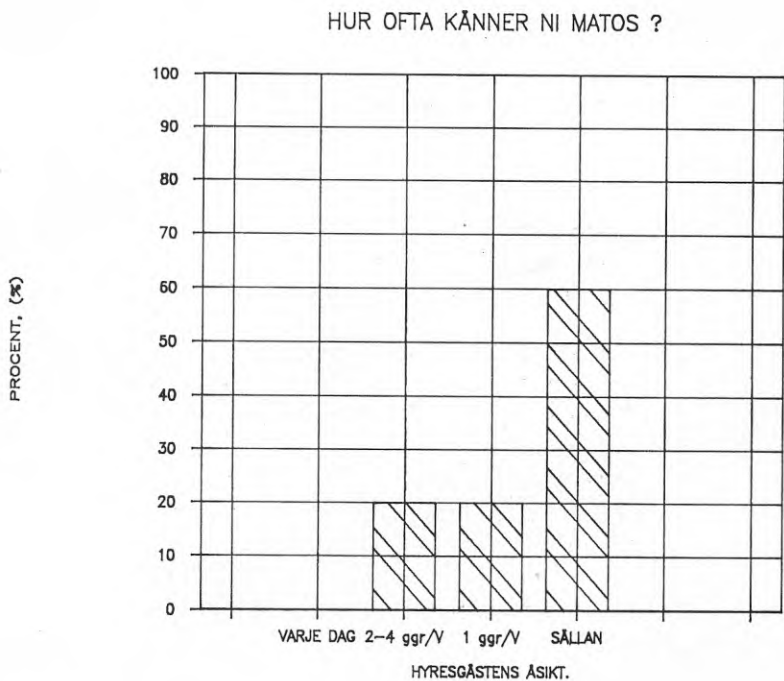


Bild 8.22 Frekvens av matosupplevelsen.

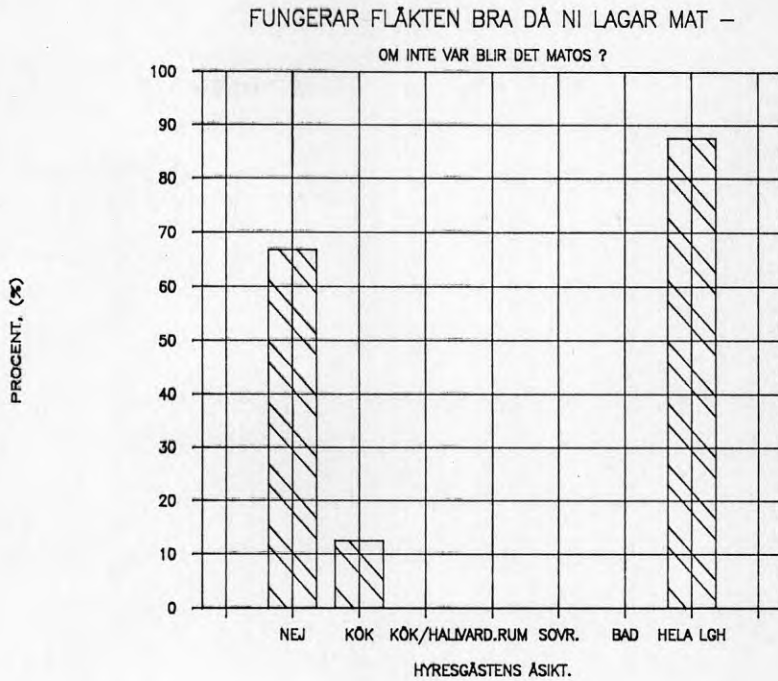


Bild 8.23 Köksfläktens funktion.

Köksfläktarna i lägenheterna är i dåligt skick. Det framgår klart av bild 8.23. Nu har en del hyresgäster fått ny köksfläkt och de fungerar bättre. Hyresgästen bör vid installation få en genomgång av hur de skall rengöra filtret, att det går att ta bort och spola av. Med de gamla köksfläktarna har de inte "behövt" göra detta.

#### 8.6 Ventilation i lägenheten och dess funktion efter ombyggnaden

Ombyggnaden har som tidigare nämnts inneburit bland annat att luftomsättningen i lägenheterna ökats. I de flesta lägenheterna är till- och frånluftflödena lika, dvs systemet är i balans. I några lägenheter har vi ett visst övertryck dock betydligt mindre än före ombyggnad. Vissa lägenheter är projekterade för att hålla ett litet övertryck, vilket vi skall åtgärda så att balans i system erhålls.

Som framgår av bild 8.24 så tycker större andelen av de boende att ventilationen fungerar bra i lägenheten, efter ombyggnaden, 62 % anser att det är bra ventilation. I 30 % av lägenheterna upplevde den intervjuade att ventilationen fungerade mindre bra. I denna frågeställning får vi även med de som tycker att det drar i donen, se bild 8.17 tidigare.

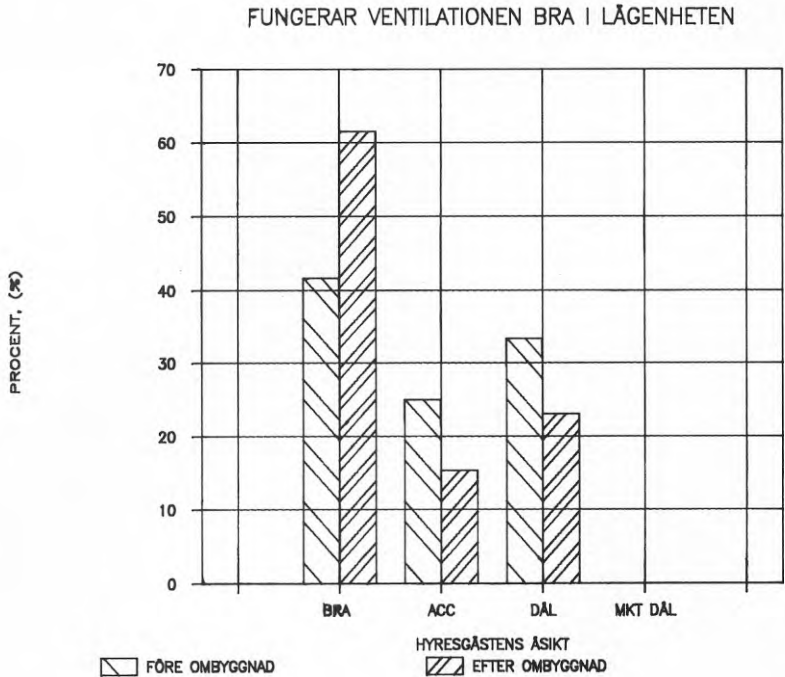


Bild 8.24 Fungerar ventilationen bra?

Vad gäller upplevelsen av matos då man själv inte lagar mat så är det i stort sett lika många före som efter som observerat matos. bild 8.26. Av dessa är det 60 % som upplever det varje dag, bild 8.27. I vår population innebär det att i tre av lägenheterna luktar det matos varje dag då man själv inte lagar mat. Vad detta beror på vet vi inte idag. Det kan vara otätheter mellan lägenheterna som dyker upp då vi ändrar flödesförhållandet.

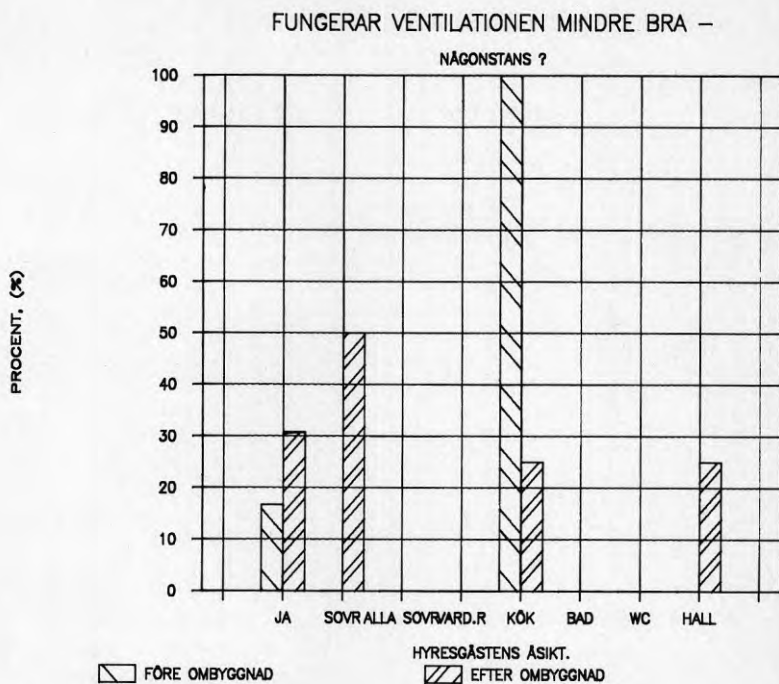


Bild 8.25 Är det någonstans ventilationen är mindre bra?

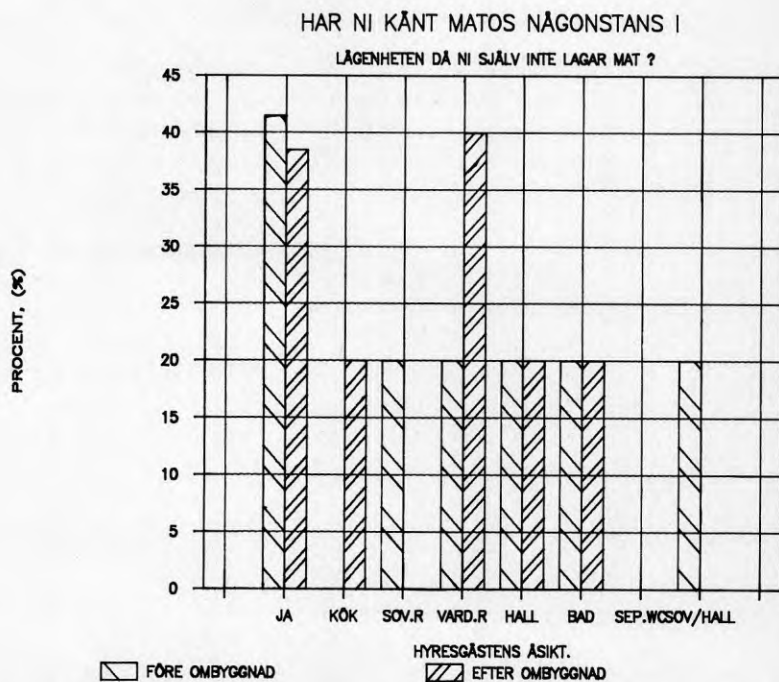


Bild 8.26 %-andel som upplevt att det luktar matos i lägenheten då de inte lagar mat.

## HUR OFTA KÄNNER NI MATOSDOFT ?

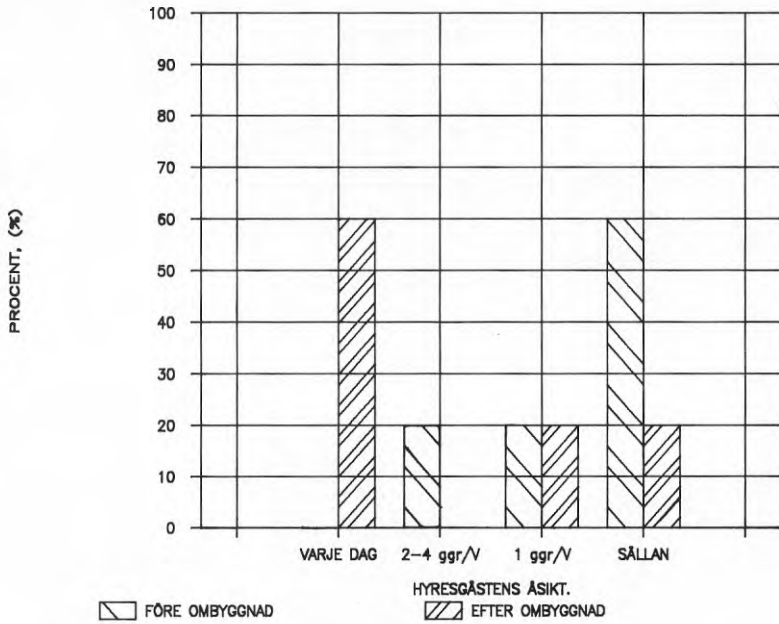


Bild 8.27

Som framgår av bild 8.28 så har ingen förändring skett vad gäller status på köksfläktarna. Det ökade frånluftflödet i köket har bidragit till att färre käner matos i hela lägenheten. Matoset koncentreras något till kök och kök/hall.

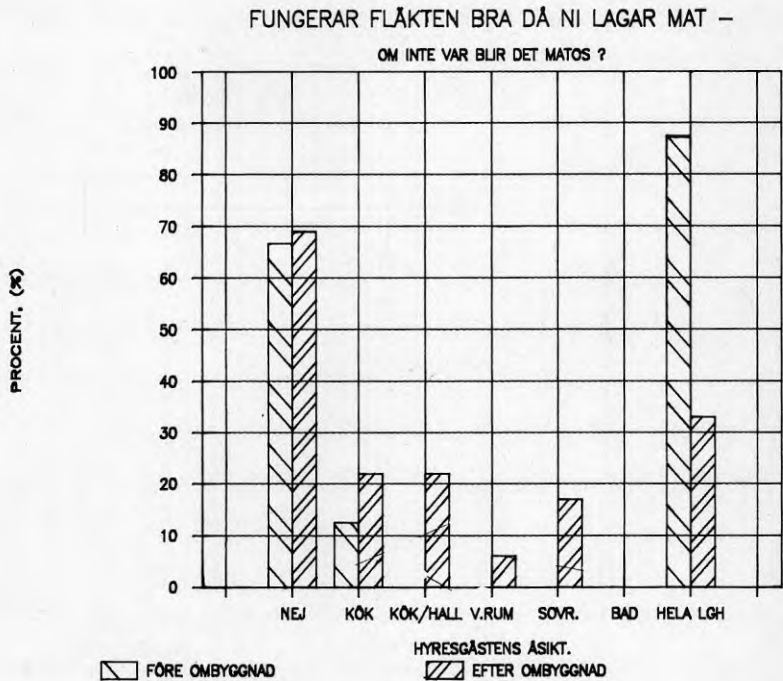


Bild 8.28

### 8.7 Fukthalten

Den relativa fukthalten används i dagligt tal för att beskriva om det är torrt eller fuktigt i luften. Relativa fukthalten upplevs som bra av 42 % av hyresgästerna. 50 % anser att fukthalten är för låg, dvs det är torrt inomhus. Efter ombyggnaden var resultatet i stort sett detsamma, några färre upplevde att fukthalten var för låg, se bild 8.29.

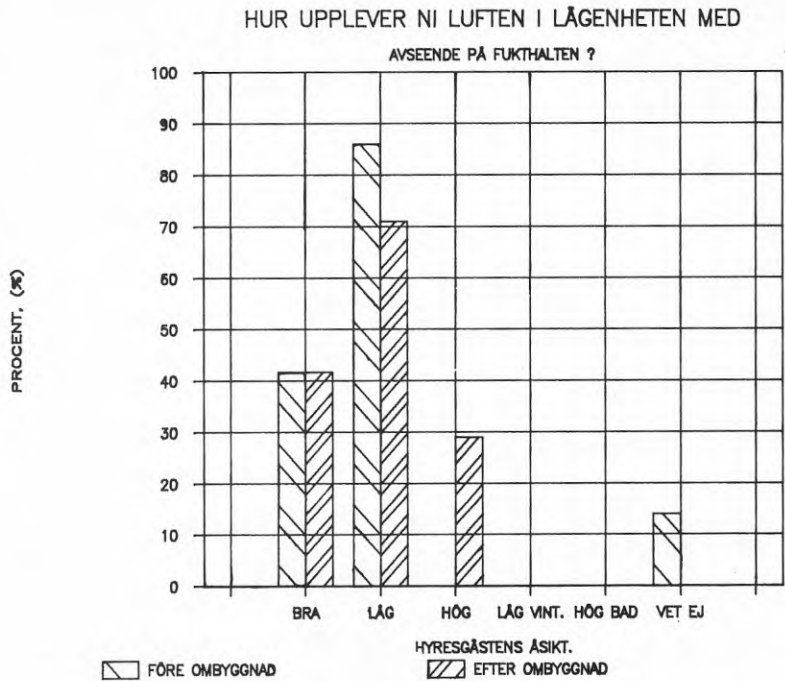


Bild 8.29 Fukthalt

### 8.8 Vädring

Ingen av de intervjuade vädrar för att få bort dålig lukt eller fukt i lägenheten. De som vädrar gör det för att få bort värmen. Före ombyggnaden vädrade 50 % av denna anledning och motsvarande efter ombyggnad var 38 %. Före ombyggnaden sade 33 % av de intervjuade att de har ett fönster öppet jämt. Efter ombyggnaden är det 8 % som har ett fönster öppet dygnet runt.

### 8.9 Lägenheten och hälsan

Genom att ställa ett stort antal frågor om lägenheten, fukt, lukter och hälsotillstånd hos de boende kan eventuella tendenser på om huset är ett så kallat "sjukt hus" eller inte ringas in.

Som framgår av bild 8.30 har 32 % av de intervjuade upplevt obehaglig lukt i lägenheten före ombyggnad och 23 % efter ombyggnad. Det är framförallt i kök, bad och toalett som detta förekommer, bild 8.31. Typen av lukt är till övervägande delen kloaktlukter, kan bero på orena vattenlås och dåligt tätade toalettstolar.

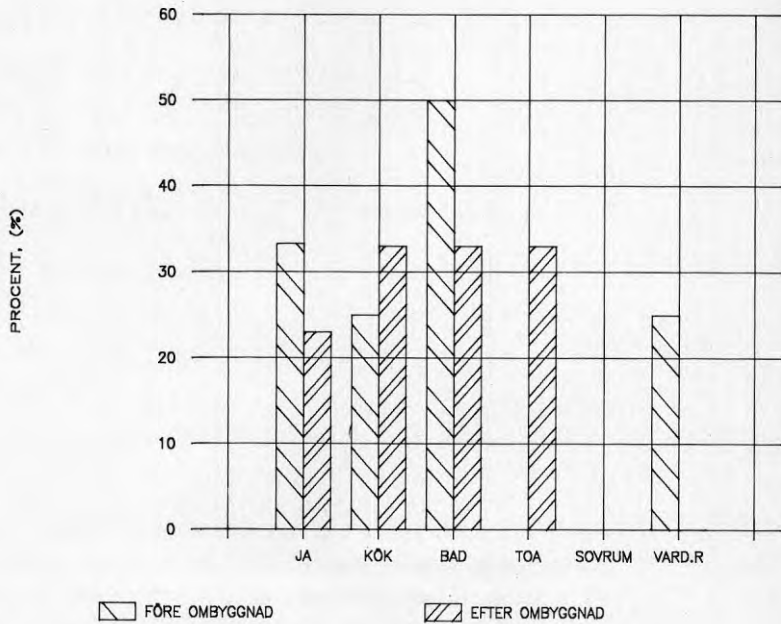


Bild 8.30 Upplevt obehaglig lukt i lägenheten ?

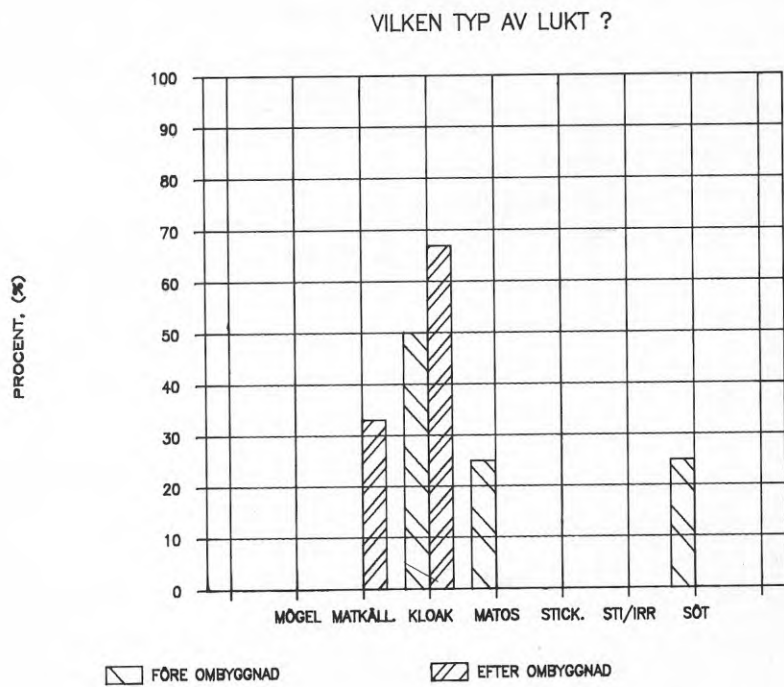


Bild 8.31 Typ av lukt.

Den sötaktiga lukten i ett duschrum kan komma från en gammal vattenskada som medfört mögeltillväxt. Detta bör åtgärdas snarast.

På frågan "Har Ni känt Er besvärad av någon av följande faktorer" anser lika många före som efter ombyggnaden att de upplevt dålig instängd luft ofta eller ibland. Före ombyggnaden hade fler besvär av den torra luften ofta, efter ombyggnaden uppträder besvären ibland. Buller upplevs som störande i högre grad efter ombyggnaden. 8 % av de intervjuade ansåg att bullret kom från grannar, 15 % klagade på sus i tilluftdon och 8 % ansåg att köksfläkten bullrade, bild 8.32.

Bilderna 8.33, 8.34 och 8.35 är svar på frågan "Har Ni under den tid Ni bott i Råslätt haft något/några besvär eller symptom, som Ni tror beror på Er närmiljö? Svarar den intervjuade spontant "Nej" lämnas frågan. Är personen tveksam läses alternativten. Som framgår har flera av hyresgästerna upplevt problem i den andra intervjuomgången. I ett fall, dvs 8 % av populationen, anses det att den kalla lägenheten bidragit till ständiga förkylningar. Det är 16 % av de intervjuade som anser att deras problem orsakas av lägenheten. De övriga 16 % som tillhör gruppen som upplevt besvär har besvär som de säger sig ej förknippa med lägenheten, t ex bildskärmseksem, psoriasis och eksem sedan barndomen.

Det är i dagsläget mycket svårt att säga om värmesystem med luft som värmebärare ger upphov till mer problem med exempelvis eksem och torr hud än värmesystem med direktverkande elpaneler. Den erfarenhet som vi har tyder på att direktverkande el snarare skulle ge torrare miljö. Vi hoppas kunna studera detta utförligare i ett kommande projekt.

## HAR NI HAFT NÅGRA BESVÄR/SYMPATOM SOM

BEROR PÅ ER NÄRMILJÖ ?

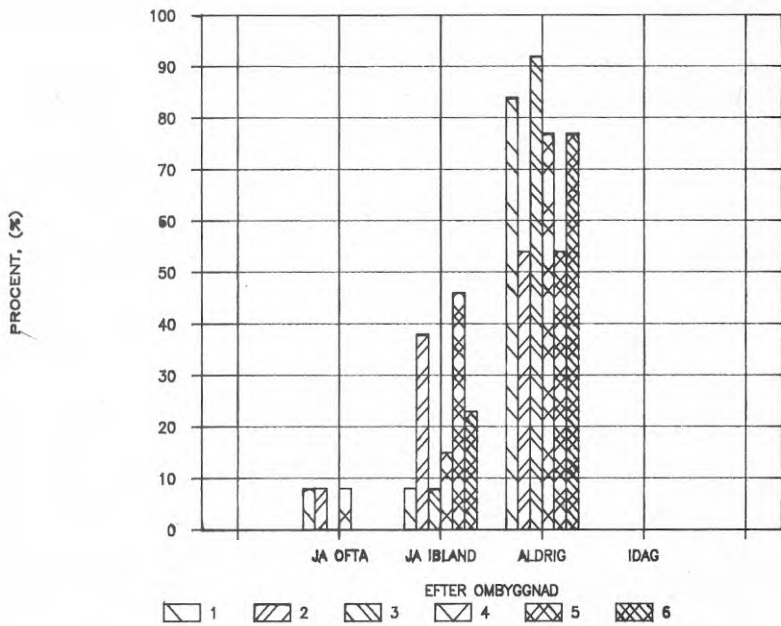
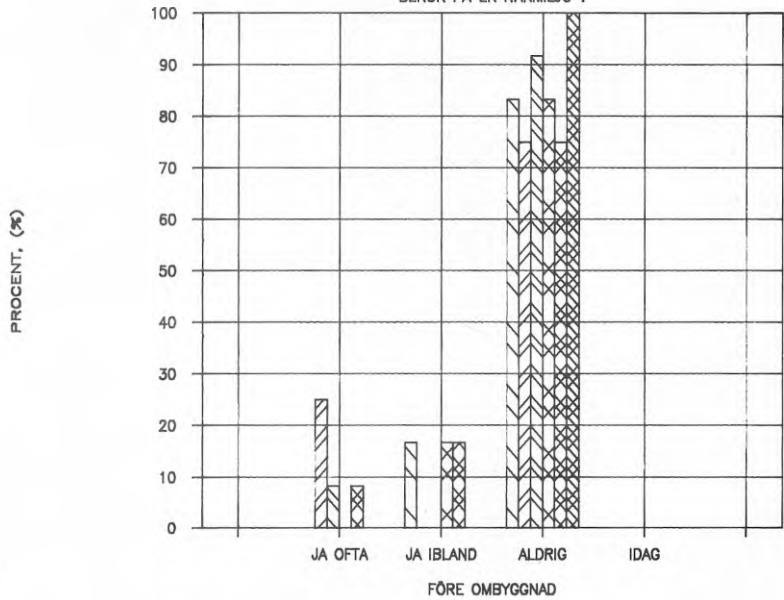


Bild 8.32 1 = Instängd (dålig luft)  
 2 = Torr luft  
 3 = Obehaglig lukt  
 4 = Statisk elektricitet som gör att ni får stötar  
 5 = Buller  
 6 = Annat

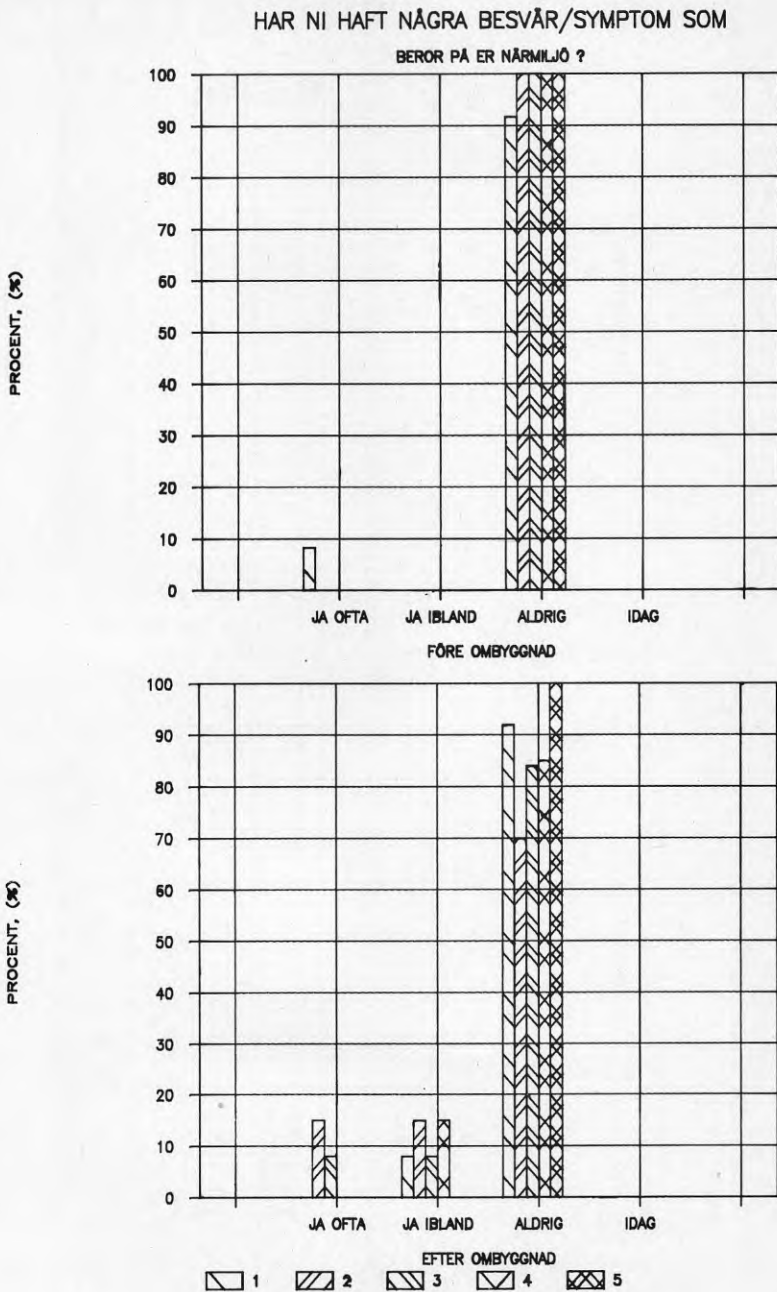


Bild 8.33 1 = Trötthet  
2 = Tung i huvudet  
3 = Huvudvärk  
4 = Illamående/yrsel  
5 = Koncentrationssvårigheter

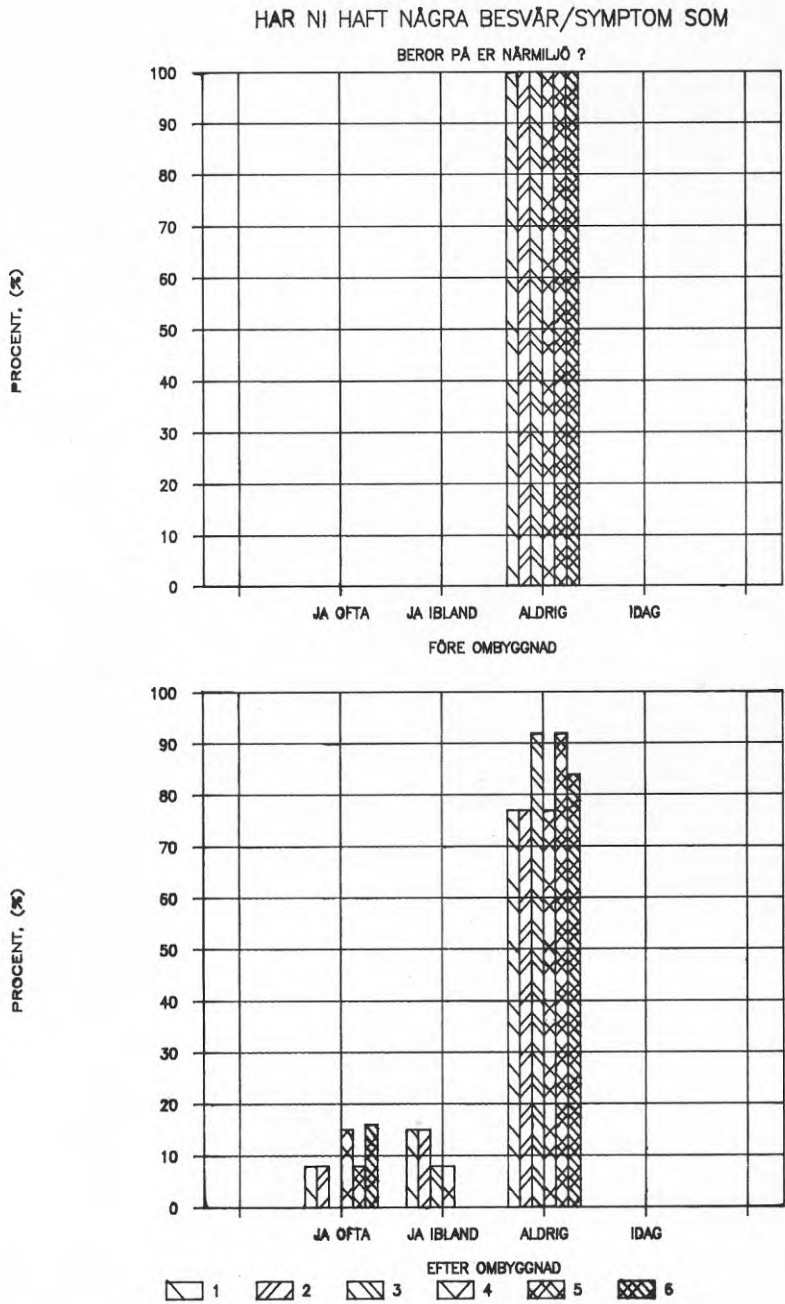


Bild 8.34 1 = Irriterad, täppt eller rinnande näsa  
 2 = Ofta förkyld  
 3 = Bihållebesvär  
 4 = Klåda, sveda, irritation i ögonen  
 5 = Torrhet, heshet, smärtor i halsen  
 6 = Rethosta

## HAR NI HAFT NÅGRA BESVÄR/SYMPATOM SOM

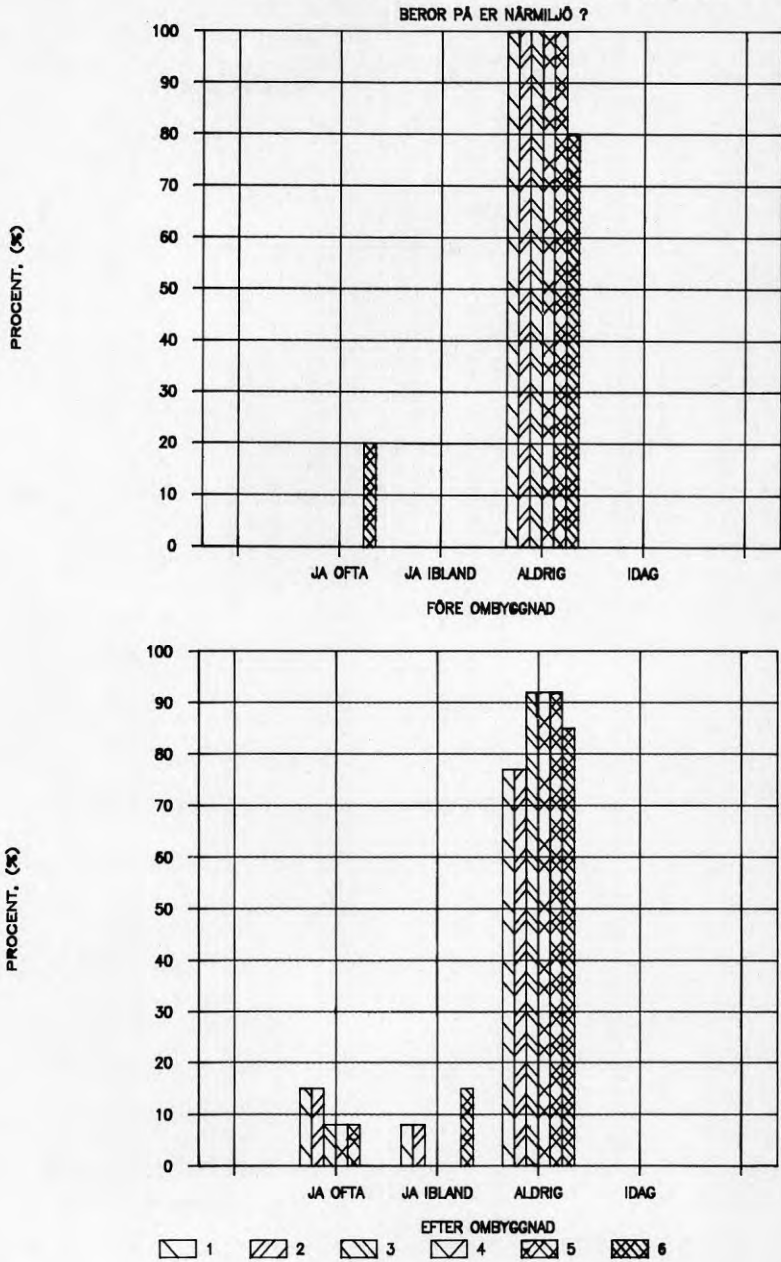


Bild 8.35 1 = Torr hud i ansiktet  
 2 = Torr hud på händerna  
 3 = Hudrodnad i ansiktet  
 4 = Fjällning/klåda i hårbotten/öronen  
 5 = Klåda, stickningar, stramningar, hettande känsla i ansiktet  
 6 = Andra besvär

På frågorna om "Trivs Ni i Bostaden" och "Trivs Ni i Råslätt" så har en liten förändring ägt rum. Det är något färre som trivs i bostaden och i Råslätt, se bild 8.36, 8.37 och 8.38.

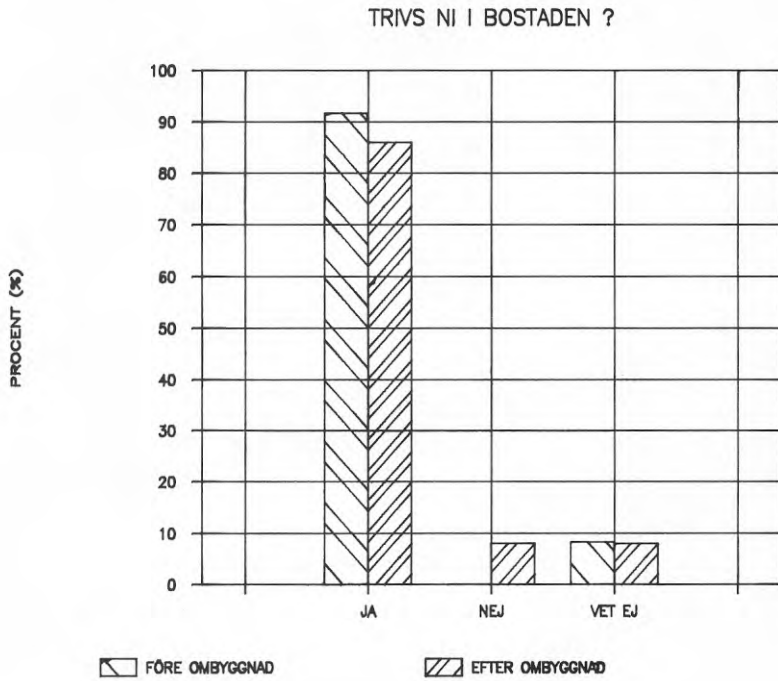


Bild 8.36 Andelen som trivs i bostaden

## TRIVS NI I RÅSLÄTT ?

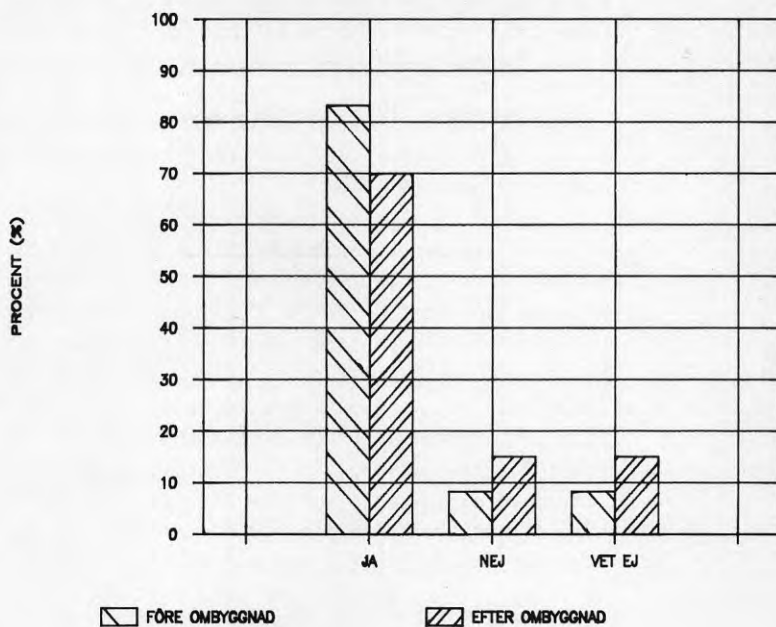


Bild 8.37 Andelen som trivs i Råslätt.

## TRIVS I BÅDE BOSTADEN OCH RÅSLÄTT .

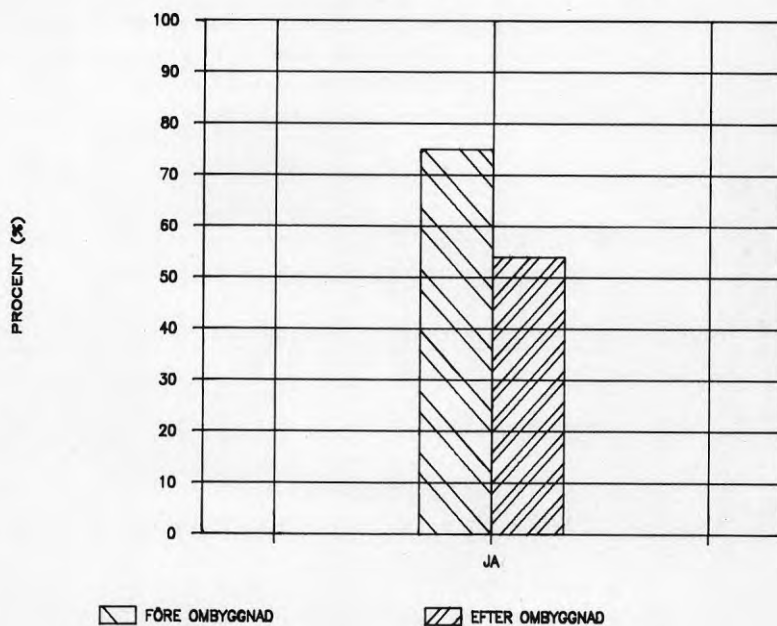


Bild 8.38 Andelen som trivs i både bostaden och Råslätt.

## 8.10 Synpunkter från hyresgästerna

### 8.10.1 Sammanfattning av hyresgästernas synpunkter

Hyresgästerna har haft problem med varmvattnet. Vi känner till en del av problemet. Det har varit driftstörningar i samband med våra installationer.

Att elradiatorerna varit ljumma och inte heta har flera hyresgäster svårt att vänja sig vid. Trots att temperaturen i lägenheterna har legat på 21-24 °C så upplevs det ovanligt med en lumm radiator. 61 % har någon gång önskat varmare luft inne i lägenheten. Med detta menar de sannolikt att de önskar varmare rumstemperatur. En hyresgäst önskar ha det kallare i hela lägenheten. Den temperatur som erhålls på tilluften är +15 °C då reglaget står på min, vid +0 °C utetemperatur. Denna temperatur kan upplevas som kall, men hyresgästen har själv kunnat välja tillufttemperatur mellan +15 °C till +40 °C. Av de 31 % som upplever golven som kallare bor hälften i lägenhet på bottenvåningen. Vi vet att de har haft något kallare golv än övriga hyresgäster.

Det totala inomhusklimatet har av 46 % av hyresgästerna upplevts som lika bra eller bättre än tidigare. 31 % är negativa och tycker att det blivit kallare och sämre. Flertalet av dessa är negativa till de svala radiatorerna.

Vad gäller allmänna synpunkter så är det framförallt de som inte är nöjda med sitt inomhusklimat som framför sina åsikter, vilket är helt naturligt. Det är de kalla golven och "kalla" lägenheterna som upplevs negativt.

### 8.10.2 Svar på frågorna

Nedan refereras de synpunkter som vi fått på anläggningen efter ombyggnaden. Det är svar på de sista frågorna i intervjun.

1. Har Ni upplevt några problem med de nya installationerna?
  - 1.1 Varmvattnet:
    - o Kallt vatten morgon och kväll framförallt fredag - söndag tycker 46 % av de intervjuade (dvs 6 st).
    - o Varmvattnet saknas ofta, 46 %
    - o Varmvattnet saknas ibland, 8 %

1.2 Elradiatorn:

- |                      |      |      |
|----------------------|------|------|
| o Nej, inga problem, | 23 % |      |
| o Alltid avstängda , | 15 % |      |
| o Ofta avstängda ,   | 9 %  |      |
| o Fungerar inte ,    | 5 %  |      |
| o Kalla ,            | 23 % | 52 % |
| o För kalla ,        | 15 % |      |

1.3 Reglering av lufttemperaturen:

- |                                  |      |  |
|----------------------------------|------|--|
| o Bra ,                          | 8 %  |  |
| o Alltid på max ,                | 39 % |  |
| o Räcker inte till, luften kall, | 15 % |  |
| o Nej, inga problem ,            | 23 % |  |
| o Ej svarat ,                    | 15 % |  |

1.4 Ljud:

- |                                |      |      |
|--------------------------------|------|------|
| o Nej, inga problem ,          | 62 % |      |
| o Lyhört ,                     | 8 %  |      |
| o Sus i don ,                  | 15 % | 30 % |
| o Fläktbuller i kök ,          | 8 %  |      |
| o Fläktljud, dock ej störande, | 7 %  |      |

2. Har Ni någon gång önskat varmare luft in i lägenheten?

- |                  |      |      |
|------------------|------|------|
| o Ja ofta ,      | 15 % |      |
| o Ja ibland ,    | 23 % | 61 % |
| o Ja på kvällen, | 8 %  |      |
| o Ja ,           | 15 % |      |
| o Nej ,          | 39 % |      |

3. Har Ni någon gång önskat kallare luft in i lägenheten?

- |               |      |      |
|---------------|------|------|
| o Nej ,       | 85 % |      |
| o Ja ,        | 8 %  | 15 % |
| o Ja, ibland, | 7 %  |      |

4. Har Ni känt någon skillnad på golvtemperaturen denna vinter?

- o Kallare , 31 %
- o Lika kallt som förut, 15 %
- o Varmare än förut , 8 %
- o Har tofflor , 8 %
- o Nej , 31 %
- o Ej svarat , 7 %

5. Har Ni någon gång denna vinter upplevt drag från fönstren

- o Nej , 70 %
- o Enstaka dagar, preciserade , 8 %
- o Enstaka kalla eller blåsiga dagar, 22 %

6. Hur upplever Ni att elradiatorn har varit svalare än Ni är van vid?Negativa, 47 %

- o Känns kallt i lägenheten då elradiatorerna bara är ljumma
- o För kalla
- o För kalla, man kan inte värma händerna. Vill kunna vädra och dra upp temperaturen på elradiatorn
- o Kallare vid köksfönstret
- o Saknar strålningen
- o Radiatorerna är trasiga

Positiva, 31 %

- o Ej reflekterat över, tycker inte om elradiatorer
- o Jättebra
- o Bra nu, lättare att få den temperatur som man vill ha

Neutrala, 22 %

- o Är alltid avstängda
- o Ingen synpunkt

Har Ni upplevt någon skillnad på inomhusklimatet denna vinter?Positiva, 46 %

- Tidigare var det svårt att hålla jämn temperatur, mycket bättre nu
- Mycket bättre än tidigare
- Kallt men frisk fräsch luft
- Klimatet totalt har varit bra
- Det har varit varmare
- Behagligare, inte lika dammigt som förut

Negativa, 31 %

- Kallare den här vintern än tidigare
- Kallare, kyligare
- Sämre = kallare

Neutrala, 23 %

- Nej
- Ej svarat

Allmänna synpunkterNegativa synpunkter, 39 %

- Systemet är värdelöst  
Tycker inte om att inte ha blivit tillfrågade innan ombyggnaden skedde
- Kallt på kvällen
- Blåser kallt från tilluftdonen
- Temperaturvariationerna är större i lägenheten nu
- Kallare

Positiva synpunkter, 8 %

- o Uppvärmningen fungerar mycket bättre nu, behagligare och jämnare temperatur

Inga synpunkter, 53 %

## 10 SAMMANFATTNING

Den föreslagna systemlösningen bygger på att den direktverkande elen helt eller delvis skall försvinna. Värme från värmepumpcentralen distribueras med vatten som värmebärare till undercentralernas värmeväxlare. I undercentralen värms genom denna växlare dels vattnet i varmvattenberedaren, dels vatten som levereras till batterierna i centralaggregatet för förvärmning av tilluften och till batterierna i lägenheterna för eftervärmning av tilluften.

Vid +60 °C framledningstemperatur kan hela effektbehovet täckas, ned till -1 °C utomhustemperatur med enbart luftvärmesystemet. Höjer vi framledningstemperaturen till +80 °C kan hela effektbehovet täckas ned till -8 °C utomhustemperatur.

Investeringskostnaden för värmesystemet blir cirka 11.000 kronor per lägenhet, 6.000 kronor för installationen i centralaggregatet och i lägenheten samt 5.000 kronor per lägenhet för undercentralen.

Den enkätintervju som utförts före och efter ombyggnad visar att 46 % av hyresgästerna upplever det totala inomhusklimatet som bra eller bättre än tidigare. 31 % är negativa till ombyggnaden och tycker det blivit kallare och sämre 23 % har ingen uppfattning i frågan.

Att elradiatorn varit svalare än vad hyresgästen är van vid upplevs som negativt av 47 % och positivt av 31 %.

På frågan om ventilationen fungerar bra så tycker 62 % av de boende att den är bra efter ombyggnaden mot 42 % före ombyggnaden.

Sammanfattningsvis så tror vi att den psykologiska effekten av att radiatorn känns "kall" påverkar hyresgästerna. Framför allt de hyresgäster som sitter stilla mycket dagtid. Mätningarna och intervjuerna har inte gett någon indikation på att systemet inte skulle fungera tillfredsställande. Detta givetvis under förutsättning att de fel som dykt upp under denna mätomgång åtgärdas.

Litteraturförteckning

Malmström, Tor-Göran, KTH Ventilationseffektivitet  
VVS-tekniska föreningen, Seminarium 851014

Malmström, Tor-Göran, KTH Ventilationseffektivitet och  
luftutbyteseffektivitet  
VVS-tekniska föreningen, Seminarium 851014

Nordiska ventilationsgruppen, Metoder för mätning av luftflöden  
i ventilationsinstallationen, BFR T32:1982

Larsson, A, Mellin A, Svenssen A Instrument för mätning av  
lufthastighet, luftflöden, tryckdifferens  
Statens Institut för byggnadsforskning, M83:5

**INTERVJUFORMULÄR**
**FÄLTNAMN**
**ENKÄT.NR**

Adress : Havsörnsgatan 55 Jönköping

Intervjuare: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ kl. \_\_\_\_\_

**DATUM  
KL**

Utetemperatur: \_\_\_\_\_

**UTETEMP**

 Sol: Klart Halv- Mulet Solen  
           klart          ej uppe

**VÄDER**

0          1          2          3

 Vind: Stilla Blåsigt Hård vind  
           svag vind

**VIND**

0          1          2

**LÄGENHETEN**
**VÅNPLAN**

Våningsplan 1 tr 2 tr 3 tr 4 tr 5 tr 6 tr 7 tr 8 tr 9 tr

0          1          2          3          4          5          6          7          8

 Läge i byggnaden: 0 Mitt i enkelsidig  
                   1 Mitt i genomgående  
                   2 Hörn ,enkelsidig  
                   3 Hörn ,genomgående

**LÄGEBYGN**

Lägenhetens storlek:

**LGH.STRL**

1r+k 2r+k 3r+k 4r+k 5r+k 6r+k

0          1          2          3          4          5

Uppgiftslämnaren:

**UPPGLÄMN**

 0 Man <20 år  
 1 " 20-40 år  
 2 " 40-60 år  
 3 " >60 år  
 4 Kvinna <20 år  
 5 " 20-40 år  
 6 " 40-60 år  
 7 " >60 år

Antal familjemedlemmar: 0-7 år  
 7-20 år  
 20-60 år  
 >60 år

Trivs Ni i Råslätt:

TRIVSIR

Ja            Nej  
 0            1

När flyttade Ni till Råslätt? År \_\_\_\_\_

INFLYÅR

Rökare i familjen?

RÖKARE

- 0 Ingen
- 1 1 rökare ej uppgiftslämnaren
- 2 Flera rökare ej uppgiftslämnaren
- 3 Uppgiftslämnaren ensam rökare
- 4 Flera rökare inkl. uppgiftslämnaren

**FRÅGOR ANGÅENDE TEMPERATURFÖRHÅLLANDEN**

1. Tycker Ni att denna lägenhet är:

TEMP.LGH

Mycket kall    Kall    Lagom    Varm    Mycket varm    Ojämn temperatur  
 0            1            2            3            4            5

2..Hur många grader tror Ni att det är här i rummet nu?    TEMPTROR

17 18 19 20 21 22 23 24 25 26  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TEMPALLM

3..Är temperaturen här i rummet ungefär densamma som den är i allmänhet under hösten/vintern?    Ja            Nej

Hur mycket kallare/varmare än normalt under denna vinter är det ungefär idag?

-4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 Temp.varierar  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TESKRUM

4..Upplever Ni någon märkbar temperaturskillnad mellan rummen i lägenheten ?

0 Nej

- |                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| 1 Ja i vardagsrum                   | 0 Vid golv    |
| 2 Ja i kök                          | 1 vid fönster |
| 3 Ja i hall                         | 2 vid dörr    |
| 4 Ja i ett eller flera av sovrummen | 3 vid dörrar  |
| 5 Ja i stora delar av lägenheten    | 4 vid tak     |

TEMPÖIN

5..Vilken inomhustemperatur ungefär önskar Ni vid den här tiden på dagen?

- |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |

ÅTGÖTEMP

6..Har Ni i vinter själv vidtagit några åtgärder för att få den inomhustemperatur Ni önskar?

ELEMENT

LUFTVÄRME TERMOSTAT

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 Har ställt in dem, en gång för alla | A Har ställt in den en gång för alla |
| 1 Ändrar inte behövs ej               | B Ändrar inte behövs ej              |
| 2 Ändrar sällan                       | C Ändrar sällan                      |
| 3 Ändrar ofta                         | D Ändrar ofta                        |
| 4 Står alltid på min                  | E Står alltid på min                 |
| 5 Står alltid på max                  | F Står alltid på max                 |
| 6 Går ej att reglera, alltid påslagna |                                      |
| 7 Går ej att reglera, alltid avslagna |                                      |

ELEMEMENT

7..Har Ni utnyttjat värme från andra installationer tex element, kamin e dyl., för att få varmare?

- 0 Nej
- 1 Ja, spisen sällan
- 2 Ja, spisen ofta
- 3 Ja, extra radiator sällan
- 4 Ja, extra radiator oft
- 5 Ja, övrigt \_\_\_\_\_sällan
- 6 Ja, övrigt \_\_\_\_\_ofta
- 9 Ja, flera alternativ \_\_\_\_\_ange vilka

SOLSKYDD

- 8..Har Ni behövt vädra eller utnyttja solskydd, tex persienner, för att slippa få det för varmt i lägenheten?

Solskydd:

- 0 finns ej
- 1 finns men används ej på vintern
- 2 finns, används sällan även soliga dagar
- 3 finns, används ofta då det är soligt

VÄDRING

- Vädring: 0 Nej Ja
- 1 nästan varje dag
  - 2 flera gånger i veckan
  - 3 ungefär 1 gång i veckan
  - 4 mer sällan än 1 gång i veckan

VÄDTID1

- 9..Om Ni vädrar p g a att det känns varmt i rummet, hur länge brukar Ni då lämna fönstret öppet?

- Vinter 0 ca 5 min
- 1 ca 15 min
  - 2 ca 30 min-1 timme
  - 3 mer än 1 timme

VÄDTID2

- 10..Hur ofta ungefär behöver Ni vädra av andra anledningar t ex för att få bort fukt eller för att få frisk luft?

- 0 Har ett fönster öppet i stort sett jämt.Vilket\_\_\_\_\_
- 1 Vädrar än två ggr varje dag
- 2 Vädrar morgo och kväll
- 3 Vädrar i genomsnitt en gång per dag
- 4 Vädrar en till ett par gånger i veckan
- 5 Vädrar mer än en gång i veckan

VÄDTID3

- 11..Hur länge brukar Ni lämna fönstret öppet då Ni vädrar vid dessa tillfällen?

- Vinter 0 ca 5 min
- 1 ca 15 min
  - 2 30 min-1 timme
  - 3 mer än 1 timme

NATTEMP

12..Vilka åtgärder vidtar Ni för att erhålla den nattemperatur Ni önskar?

- 0 Ingen åtgärd, temperaturen är bra
- 1 Ingen åtgärd, temperaturen är inte bra
- 2 Vädrar före sänggående
- 3 Stänger av radiatorn
- 4 Vädrar hela natten
- 5 Vädrar före sänggående + stänger av radiatorn
- 6 Vädrar hela natten + stänger av radiatorn
- 7 Övrigt, ange vad \_\_\_\_\_

ÖNATTEMP

13..Vad har Ni för önskemål om nattemperaturen?

- |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |

FRÅGOR ANGÅENDE DRAG

DRAG  
DRAGVAR

14..Brukar Ni någonstans i lägenheten uppleva drag?

- 0 Nej
- 1 Ja i vardagsrum
- 2 Ja i kök
- 3 Ja i hall
- 4 Ja i ett eller flera av sovrummen
- 5 Ja i stora delar av lägenheten
- 0 vid golv
- 1 vid fönster
- 2 vid don
- 3 vid dörrar
- 4 vid tak

DRAGOFTA

15..Hur ofta brukar Ni uppleva detta?

- 0 Vet ej
- 1 Då och då beroende på sysselsättning
- 2 Enstaka dagar ,opreciserade
- 3 Enstaka kalla eller blåsiga dagar
- 4 Ofta, varje vecka under vintern
- 5 Nästan alltid under vintern

Frågor om temperaturförhållandena idag:

16..Upplever Ni temperaturen här i rummet som behaglig just nu? BEHAGTEMP

Ja Nej

17..Om inte, hur många grader skulle Ni vilja höja/sänka inomhustemperaturen?

-4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

18..Har Ni idag vidtagit några åtgärder för att få en inomhustemperatur som Ni trivs med? ÄNDRKLÄD  
ÄNDRRAD

t ex ändrat klädedräkten

ställt om ventilerna  
eller liknande åtgärd

0 Ändr.till svalare  
klädedräkt

0 Rad. avstängd, ingen åtgärd

1 Ändr.till varmare  
klädedräkt

1 Rad. påslagen, ingen åtgärd

2 Ingen ändring av  
klädedräkten

2 Höjn. av rad.temperaturen  
3 Sänkning av rad.temperaturen  
4 Avstängning av radiatorn

Övriga åtgärder t ex:  
(alt. 0-5 läses)

ÖVRÄTG

0 Vädring för att få bort värme

1 Vädring av annan anledning

2 Utnyttjande av solskydd

3 Vädring + utnyttjande av solskydd

4 Utnyttjande av värme från installationer

5 Övriga åtgärder, ange \_\_\_\_\_

6 Vädring+ ange \_\_\_\_\_

7 Solkydd +ange \_\_\_\_\_

8 Värme från installationer + ange \_\_\_\_\_

9 Ingen åtgärd



## FRÅGOR ANGÅENDE VENTILATION I LÄGENHETEN

VENTLGH

Tycker Ni att ventilationen fungerar bra i lägenheten?

- 0 Den fungerar bra
- 1 Den fungerar acceptabelt
- 2 Den fungerar dåligt
- 3 Den fungerar mycket dåligt

DÄLVENT

Är det något rum där ventilationen fungerar mindre bra?

- 0 Nej
- 1 Ja ett sovrum
- 2 alla sovrum
- 3 vardagsrum
- 4 kök
- 5 badrum
- 6 separat toalett

MATOSRUM

Har Ni någonstans i lägenheten känt matos?

- 0 Nej
- 1 Ja kök
- 2 sovrum
- 3 vardagsrum
- 4 hall
- 5 badrum
- 6 separat toalett

OSOFTA

Hur ofta inträffar det?

- 0 varje dag
- 1 2-4 ggr per vecka
- 2 1 ggr per vecka
- 3 Mer sällan

OSVARMAT

Då Ni själv lagar mat fungerar fläkten då tillfredsställande?

- 0 Ja
- 1 Nej det blir matos i kök
- 2 " kök och hall
- 3 " vardagsrum
- 4 " sovrum
- 5 " badrum
- 6 " hela lägenheten

**FRÅGOR OM ER LÄGENHET**

**LUKTVAR**

Har Ni upplevt obehaglig lukt någonstans i lägenheten?

- 0 Nej
- 1 Ja i kök
- 2 " badrum
- 3 " toalett
- 4 " sovrum
- 5 " vardagsrum

**LUKTTYP**

Vilken typ av lukt?

- 0 Mögel
- 1 Matkällare
- 2 Kloak
- 3 Matos
- 4 Stickande
- 5 Stickande/irriterande för ögonen

**FRÅGOR OM LUFTFUKTIGHET**

**FUKTHALT**

Hur upplever Ni luften i lägenheten map. fukt?

- 0 Bra
- 1 Mindre bra för låg fukthalt
- 2 " hög fukthalt
- 3 " låg fukthalt vintertid
- 4 " hög fukthalt bara i samband med bad eller dusch

**HÄLSA**

Har Ni känt Er besvärad av någon av följande faktorer?

	Ja ofta	Ja ibland	Nej aldrig	Idag
	0	1	2	3

---

Instängd (dålig) luft	<b>DÄLLUFT</b>
Torr luft	<b>TORRLUFT</b>
Obehaglig lukt	<b>OBEHLUKT</b>
Statisk elektricitet som gör att Ni får stötår	<b>STATEL</b>
Buller	<b>BULLER</b>
Annat	<b>ANNAT</b>



Fjällning/ klåda i  
hårbotten/ öron

Klåda, stickningar,  
stramningar, hetta i  
ansiktet utan synliga utslag

Andra besvär \_\_\_\_\_

OM NI HAFT BESVÄR:

Hur länge har Ni haft besvär?	0 < 3 mån	BESVTID
	1 3-12 mån	
	2 1-3 år	
	3 > 3 år	

Vilken årstid är besvären mest framträdande	0 höst	BEÅRSTID
	1 vinter	
	2 vår	
	3 sommar	
	4 oberoende av årstid	

Har Ni sökt läkare för besvären?	0 Ja	LÄKARE
	1 Nej	

Försvinner besvären då Ni inte varit i Er bostad en längre tid?		FÖRSVBES
0 Ja	1 Nej	

FÖRÄNDRING

Har Ni eller någon i Er familj upplevt någon förändring vad gäller hälsan sen Ni flyttade till Råslätt?		FÖRÄNDRÅ
0 Nej		
1 Ja mår mycket bättre		
2 Ja mår bättre		
3 Ja mår sämre		
4 Ja mår mycket sämre		

Har Ni upplevt några problem med de nya installationerna ?

Varmvattnet \_\_\_\_\_

Elementen \_\_\_\_\_

Regleringen av lufttemperaturen \_\_\_\_\_

Ljud \_\_\_\_\_

Har Ni någon gång önskat varmare luft in i lägenheten ?

\_\_\_\_\_

Har Ni någon gång önskat kallare luft in i lägenheten ?

\_\_\_\_\_

Har Ni känt någon skillnad på golvtemperaturen denna vinter ?

\_\_\_\_\_

Har Ni någon gång denna vinter upplevt att det dragigt från  
fönstren ?

- 0 vet ej
- 1 då och då
- 2 enstaka dagar, opreciserade
- 3 enstaka kalla eller blåsiga dagar
- 4 ofta, varje vecka
- 5 nästan alltid

Hur upplever Ni att elementen har varit svalare än Ni är vana  
vid ?

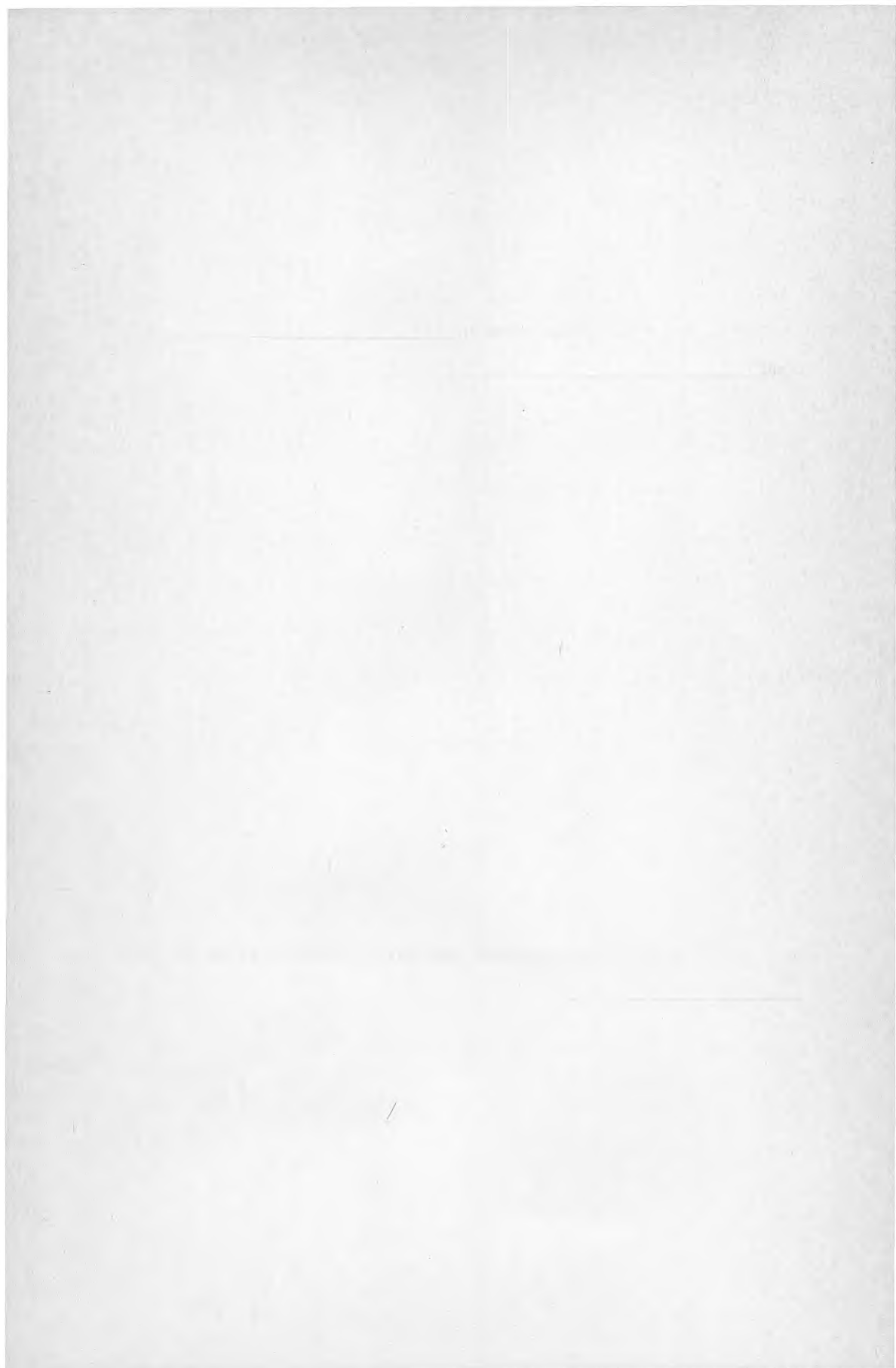
\_\_\_\_\_

PAUS kort!

Har Ni upplevt någon skillnad på inomhusklimatet denna vinter ?

\_\_\_\_\_

TACK!





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870888-5  
från Statens råd för byggnadsforskning till ÅF energi-  
konsult AB, Stockholm.**

**R25: 1989**

**ISBN 91-540-5012-X**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6709025**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst,  
171 88 Solna**

**Cirkapris: 63 kr exkl moms**