



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

R91:1987

# Energispar kvarter i Kiruna

Kurt Svarvare  
Sören Hansson  
Richard Röckner

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr
Plac <i>Ser</i>

*K/S*

Byggeforskningsrådet

R91:1987

## ENERGISPARKVARTER I KIRUNA

Kurt Svarvare  
Sören Hansson  
Richard Röckner



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821060-6 från Statens råd för byggnadsforskning till B L Byggekonsult AB, Kiruna.

## REFERAT

Att uppnå det av riksdagen rekommenderade energisparmålet med åtgärder för ombyggnad, renovering och underhåll för befintlig bebyggelse och har avsett studier av energisparåtgärder och dess lönsamhet.

Rapporten beskriver vanliga typer av åtgärder och dess utföranden, samt redogör för åtgärdernas energieffektivitet och dess lönsamhet.

Det har varit vår strävan att förena beprövade teorier och principer med verkliga exempel på ett sådant sätt att resultatet skall kunna vara praktiskt användbart och begripligt. Utförda och studerade åtgärder är gamla och beprövade men sannolikt ej i samma utsträckning som energisparåtgärder. Resultatmässigt utvärderat.

Avsikten är alltså att försöka förmedla erfarenheter som kan vara användbara vid olika typer av energisparåtgärder inom energisparområdet och därmed även öka kunskapen för densamma.

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

R91:1987

ISBN 91-540-4798-6  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLL

		<u>SID.</u>
0.	BILAGE-, FIGUR-, DIAGRAM- OCH TABELLFÖRTECKNING	7
1.	FÖRORD	19
2.	SAMMANFATTNING	21
3.	PROJEKTBEKRIVNING	28
3.1	Syfte	28
3.2	Metod	29
3.3	Tidplan	30
4.	OBJEKTBEKRIVNING	32
4.1	Val av område	32
4.2	Beskrivning av området	33
4.3	Boendesammansättning	36
4.4	Klimat	37
5.	BESTÄMNING AV ENERGITEKNISK STATUS FÖR FASTSTÄLLANDE AV ÅTGÄRDSPROGRAM	38
5.1	Allmänt	38
5.2	Installationsteknisk besiktning	38
5.3	Byggnadsteknisk besiktning	39
5.4	Översiktliga besiktningsdata	39
6.	ÅTGÄRDSPROGRAM	41
6.1	Allmänt	41
6.2	Valt åtgärdsprogram	41
6.3	Preliminär lönsamhetsbedömning av åtgärdsprogrammet.	45

## INNEHÅLL

		<u>SID.</u>
7.	GENOMFÖRANDE	52
7.1	Organisation	52
7.2	Upphandling och genomförande	53
7.3	Hinder och problem	55
8.	MÄTPROGRAM	57
8.1	Allmänt	57
8.2	Mätutrustning	60
9.	MÄTVÄRDESBEHANDLING, BERÄKNINGAR	65
9.1	Allmänt	65
9.2	Energiförbruknings modellen före åtgärder.	71
9.3	Energiförbruknings modellen efter åtgärder.	75
9.4	Energisignaturen	78
9.5	Beräkning av varmvattenenergi	87
9.6	Beräkning av energi till torkaggregat	88
9.7	Sommarförluster	90
10.	MÄTRESULTAT	91
10.1	Allmänt	91
10.2	Vattenförbrukningar	92
10.2.1	Varmvattenförbrukning	92
10.2.2	Kallvattenförbrukning	94
10.2.3	Andelen tappvarmvatten relativt inkommande kallvatten.	95

INNEHÅLL		SID.
10.3	Energiförbrukning avseende torkaggregat.	98
10.4	Sommarförbrukning	100
10.5	Temperaturer	102
10.5.1	Uppmätta inomhustemperaturer	102
10.5.2	Uppmätta utomhustemperaturer	103
10.5.3	Fasadtemperaturer	106
10.6	Total normalårsförbrukning	107
10.7	Prognoser relativt verklig energiförbrukning.	111
10.8	Kulvertförluster	112
10.8.1	Köldmängden per år.	115
10.8.2	Värmevattenkulvertförluster 1984 resp. 1985	116
10.8.3	Hetvattenkulvertförluster under 1984	117
10.8.4	Varmvattensystemets kulvertförluster	118
10.8.5	Framledningstemperaturer	120
11.	ANALYS AV MÄTRESULTAT	122
11.1	Mätnoggrannhet	123
11.2	Brukarinflytande	123
11.3	Klimatfaktorer	124
12.	KOSTNADER OCH LÖNSAMHET	125
12.1	Allmänt	125
12.2	Kostnader för åtgärder	125

INNEHÅLL		<u>SID.</u>
12.3	Totala kostnader	130
12.4	Finansiering	131
12.5	Lönsamhet	132
12.6	Hinder och problem	142
13.	INFORMATIONENS INSATSER INOM ENERGISPARKVARTERET I KIRUNA	144
	Intern information	
	Hyresgästinformation	
	Externa intressenter	
	Dokumentation	
14.	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	145
15.	REFERENSFÖRTECKNING	148
16.	BILAGOR	149



## BILAGEFÖRTECKNING

SID.

Bil. 1.	Exempel på bildskärmutskrift.	149
Bil. 2.	Aldersindelning av boendet inom energisparkvarteret.	151
Bil. 3.	Energisignaturer före/efter inom energisparkvarteret.	158
Bil. 4.	Genomsnittlig vattenförbrukning inom energisparkvarteret.	163
Bil. 5.	Exempel på timvisa momentantemperaturer i hus D.	170
Bil. 6.	Medeltemperaturer inom- och utomhus i energisparkvarteret.	172
Bil. 7.	Exempel på momentana fasadtemperaturer respektive fasadtemperaturer distansvägg. (Avser lufttemperaturer).	177
Bil. 8.	Total normalårsförbrukning husvis före/efter åtgärder. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	179
Bil. 9	Total normalårsförbrukning husvis före/efter åtgärder. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster, tappvarmvatten och torkaggregat.	182
Bil. 10.	Total verklig och normerad förbrukning husvis. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	185
Bil. 11.	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningprognos i mwh/år. Uppvärmningen inkluderar endast transmission-, ventilationsförluster samt tappvarmvatten.	188

## BILAGEFÖRTECKNING

	<u>SID.</u>	
Bil. 12.	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i mwh/år. Uppvärmningen inkluderar endast transmission-, ventilationsförluster samt tappvarmvatten.	191
Bil. 13.	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningens prognos i mwh/år. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	194
Bil. 14.	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i mwh/år. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	197
Bil. 15.	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningens prognos i % av 1984 års normalårsförbrukning. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	200
Bil. 16.	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i % av 1984 års normalårsförbrukning. Uppvärmningen inkluderar endast transmission- och ventilationsförluster.	203
Bil. 17.	Specifik total energiförbrukning i kWh/m <sup>2</sup> LGY, vecka och månadsvis respektive kWh/m <sup>2</sup> pBRA, vecka och månadsvis inom energisparkvarteret.	206
Bil. 18.	Framledningstemperaturer i kulvertar inom energisparkvarteret.	209
Bil. 19.	Cashflow stapeldiagram.	214

## FIGURFÖRTECKNING

## SID.

Figur 2.1	Sammanställning av normal-korrigerad energiförbrukning inom energisparkvarteret.	27
Figur 3.1	Tidplan för energisparkvarterets genomförande.	31
Figur 4.1	Områdesplan	32
Figur 6.1	Åtgärdstabla.	23
Figur 6.2	Åtgärdspaket för totalt 5 hus.	46
Figur 6.3	Totalhuset på Bergsgatan 9 A-C (hus C).	47
Figur 7.1	Organisation	52
Figur 8.1	Datainsamling via mätcentral till mätbox (minnesenhet).	59
Figur 8.2	Exempel på nyttjade utskriftsrutiner sedd i bildskärm från mätboxar. (Minnesenheter).	150
Figur 9.1	Indata- och utdatahanteringen.	68
Figur 9.2 och 9.2a	Energiförbruknings modellen före åtgärder.	73
Figur 9.3 och 9.3a	Energiförbruknings modellen efter åtgärder.	76
Figur 9.4	Energisignatureffekten av enbart VVS-åtgärder. (Relativt temperaturdifferensen).	81
Figur 9.5	Energisignatureffekten av enbart Bygg-åtgärder. (Relativt temperaturdifferensen).	82
Figur 9.6	Energisignatureffekten av VVS- och Bygg-åtgärder. (Relativt temperaturdifferensen).	83

## FIGURFORTECKNING

SID.

Figur 9.7	Energisignatureffekten av VVS- och Bygg- åtgärder. (Relativt utetemperaturen).	84
Figur 9.8	Energisignatureffekten av enbart Bygg- åtgärder. (Relativt utetemperaturen).	85
Figur 9.9	Energisignatureffekten av enbart VVS- åtgärder. (Relativt utetemperaturen).	86

## DIAGRAMFÖRTECKNING

SID.

Diagram 4.1	Aldersindelning av boende totalt inom området.	152
Diagram 4.2	Aldersindelning av boende i hus A.	153
Diagram 4.3	Aldersindelning av boende i hus B.	154
Diagram 4.4	Aldersindelning av boende i hus C.	155
Diagram 4.5	Aldersindelning av boende i hus D.	156
Diagram 4.6	Aldersindelning av boende i hus E.	157
Diagram 9.1	Energisignaturer före/efter i hus A.	159
Diagram 9.2	Energisignaturer före/efter i hus B.	160
Diagram 9.3	Energisignaturer före/efter i hus C.	161
Diagram 9.4	Energisignaturer före/efter i hus E.	162
Diagram 10.1	Genomsnittlig vattenförbrukning totalt inom energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	164
Diagram 10.2	Genomsnittlig vattenförbrukning i hus A. Energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	165
Diagram 10.3	Genomsnittlig vattenförbrukning i hus B. Energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	166

## DIAGRAMFÖRTECKNING

SID.

Diagram 10.4	Genomsnittlig vattenförbrukning i hus C. Energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	167
Diagram 10.5	Genomsnittlig vattenförbrukning i hus D. Energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	168
Diagram 10.6	Genomsnittlig vattenförbrukning i hus E. Energisparkvarteret jan. 1984 t o m dec. 1985.	169
Diagram 10.7	Timvisa temperaturer i hus D.	171
Diagram 10.8	Medeltemperaturer inom- och utomhus uppmätta under perioden v 35 1983 t o m v 22 1984.	173
Diagram 10.9	Medeltemperaturer inom- och utomhus uppmätta under perioden v 23 1984 t o m v 10 1985.	174
Diagram 10.10	Medeltemperaturer inom- och utomhus uppmätta under perioden v 11 1985 t o m v 50 1985.	175
Diagram 10.11	Medeltemperaturer inom- och utomhus uppmätta under perioden v 51 1985 t o m v 9 1986.	176
Diagram 10.12	Momentana fasadtemperaturer respektive fasadtemperaturer distans vägg.	178
Diagram 10.13	Total normalårsförbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> pBRA och år. Uppvärmning och ventilation.	180
Diagram 10.14	Total normalårsförbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> LGY och år. Uppvärmning och ventilation.	181

## DIAGRAMFÖRTECKNING

SID.

Diagram 10.15	Total normalårsförbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> pBRA och år. Uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten och torkaggregat. (Utom hus C).	183
Diagram 10.16	Total normalårsförbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> LGY och år. Uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten och torkaggregat. (Utom hus C).	184
Diagram 10.17	Total verklig och normerad förbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> pBRA och år. Uppvärmning och ventilation.	186
Diagram 10.18	Total verklig och normerad förbrukning husvis i kWh/m <sup>2</sup> LGY och år. Uppvärmning och ventilation.	187
Diagram 10.19	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i mwh/år husvis. inkl. transmission, ventilation samt tappvarmvatten.	189
Diagram 10.20	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i mwh/år för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området, inkl. transmission, ventilation samt tappvarmvatten.	190
Diagram 10.21	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukningsprognos i mwh/år husvis, inkl. transmission, ventilation samt tappvarmvatten.	192

## DIAGRAMFÖRTECKNING

SID.

Diagram 10.22	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i mwh/år för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området, inkl. transmission, ventilation samt tappvarmvatten.	193
Diagram 10.23	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i mwh/år och husvis., inkl. endast transmission och ventilation.	195
Diagram 10.24	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i mwh/år för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området. inkl. endast transmission och ventilation.	196
Diagram 10.25	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i mwh/år och husvis. Inkl. endast transmission och ventilation.	198
Diagram 10.26	Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i mwh/år för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området. inkl. endast transmission och ventilation.	199
Diagram 10.27	Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i % av 1984 års normalårsförbrukning. Inkl. endast transmission och ventilation.	201



DIAGRAMFÖRTECKNING	<u>SID.</u>
Diagram 10.28 Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i % av 1984 års normalårsförbrukning, hus E, totalt, tvättorkar och kulvertar, inkl. endast transmission och ventilation.	202
Diagram 10.29 Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i % av 1984 års normalårsförbrukning, inkl. endast transmission och ventilation.	204
Diagram 10.30 Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i % av 1984 års normalårsförbrukning, hus E, totalt, tvättorkar och kulvertar, inkl. endast transmission och ventilation.	205
Diagram 10.31 Specifika månadsvisa energiförbrukningar under perioden 1984-01-01 t o m 1986-01-01. Kwh/m2 LGY, vecka och månadsvis medelvärde.	207
Diagram 10.32 Specifika månadsvisa energiförbrukningar under perioden 1984-01-01 t o m 1986-01-01. Kwh/m2 pBRA, vecka och månadsvis medelvärde.	208
Diagram 10.33 Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden v 1 1984 t o m v 22 1984.	210
Diagram 10.34 Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden v 23 1984 t o m v 52 1984.	211

## DIAGRAMFORTECKNING

SID.

- |   |     |
|---|-----|
| Diagram 10.35 Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden v 1 1985 t o m v 22 1985.  | 212 |
| Diagram 10.36 Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden v 23 1985 t o m v 52 1985. | 213 |

TABELLFÖRTECKNING		<u>SID.</u>
Tabell 7.1	Utförandetider, bygg- och VVS-åtgärder.	54
Tabell 10.1	Tappvarmvattenförbrukning före resp. efter åtgärd.	93
Tabell 10.2	Tappkallvattenförbrukningen före resp. efter åtgärd.	94
Tabell 10.3	Andelar tappvarmvatten av inkommande kallvatten.	95
Tabell 10.4	Belysningselstatistik i kvarteret.	100
Tabell 10.5	Sommarförbrukningar.	101
Tabell 10.6	Utomhustemperaturer månadsvis.	104
Tabell 10.7	Månadsvis korrigerade temperaturer.	105
Tabell 10.8	Verklig energiförbrukning 1984.	107
Tabell 10.9	Normalårs korrigerad energiförbrukning före åtgärder 1984.	108
Tabell 10.10	Verklig energiförbrukning efter åtgärder 1985.	109
Tabell 10.11	Normalårs korrigerad energiförbrukning efter åtgärder 1985.	110
Tabell 10.12	Temperaturfall över kulvertar.	113
Tabell 10.13	Veckomedelflöden i kulvert under 1985.	114
Tabell 10.14	Veckomedelflöden i kulvert under 1984. Avseende värmevattenflödet.	114
Tabell 10.15	Köldmängd under 1984 resp. 1985.	115

TABELLFÖRTECKNING	<u>SID.</u>
Tabell 10.16 Värmekulvertförluster under 1984	116
Tabell 10.17 Värmekulvertförluster under 1985.	116
TABELL 10.18 Hetvattensystemets maximalt möjliga flöden.	117
TABELL 10.19 Hetvattensystemets kalkylerade kulvertförluster.	118
TABELL 10.20 Varmvattensystemets kulvertförluster 1985.	119
TABELL 12.21 Kostnader för delåtgärder, VVS i hus A-E.	126
TABELL 12.22 Kostnader för delåtgärder, BYGG, hus A-C.	127
TABELL 12.23 Kostnader för delåtgärder husvis.	128
TABELL 12.31 Sammanställning av kostnader per hus, totalt och per BRÄp.	130
TABELL 12.51 Sammanställning av kostnader och Energibesparingar/år.	133
TABELL 12.52 Nuvärde/intäktsöverskott husvis med varierande real energiprisökning och inflation.	135

## 1. FÖRORD

BFR påbörjade i mitten av 1980-talet ett projekt om erfarenhetsåterföring av energibesparingar i flerbostadshus med närmare studier om dess lönsamhet.

Rapporten "Energisparkvarter i Kiruna" avser slutrapportering av studier om energibesparingar och dess lönsamhet i flerbostadshus i Kiruna och har bedrivits med BFR anslag, projektnummer 821060-6. Avsikten med studierna har även varit att spegla den kunskap som finns idag. Projektet har bedrivits i samarbete med Stiftelsen Kirunabostäder och dess förvaltare HSB i Kiruna-Luleå.

De företag och representanter för företag som i varierande utsträckning och på olika sätt under projektets genomförande huvudsakligen varit engagerade är följande:

BFR	Lars Göran Månsson
BFR:s styrgrupp	Gunnar Anderlind Anders Nilson Claes-Göran Stadler
Stiftelsen Kirunabostäder /Byggherre/	Bertil Rutfors
HSB i Kiruna- Luleå /Förvaltare/	Christer Norberg Sigvard Johansson Sören Sandman Torsten Kettunen
B L Byggekonsult AB Luleå-Kiruna /Projektledning, mätningar, bygg- projektering, be- siktning, utvärde- ring, information/	Kurt Svarvare, Projektledare Sören Hansson Tage Eliasson

Nordprojektering  
Industri AB, Luleå  
/VVS-projektering,  
utvärdering, be-  
siktning/

Richard Röckner  
Staffan Mattila  
Stefan Westermark

REGEL, Kiruna  
/Installation och  
service av mätut-  
rustning/

Lars Torebäck

Bengt Dahlgren AB,  
Göteborg  
Samrådande vid  
projektuppläggning  
/Lönsamhetsberäk-  
ningar/

Anders Nilson  
Anders Walter

Entreprenörer:

Bygg

SIAB, Kiruna

VVS

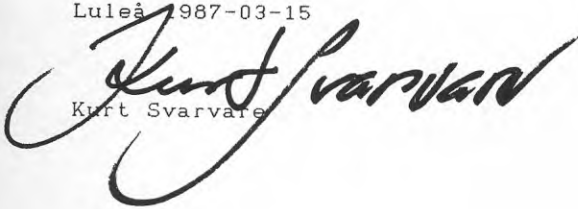
Calor Celsius, Kiruna  
BPA, Kiruna

Övriga:

Vattenfall i Norrbotten,  
Luleå

Luleå 1987-03-15

Kurt Svarvare



## 2. SAMMANFATTNING

Rapporten beskriver vanliga typer av åtgärder och dess utföranden, samt redogör för åtgärdernas energi-effektivitet och dess lönsamhet.

Det har varit vår strävan att förena beprövade teorier och principer med verkliga exempel på ett sådant sätt att resultatet skall kunna vara praktiskt användbart och begripligt. Utförda och studerade åtgärder är gamla och beprövade men sannorlikt ej i samma utsträckning som energisparkvarteret resultatmässigt utvärderat.

Avsikten är alltså att försöka förmedla erfarenheter som kan vara användbara vid olika typer av energisparåtgärder inom energisparområdet och därmed även öka kunskapen för densamma.

Rapporten riktar sig till alla som är intresserade av ämnet och det är vår förhoppning att den till stora delar även kan förstås av människor utan alltför omfattande förkunskaper i ämnet. Det är även vår förhoppning att dessa intressenter kan få nya infallsvinklar och tips som kan vara till hjälp i liknande arbeten.

Det kan tyckas onödigt med studier av denna typ, då många inom byggbranschen redan tidigare skaffat sig en god bild av energisparåtgärder och dess lönsamhet.

Man har dock funnit det nödvändigt att mera ingående studera energisparåtgärders effekter, dess samverkan och lönsamhet samt förutsättningar för vidare utveckling inom området och förhoppningsvis hjälpa till att upptäcka ytterligare utvecklingsmöjligheter och använda sig av dem.

I följande redovisas kortfattat erhållna forskningsresultat:

- Projekt energisparkvarter i Kiruna.

Energisparstudier har utförts på sex orter runt om i landet, varav projektet i Kiruna är det nordligaste.

Energisparkvarter är ett samlingsnamn för berörda projekt och har genomförts på uppdrag av BYGGFORSKNINGSRÅDET i samråd med allmännyttigt bostadsföretag.

- Objektbeskrivning.

Flerbostadshusen i kvarteret Björnen och Vargen tillhör ett bostadsområde på Bergsgatan inom stadsdelen Högalid i Kiruna och består av 5 st bostadshus, benämnt A-E från åren 1956-57. Bostadshusen ägs av Stiftelsen Kirunabostäder och förvaltas av HSB.

- Mätprogram.

För utvärdering av föreslagna och utförda åtgärder och åtgärdspaket har ett mycket omfattande mätprogram genomförts med noggranna studier av energispareffekter och dess lönsamhet med datateknikens hjälp och torde ej heller ha varit genomförbara på annat sätt.

- Utförda åtgärder.



Av nedanstående tabell framgår de olika utförda åtgärderna i respektive hus.

FÖRESLAGEN ÅTGÄRD	HUS A	HUS B	HUS C	HUS D	HUS E
VVS: UTBYTE AV HETVATTENTVÄTT-TORKAR TILL ELTVÄTTORKAR.	●	●	●	●	●
VVS: UTBYTE AV RADIATORVENTILER OCH NY SHUNTGRUPP.	●	●	●	●	●
VVS: UTBYTE AV BLANDARE.	●	●	●	●	●
VVS: BEF. VARMVATTENBEREDARE UTBYTES TILL TAPPVARMVATTEN-VÄRMEVÄXLARE.				●	
VVS: INJUSTERING AV VÄRME-VENT.SYSTEM	●	●	●	●	●
BYGG: FASADRENOVERING.		●	●		
BYGG: ISOLERING AV VINDSBJÄLKLAG.	●	●	●		
BYGG: FÖNSTERKONVERTERING	●		●		

FIGUR 6.1 ÅTGÄRDSTABELL

- Energiförbrukningar husvis före och efter åtgärder

De byggnadstekniska åtgärderna i husen A-C är till sin karaktär mer kapitalintensiva än de installationstekniska men ger också förhållandevis stora spareffekter.

Energiförbrukningen för hus A har reducerats från uppmätta 297 kWh/BRÄP före åtgärd till 253 kWh/BRÄP efter åtgärd motsvarande en besparing på 44 kWh eller ca 15 %.

För hus B har energiförbrukningen reducerats från 285 kWh/BRÄP till 235 kWh/BRÄP motsvarande en besparing på 50 kWh eller ca 18 %.

För hus C har energiförbrukningen reducerats från 293 kWh/BRÄp till 226 kWh/BRÄp motsvarande en besparing på 67 kWh eller ca 23 %.

För hus D med enbart VVS-åtgärder har energiförbrukningen reducerats från 286 kWh/BRÄp till 256 kWh/BRÄp motsvarande en besparing på 30 kWh eller ca 10 %.

För hus E med åtgärder lika hus D har energiförbrukningen reducerats från 289 kWh/BRÄp till 265 kWh/BRÄp motsvarande en besparing på 24 kWh eller ca 8 %.

Genom utbyte av hetvattentorkar till eltorkar har energiförlusterna avseende hetvattenledningarna i kulvertarna helt avskaffats. Däremot fodrar eltorkarna energi via allmänna belysningselnätet. Förlusterna totalt för kulvertarna har reducerats från 29 kWh/m<sup>2</sup> BRÄp till 17 kWh/m<sup>2</sup> BRÄp på grund av åtgärderna inom området. Detta motsvarar 42 % av den totala besparingen. Se figur 2.1 i sammanställning.

Energiförbrukningen för själva torkarna i torkutrymmena uppvisar en reduktion från 13,3 kWh/BRÄp hetvattentorkar till 10,4 kWh/BRÄp eltorkar motsvarande ca 22 %.

Totalt sett har den genomsnittliga energiförbrukningen för hela energisparkvarteret reducerats från 331 kWh/m<sup>2</sup> BRÄp till 277 kWh/m<sup>2</sup> BRÄp. Värdena inkluderar elförbrukning med avseende på eltorkarna. Besparingen 54 kWh/m<sup>2</sup> BRÄp motsvarar 16 % av den totala tidigare förbrukningen. Se figur 2.1 i sammanställning.

Jämförelsen av den totala genomsnittliga energibesparingen bedömdes ej ge en rättvis bild för utförda åtgärder, varför lönsamheten valdes att studeras husvis och ej totalt.

Samtliga tappställen i respektive lägenheter har försetts med nya flödesbegränsande blandare. Uppmätta resultat av åtgärden visar en "besparing" på 9 % för tappvarmvatten och 15 % för tappkallvatten. Då förbrukningen även påvisats vara brukarberoende, tros en del av denna minskning utgöras av ett förändrat användande av tappvatten i en del hushåll.

- Luftomsättning

Den före åtgärderna uppmätta naturliga ventilationen/luftomsättningen på ca 0,8 omsättningar/timme har för hus C med det totala åtgärdspaketet reducerats till ca 0,4 omsättningar/timme. Jmf. även kap. 4.2.2.

- Lägenhetstemperaturer

Inomhustemperaturen har genom föremätningar visat sig ligga mellan 21,0-21,7 grader Celsius och med en temperaturuppgång till 23°C efter åtgärder. Temperaturen har därefter sänkts till 21,6-21,7°C.

Vår förhoppning är att till hösten 1986 ytterligare kunna sänka temperaturen till föreslagna 21°C.

- Avvikelser i beräkningar, teoretiska och verkliga energiförbrukningar.

Den verkliga energiförbrukningen i trapphusen på området förblev tyvärr hög även efter åtgärder p g a en oanad projekteringsmiss avseende isolering av inre trapphusväggarna i vindsplanet. Mer om detta kan studeras i kapitel 4.2.3.

Den teoretiskt beräknade /prognos/ energibesparingen har jämförts med den i verkligheten uppnådda, varvid kunnat konstateras att avvikelserna är fullt godtagbara och ligger väl inom felmarginalerna utom för tvättorkarna.

Jämför diagram 10.27-30 visande cirkelpresentation, prognos och verklig i %.

Förhållande prognos/verklig energiförbrukning kan studeras i tabell 10.11.2 och tabell 10.11.3.

- Lönsamhet

Uppmätta energiförbrukningar enligt före- och eftermätningar för respektive hus visar en reduktion av energiförbrukningen. Dessa energibesparingar varierar dock i lönsamhet helt beroende på åtgärds-kostnaderna och dess uppdelning i energisparkostnader och underhålls-/ombyggnadskostnader samt med egen - alternativt statlig finansiering.

För husen A-C med mer omfattande åtgärdsprogram erhålles ingen lönsamhet vid låg real energiprisökning och låg inflationstakt eller enligt ovan generella notering.

För husen D och E med enbart VVS-installationstekniska åtgärder erhålles lönsamhet för rent energibesparande åtgärder.

Ändrad karaktär för åtgärder

Under senare år har kunnat påvisas, att en del energisparprogram typ ROT-åtgärder fått karaktären av löpande underhåll.

Av de omfattande energisparstudier som utförts, framgår att åtgärdsprogram av ovan angivna typ för allmännyttigt bostadsföretag ej visat sig vara lönsamt åtminstone vad beträffar berörda energisparkvarter.

Sammanfattningsvis visar resultaten av utförda studier att en bättre lönsamhet kan uppnås, om energisparåtgärder samordnas med mera omfattande renoverings- och ombyggnadsåtgärder vid väl vald tidpunkt och med rätt vald finansiering.

Den lämpliga strategin för lönsamma energisparåtgärder skall således vara följande:

- Energisparandet skall starta med kontroll av möjligheten till injustering och komplettering av befintlig värmeanläggning.
- Samordnade energisparåtgärder i samband med nödvändiga renoveringar och ombyggnader.
- Noggranna förstudier om lönsamhet för rätt valda åtgärdsprogram med frågeställningen: Energispar-tänkandet är rätt, men till vilket pris och på vilket sätt ?.

HUS	Energiför uppvärmning		TAPPVÄRMV.		TOTALFÖRBRUKNING				BESPARING		ÅTGÄRDER
	FÖRE MWh	EFTER MWh	FÖRE MWh	EFTER MWh	FÖRE MWh	EFTER MWh	FÖRE KWh/BRUKARE/ÅR	EFTER KWh/BRUKARE/ÅR	MWh	KWh/BRUKARE/ÅR %	
A	275	236	46	38	321	274	297	253	47	44	ISOL VIND, FÖNSTER KÖNY, SHUNT, RADTHERMOSTAT, BLANDARE.
B	280	225	33	33	313	258	285	235	55	50	ISOL VIND, FASADISOL, SHUNT, RADTHERMOSTAT, BLANDARE.
C	274	204	43	40	317	244	293	226	73	68	ISOL VIND, FÖNSTERKÖNY, FASADISOL, SHUNT, RADTHERMOSTAT, BLANDARE.
D	396	365	56	40	452	405	286	256	47	30	SHUNT, RADTHERMOSTAT, BLANDARE.
E	550	498	76	76	626	574	289	265	52	24	SHUNT, RADTHERMOSTAT, BLANDARE.
KULVERT FÖRLAMN	151	66	49	49	200	115	29	17	85	12	VS VARIABELT FLÖDE OCH TEHP HV AVSTANGD
TV TORKAR	93	(73 EL)	-	-	93	(73 EL)	13	(10,4 EL)	20	(2,6 EL)	TORKAR EL
Σ	2019	1594	303	276	2322	1870*	331	267	452	64*	EXKL EL TORKAR *
					2322	1943 <sup>o</sup>	331	277	379	54 <sup>o</sup>	INKL EL TORKAR O

Primär bruksarea, m2 BRAP enl. SS 021050 innefattande även trapphus.

FÖRE = MÄTPERIOD FÖRE ÅTGÄRDER  
EFTER= MÄTPERIOD EFTER ÅTGÄRDER

Sommarförbrukningen inkluderas i uppvärmningen.

# Energiprojekt-86

Kv Vargen o Björnen KIRUNA

FIGUR 2.1 SAMMANSTÄLLNING AV NORMALÅRSKORRIGERAD ENERGI FÖRBRUKNING INOM ENERGISPARKVARTERET.

### 3. PROJEKTBESKRIVNING

#### 3.1 Syfte

Syftet är att uppnå den av riksdagen rekommenderade energisparmålet med åtgärder för ombyggnad, renovering och underhåll för befintlig bebyggelse och avser i enlighet med BFR:s direktiv att studera energisparåtgärder och dess lönsamhet och där projektets resultat skall utnyttjas i samband med prövningar av olika energisparplaner i Sverige med Byggeforskningsrådet BFR, som ansvarig.

Man talar om energisparkvarter med föreslagna och utförda åtgärdspaket, där åtgärder samverkar på olika sätt.

Energisparkvarter är således ett samlingsnamn för BFR-projekt, där utvärderingar av olika åtgärdspaket i flerbostadshus utföres.

6 st sådana energisparkvarter startades i landet, från Malmö i söder till Kiruna i norr. Dessa områden/kvarter är representativa för det befintliga bostadsbeståndet.

#### Energisparkvarter

1. Malmö
2. Göteborg
3. Sundbyberg
4. Uppsala
5. Umeå
6. Kiruna

Det totala projektpaketet för angivna energisparkvarter berör ca 1800 lägenheter som ägs och förvaltas av allmännyttiga bostadsföretag.

Avsikten med dessa energisparkvarter är att utföra utvärderingar av tekniska och ekonomiska besparings-effekter för föreslagna åtgärdspaket. Kvarteren skall även användas som demonstrationsobjekt för att om möjligt stimulera till ett ökat sparande av energi.

## PROJEKTETS MÅLSÄTTNING

På uppdrag av BYGGFORSKNINGSRÅDET har genomförts energisparstudier i sex så kallade energisparkvarter runt om i landet varav kv. Björnen och Vargen i Kiruna är en av dessa.

Målsättningen med detta projekt har varit:

- att studera och utvärdera de olika åtgärdspaketens verkliga energibesparingar för respektive flerbostadshus och totalt.
- att studera de olika åtgärdspaketens ekonomiska utfall.
- att utröna förekommande hinder och andra störningar/problem i samband med projektets genomförande.
- att till byggsektorn och andra intressenter delge de erfarenheter som erhållits vid genomförandet av rubr. projekt.

## 3.2 Metod

Mätningar av energiförbrukningar har utförts husvis och totalt för hela kvarteret.

Mätperioderna är uppdelade i 3 genomförandeperioder:

1. föremättningsperioden, där energiförbrukningar, inom- och utomhustemperaturer, kall- och varmvattenförbrukningar m m registrerats före åtgärdernas påbörjande.
2. åtgärdsperioden, under vilken tid de föreslagna åtgärderna utförts.
3. eftermättningsperioden, där effekterna av perioderna uppmätts.

### 3.3 Tidplan

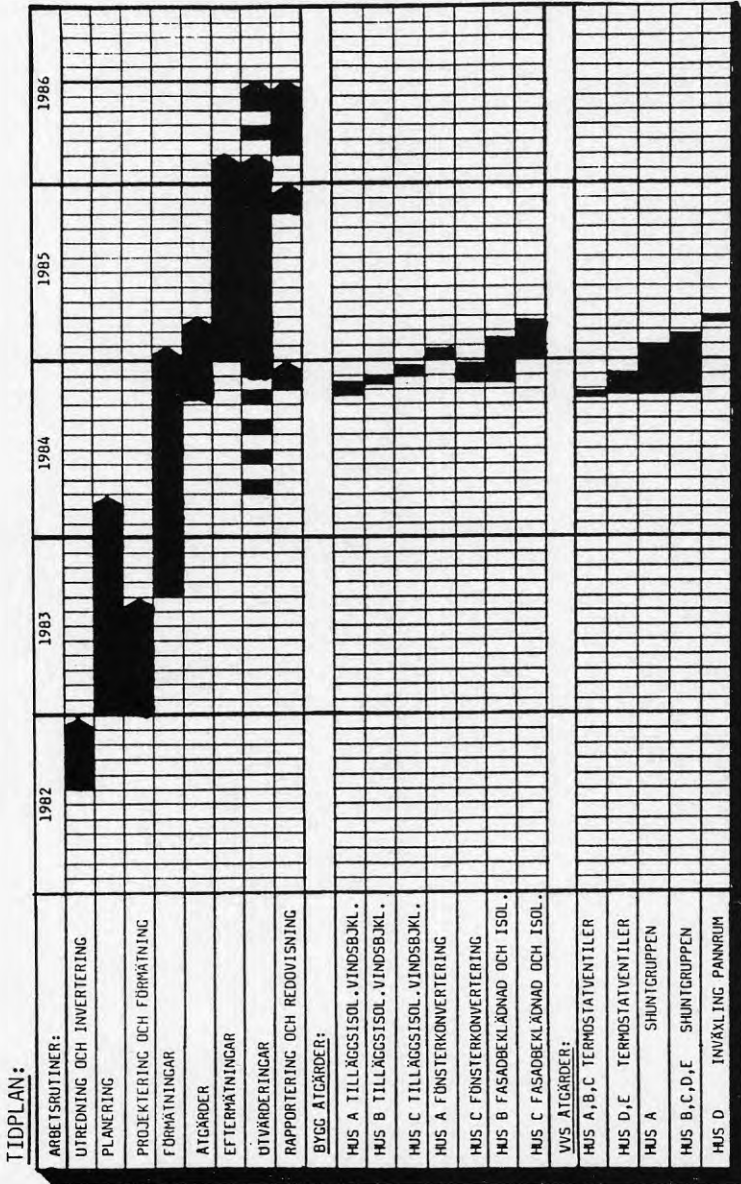
Tidplanen för respektive energisparkvarter varierar.

För en del har forskningsuppdraget kommit igång andra kvartalet år 1981 samt vid årsskiftet 1981-82.

För Kirunas del gäller att uppdraget med inventering och utredning om lämpligt bostadsområde igångsattes i mitten av år 1982.

Efter beslut om för uppdraget lämpligt bostadsobjekt kunde planering för mätningar och åtgärder påbörjas i januari 1983 och enligt följande tidplan, figur 3:1.

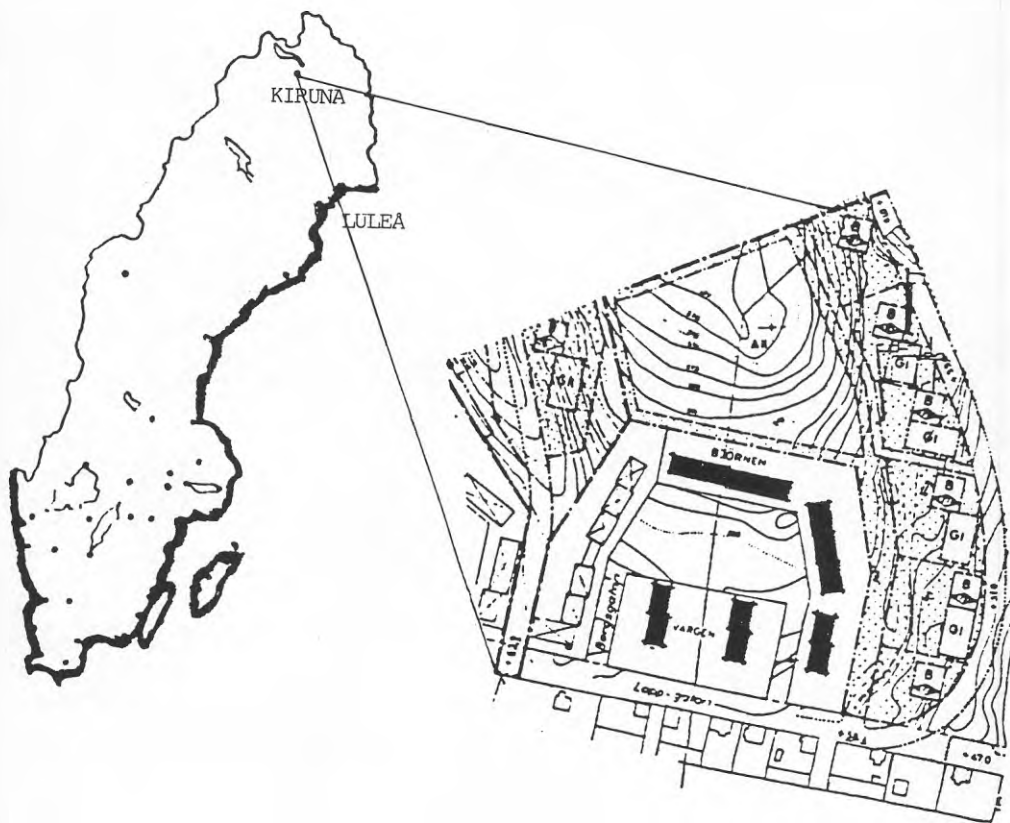




FIGUR 3.1 Tidplan för projektets genomförande.

4. OBJEKTBESKRIVNING

4.1 Val av område



FIGUR 4.1 OMRÅDESPLAN

### Energisparkvarter i Kiruna

Stiftelsen Kirunabostäder och B L Byggkonsult AB i Kiruna-Luleå påbörjade en inventering av lämpliga bostadsområden för utförande och utvärdering av energisparande åtgärdspaket.

För de energisparkvarter som redan igångsatts hade följande krav sammanfattats:

- att bostadsområdet skall vara representativt för bebyggelsen.
- att behov av renovering skall föreligga för fasader och fönster m m.
- att bostadsområdet skall vara präglad av homogenitet beträffande hustyp, husstorlek och konstruktion.
- att området skall vara anordnat med värmeförsörjning på sådant sätt att energiförbrukning för respektive huskropp skall kunna mätas separat och gälla såväl för föremätningar som eftermätningar.
- att området skall innehålla minst 200 lägenheter.

Med ledning av ovan ställda krav kunde konstateras att bostadsområden av denna art och lägenhetsantal var få i Kiruna.

### Kvarteret Björnen och Vargen

Ett bostadsområde i kvarteret Björnen och Vargen bedömdes vara lämpat för projektet, även om storleken på lägenhetsantalet ej fyllde ställda krav. Kvarteret utsågs därefter till s.k. "Energisparkvarter i Kiruna".

#### 4.2 Beskrivning av området

Det bostadsområde som berörs av energisparprogrammet finns beläget i kv. Björnen och Vargen på Bergsgatan inom stadsdelen Högalid i Kiruna centrum och är således det nordligaste av samtliga sex energisparprojekten.

Flerbostadshusen ägs av stiftelsen Kirunabostäder och förvaltas av HSB i Kiruna/Luleå.

Husen, till antal 5 st är från åren 1956-57 och byggda i 3 våningar med hel källarvåning samt vindsvåning med lägenheter i resp. gavlar. En av husen är utförd med garageplatser i källarvåningen.

Det totala lägenhetsantalet är 127 st med en primär bruksarea, BRAP, på 7014 m<sup>2</sup>.

Flerbostadshusen har uppförts ursprungligen med följande konstruktioner:

#### BYGGNADSTEKNIK

Yttertak	Stomme: Träpanel Takbekl.: Papp
Ytterväggar	Stomme: Betong Isolering: Lättbetong 300 mm. Fasadbekl.: Puts 30 mm k-värde: 0,65 W/m <sup>2</sup> °C.
Vindsbjälklag	Stomme: Betong 120 mm Isolering: Granulerad slagg, 70 mm k-värde: 0,82 W/m <sup>2</sup> °C.
Fönster	Antal glas: 2

Bostadshusen har således enligt ovan en bärande stomme av betong i väggar och bjälklag samt med lättbetong i ytterväggar och granulerad slagg i vindsbjälklag som värmeisolerande material. Den befintliga ytbeklädnaden i fasaderna består av puts. Renoveringsbehov föreligger för samtliga hus.

#### INSTALLATIONSTEKNIK, VVS

Värme	Energikälla: Fjärrvärme, gemensam värmecentral i intilliggande område.
Ventilation	Typ: Självdrag. Luftoms: 0,8 oms/h, verkligt uppmätt.
Innomhustemp	Genomsnittlig : 21,5°C

Byggnaderna har fram till 1972 uppvärmts med vattenburen värme från egen panncentral, varefter anslutning via värmekulvert utförts till en gemensam panncentral i ett intilliggande bostadsområde, benämnt kv. Sälen.

Värmekulverten från nuvarande panncentral är ansluten till en undercentral i hus D å kv. Björnen och Var-gen.

Internkulvertarna inom det aktuella området är utförda år 1954 och är anslutna till nämnda undercentral.

Bef. värmeväxlare är av typ tubvärmväxlare. Uppvärmningssystemet för byggnaderna är uppdelat i 2 grupper med variatorcentraler för reglering av framledningstemperaturen och med tidur för nattnedsänkning. Uppvärmningen sker via radiatorer.

Tappvarmvattnet bereds i separat gemensam varmvattenberedare i undercentralen.

Rörsystemet för värme och varmvatten saknar isolering till stora delar. Höga värmeförluster föreligger och gäller även varmvattenberedare. Värmeledningarna saknar justerbara stamregleringsventiler.

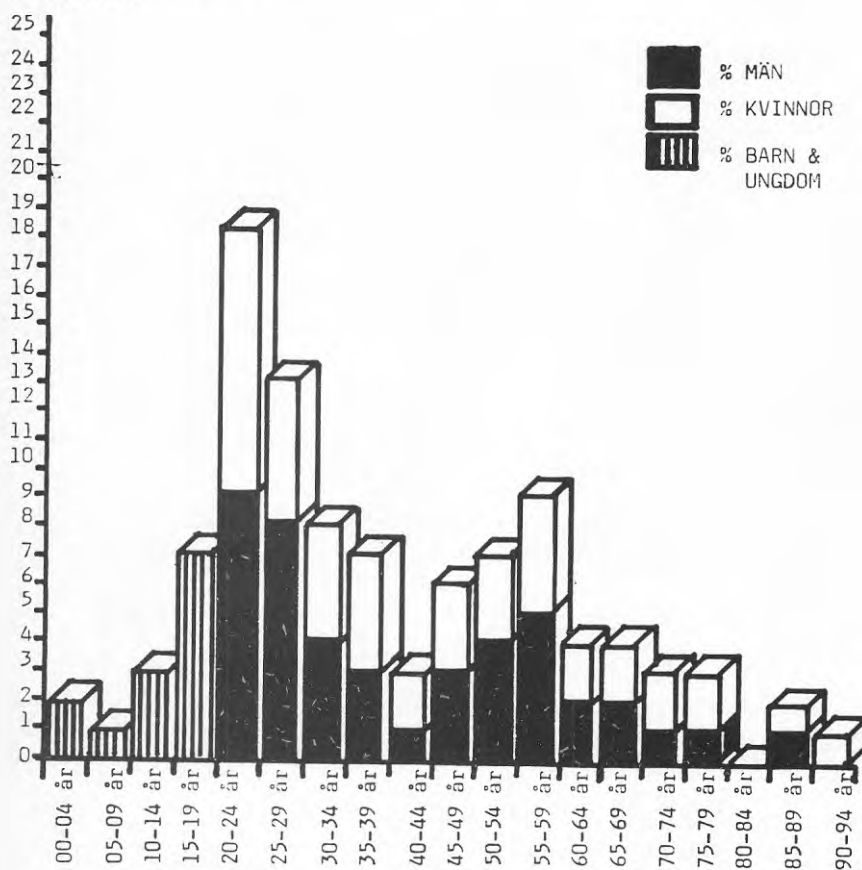
I torkutrymmen vid tvättstugor befintliga torkar av typ fläktluftvärmare med separata värmeledningar från undercentralen medför att värmepannor och cirkulationspumpar måste köras även under sommaren.

Husen saknar mekanisk frånluftsventilation och ventileras således genom självdrag.

## 4.3 Boendesammansättning

Ålderssammansättningen för de boende totalt för husen A-E visas i nedanstående stapeldiagram.

ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.1 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET TOTALT.  
KÖNSFÖRDELNING I OMRÅDET:  
MÄN 41%, KVINNOR 46% OCH BARN & UNGDOM  
13%. TOTALT 181 INNEBOENDE.

Medelåldern för kvarteret är 39 år med en fördelning av 41 % män, 46 % kvinnor och 13 % barn/ungdom.

Genomsnittsåldern varierar husvis från 38 till 44 år och bedömes således som relativt lågt. Ca 30 % av de boende är mellan 20 och 30 år.

Omsättningen av hyresgäster i området är ca 20 % med i stort sett lika åldersindelning.

Boendetätheten för området är 1,43 pers./lägenhet och varierar husvis från 1,3 till 1,56 pers/lgh.

Övriga diagram över ålderssammansättningen i kvarteret enl. bilaga 2, diagram 4.1-6.

#### 4.4 Klimat

Som tidigare noterats är energisparkvarteret i Kiruna det nordligaste av projekten. Husen i kvarteret ligger högt belägna inom Kiruna stad och är därmed utsatta för stora vindpåfrestningar i klimatskärmen, men är däremot förskonade från andra alltför stora klimatpåfrestningar.

Området klassas som nederbördsfattigt med relativt torr luft. Solstrålningen är minimal vintertid men desto intensivare under sommarhalvåret.

Årsmedeltemperaturen utomhus under de senaste åren har uppmätts till  $-0,9^{\circ}\text{C}$  för år 1984 och  $-3,0^{\circ}\text{C}$  för år 1985 och är att jämföras med medeltemperaturen ca  $+ 8^{\circ}\text{C}$  för södra Sverige.

## 5. BESTÄMNING AV ENERGITEKNISK STATUS FÖR FASTSTÄLLANDE AV ÅTGÄRDSPROGRAM.

### 5.1 Allmänt

Vid bedömningen och fastställandet av åtgärdsprogrammet för projektet inskaffades aktuella uppgifter för bostadshusen från Stiftelsen Kirunabostäder och dess förvaltare HSB i Kiruna.

Statusen för bostadshusen ur energi- och underhållsteknisk synpunkt fastställdes även genom byggnads- och installationstekniska besiktningar utförda genom B L Byggkonsult AB och Nordprojektering Industri AB:s försorg.

### 5.2 Installationsteknisk besiktning

Vid den VVS-tekniska besiktningen kunde konstateras

- att mätutrustning för tillförd värme till kvarteret saknades.
- att värmeväxlaren i undercentralen, hus D, saknade reglerutrustning med konstant flöde och hög returtemperatur som följd.
- att varmvattenberedaren i undercentralen, hus D, hade stora värmeförluster på grund av bristfällig isolering samt saknade reglerutrustning, varvid rumstemperaturen tidvis kunde uppmätas till + 35°C.
- att rörsystemet för värme och varmvatten till stora delar saknade isolering.
- att värmeledningar saknade stamregleringsventiler med möjlighet för låsning av inställda värden.
- att hetvattentorkar av typ fläktluftvärmare i torkutrymmen, hus A, B, D och E med separata värmeledningar i internkulvertar medförde att pannor och cirkulationspumpar måste köras även under sommaren.

Hetvattentemperaturen till torkarna samt uppvärmning av varmvatten i varmvattenberedaren uppmättes till 90°C.



- att värmekulverten mellan kv. Sälen - kv. Björnen och Vargen utförd 1972 samt internkulverten å kv. Björnen och Vargen utförd 1954 hade märkbara värmeförluster.
- att radiatorventiler i lägenheter ej varit förinställbara och delvis även var fastkorroderade.
- att ventilationen i huset sker genom självdrag.

### 5.3 Byggnadsteknisk besiktning

Vid den byggnadstekniska besiktningen kunde konstateras

- att fasaderna, klimatskärmen, är i behov av renovering, där delvis flagnade putsade ytor provisoriskt ilagats. K-värdet har beräknats till  $k=0,65 \text{ W/m}^2\text{°C}$  och bedömdes ej vara godtagbara.
- att vindsbjälklaget hade bristfällig isolering med teoretiskt k-värde  $k=0,82 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .
- att fönster och fönsterdörrar, kopplade och innåtgående med 2 glas är relativt nymålade med god kondition i såväl bågar som karmar. Otätheter kunde dock konstateras mellan båge och karm samt karmanslutningar med upplevelsen av kalldrag i vistelsezon. K-värdet har beräknats till  $k=2,7 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .
- att entrépartier är glasa och i dålig kondition och aktuella för utbyte.

I övrigt noterades att underhållet är något eftersatt och då främst yttertak och fasader med tillhörande detaljer.

### 5.4 Översiktliga besiktningsdata

För hela området inom kvarteret Sälen och kvarteret Björnen och Vargen är energiförbrukningen för erforderlig värmeförsörjning beräknad till 32 liter olja/m<sup>2</sup> lägenhetsyta och gäller inklusive kulvert- och pannförluster enligt erhållna uppgifter från stiftelsens förvaltare.

Inom det aktuella kvarteret bedömdes dock vid projektsstart energiförbrukningen vara större, då kvarteret är 10 år äldre än kv. Sälen och lägenhetsytan drygt 30 % av den totala.

## 6            ÅTGÄRDSPROGRAM

### 6.1           Allmänt

Åtgärderna har föreslagits och genomförts för energimätningar av hela åtgärds paketet husvis och totalt samt med ett av husen som referenshus.

Stor vikt har lagts vid möjligheten att kunna utvärdera åtgärder ur energisparsynpunkt integrerat med främst underhåll och renovering samt i vissa fall även ombyggnader.

Utöver enligt 6.2 redovisad åtgärdstabla har ytterligare ett antal åtgärdsförslag framtagits och diskuterats vid projektstart. Dessa förslag bedömdes av styrgruppen för Stiftelsen Kirunabostäder som ej betydelsefulla ur mätning- och utvärderingssynpunkt, och behandlas således ej i denna rapport.

### 6.2           Valt åtgärdsprogram

Alternativa åtgärdsprogram upprättades.

I förslag alternativ 1 var målsättningen att utföra energisparåtgärder med separat mätning av respektive åtgärd.

I förslag alternativ 2 var målsättningen att utföra energisparåtgärder med mätning och utvärdering av ett helt åtgärds paket.

Med kännedom om det varierande brukarberoendet och den begränsade möjligheten till utvärdering av alternativ 1.

Beslutades i samråd med BFR:s styrgrupp om utförande enligt alternativ 2 och nedanstående åtgärdsöversikt.

FÖRESLAGEN ÅTGÄRD	HUS A	HUS B	HUS C	HUS D	HUS E
VVS: UTBYTE AV HETVATTENTVÄTT-TÖRKAR TILL ELTVÄTTÖRKAR.	●	●	●	●	●
VVS: UTBYTE AV RADIATORVENTILER OCH NY SHUNTGRUPP.	●	●	●	●	●
VVS: UTBYTE AV BLANDARE.	●	●	●	●	●
VVS: BEF. VÄRMVATTENBEREDARE UTBYTES TILL TÄPPVÄRMVATTEN-VÄRMEVÄXLARE.				●	
VVS: INJUSTERING AV VÄRME- VENT.SYSTEM	●	●	●	●	●
BYGG: FASADRENOVERING.		●	●		
BYGG: ISOLERING AV VINDSBJÄLKLÄG.	●	●	●		
BYGG: FÖNSTERKONVERTERING	●		●		

FIGUR 6.1 ÅTGÄRDSTABLA

Som framgår av åtgärdstablan har VVS-tekniska åtgärder utförts i samtliga 5 hus och varierande byggnadstekniska åtgärder i 3 av husen.

Samtliga åtgärder har utförts samtidigt under perioden med en del fasadkompletteringar sparade till sommaren 1986.

I åtgärdspaketet ingår åtgärder enligt följande:

\* Utbyte av tvättorkar

I husen A, B, D och E är tvättorkar, hetvatten-orkar av typ fläktluftvärmare i torkutrymmena utbytta mot elektriskt drivna torkar, vars driftstid styrs av timer. Jmf. även kapitel 10.3 beträffande tvättorkar för hus C.

Hetvattenledningar till tidigare hetvatten-orkar har fränkopplats. Via undercentralen i hus D cirkulerade tidigare 90-gradigt hetvatten runt till de övriga husen under hela året. Tappvarmvatten i varmvattenberedaren uppvärmdes samtidigt. Hetvattnet cirkulerade med nära nog konstant temperatur och konstant flöde genom torkarna och temperaturfall på 20°C har uppmätts då tvättorkarna var igång.

\* Inreglering av värmesystem

Inregleringar inkluderar installation av nya shuntgrupper i samtliga hus. Framledningsflödet har tidigare cirkulerat obegränsat med variabel temperatur. Utomhustemperaturgivare.

Befintliga radiatorventiler har utbytts till nya radiatortermostatventiler med förinställning.

\* Utbyte av blandare

Flödesreglering av tappvatten i samtliga hus har utförts genom utbyte av dusch- tvättställs- och diskbänksblandare till blandare med flödesbegränsning.

\* Varmvattenberedare utbytes till värmväxlare

Tidigare separat gemensam varmvattenberedare, med 12500 liters volym, i undercentralen i hus D är utbytt mot tappvarmvattenvärmväxlare. Värmväxlare, som uppvärmer vattnet till 60°C med hjälp av genomgående primär tillloppsledning. Varmvattnet blandas därefter i en blandningsventil till + 53-55°C utgående tappvarmvatten.

\* Fasadrenovering

Befintliga ytterväggar är uppförda av 300 mm lättbetong och 30 mm puts.

Fasaderna i samtliga hus var ur underhållssynpunkt i behov av renovering.

I husen B och C har fasaderna tilläggsisolerats med 120 mm mineralull och bekläts med 60 mm fasadtegel.

Ovan entréer och mellan en del fönster samt balkongpartier har tilläggsisolering utförts med cellplast och färgad puts som ytskikt. Konstruktionens teoretiska värmegenomgångskoefficient /k-värde/ efter åtgärd blev 0,22 W/m<sup>2</sup>°C mot tidigare 0,65 W/m<sup>2</sup>°C.

\* Tilläggsisolering av vindsbjälklag

Befintliga vindsbjälklag är uppförda av 120 mm betong, 70 mm granulerad masugnsslagg samt 40 mm överbetong.

Då vindsutrymmen utnyttjas som kallförråd för resp. lägenheter har vindsbjälklagen ur nyttjandesynpunkt tilläggsisolerats med 120 mm polyuretanskiva och 8 mm golvskiva. Bjälklagets teoretiska k-värde efter åtgärd blev 0,18 W/m<sup>2</sup>°C mot tidigare 0,82 W/m<sup>2</sup>°C.

Bjälklagen ovanför trapphusen har tilläggsisolerats med mineralullsmatta.

\* Fönsterkonvertering

De i husen befintliga 2-glasfönstren har ommålats ca ett år före projektstart och bedömes vara i gott skick för sin ålder. Dessa var dock i behov av omtätning mellan båge och karm samt karm och fönstersmyg.

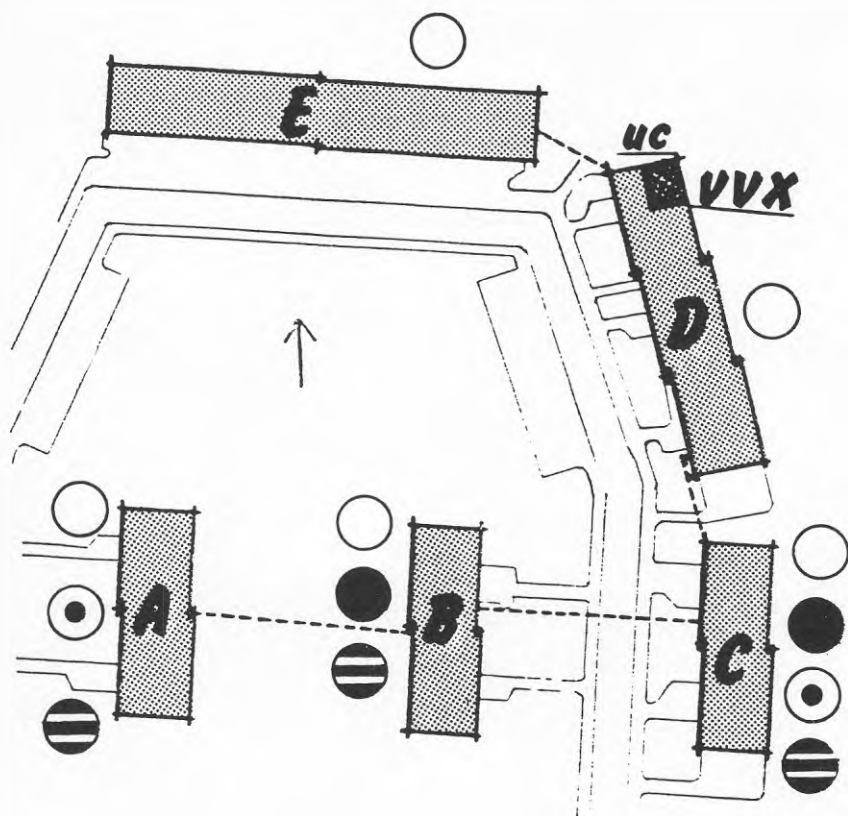
I de befintliga fönstren i husen A och C utbyttes den yttre rutan till lågemissionsglas.

Entrépartier i samma hus utbyttes till nya av lättmetall med isolerglas.

Fönsterdörrar renoverades lika fönster. Bröstningar till fönsterdörrar tilläggsisolerades och bekläddes med ny skiva.

6.3 Preliminär lönsamhetsbedömning av åtgärdsprogrammet.

Samtliga förordade åtgärder i respektive åtgärdsprogram bedömdes som lönsamma baserat på en överslagsmässig uppskattning.



- VVS - PAKET.
- NY FASADBEKLÄDNAD.
- ◉ FÖNSTERKONVERTERING.
- ◌ VINDSBJÄLKLAGSISOLERING.

FIGUR 6.2 ÅTGÄRDSPAKET FÖR TOTALT 5 HUS.



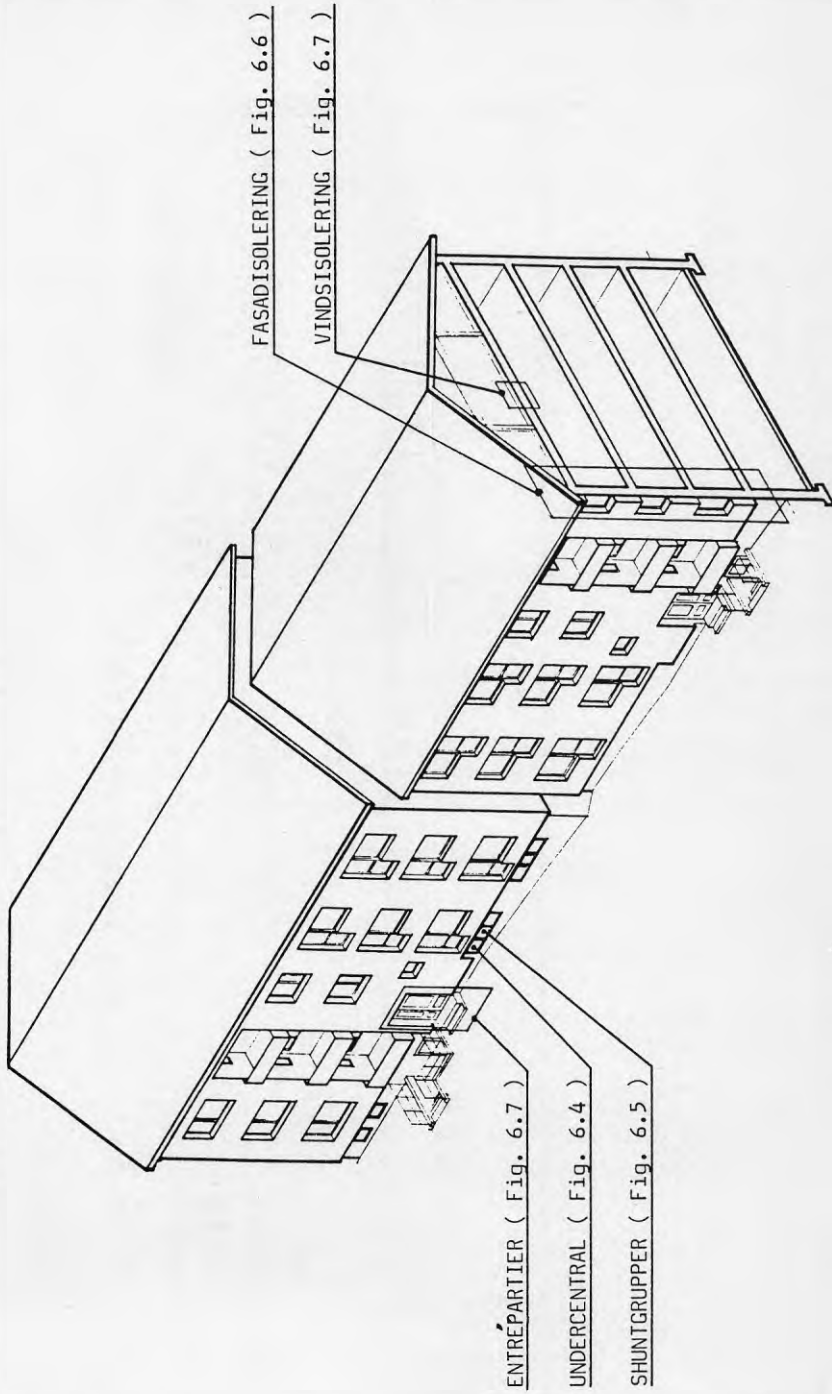
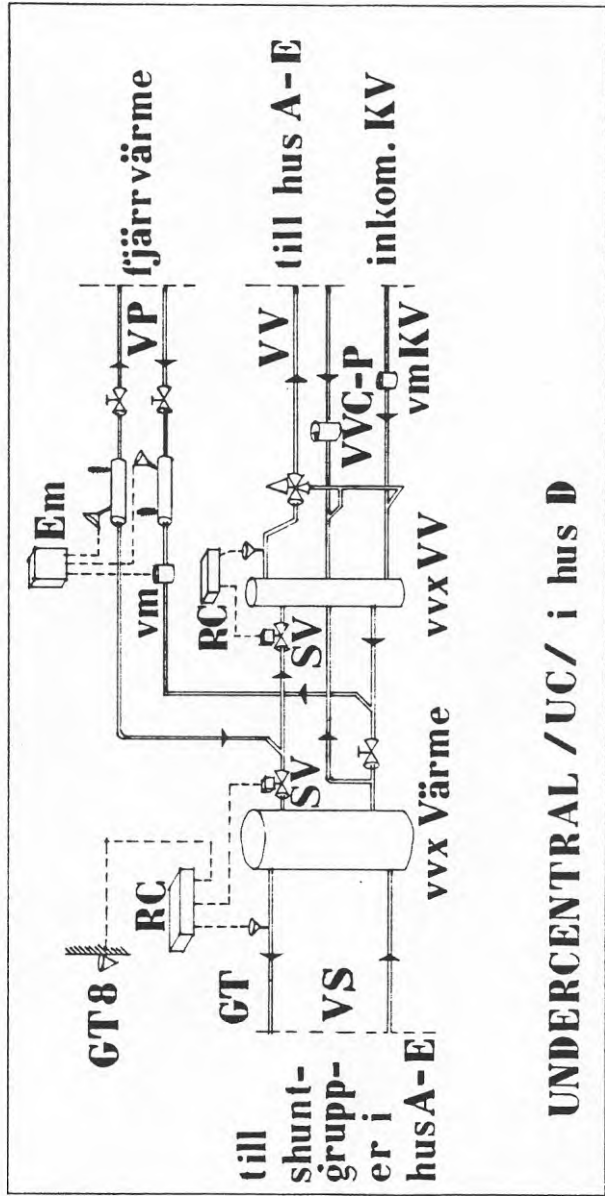
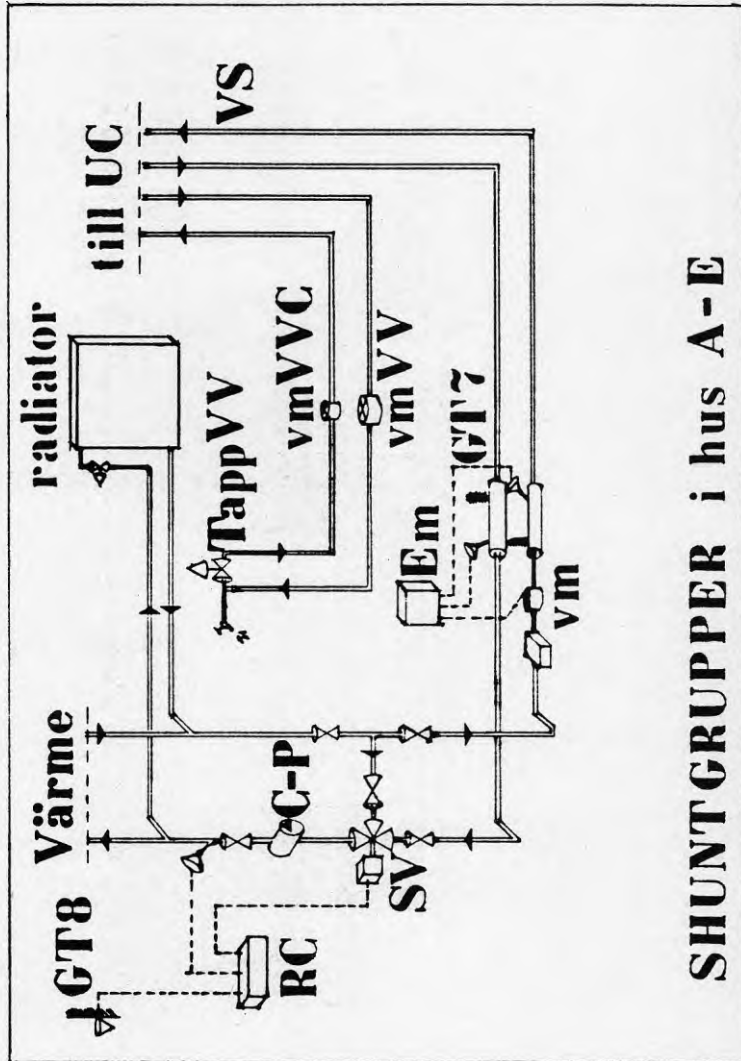


FIG. 6.3 ENERGISPARKVARTER BJÖRNEN OCH VARGEN I KIRUNA. - TOTALHUSET PÅ BERGSGATAN 9A - C (HUS C)



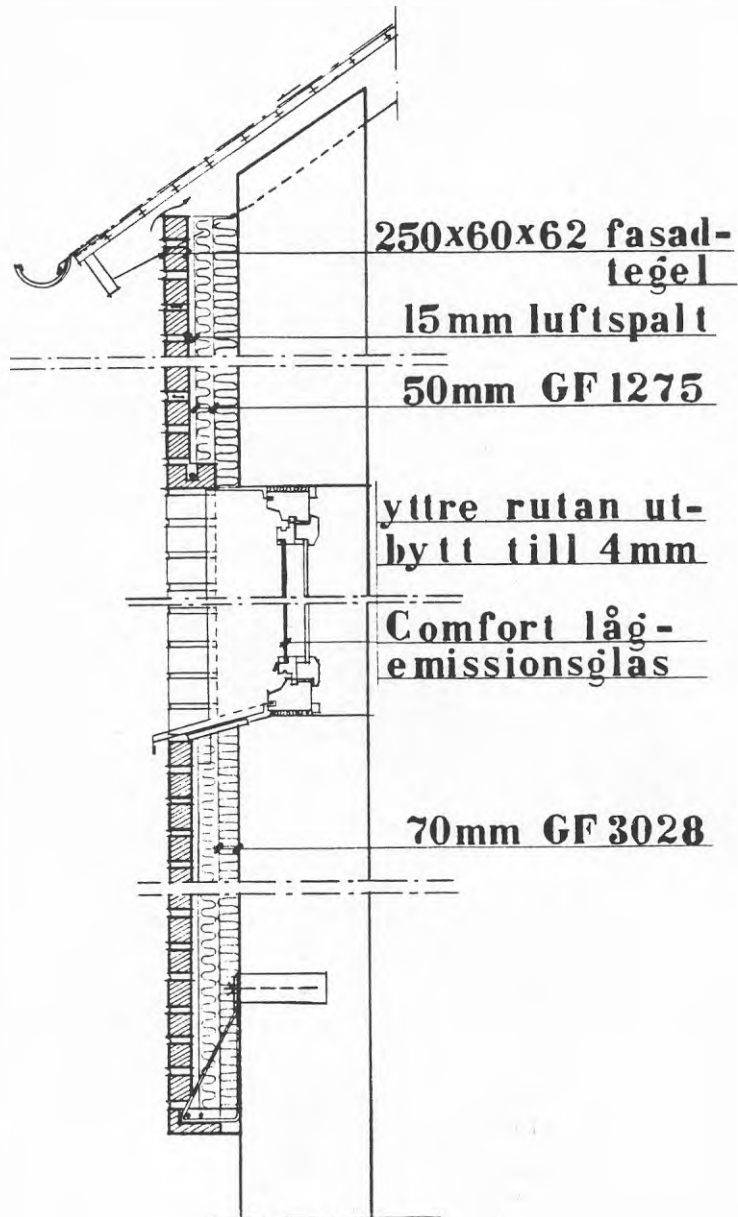
**UNDERCENTRAL / UC/ i hus D**

FIG. 6.4 UNDERCENTRAL



**SHUNTGRUPPER i hus A-E**

FIG. 6.5 SHUNTGRUPPER



## FASADER

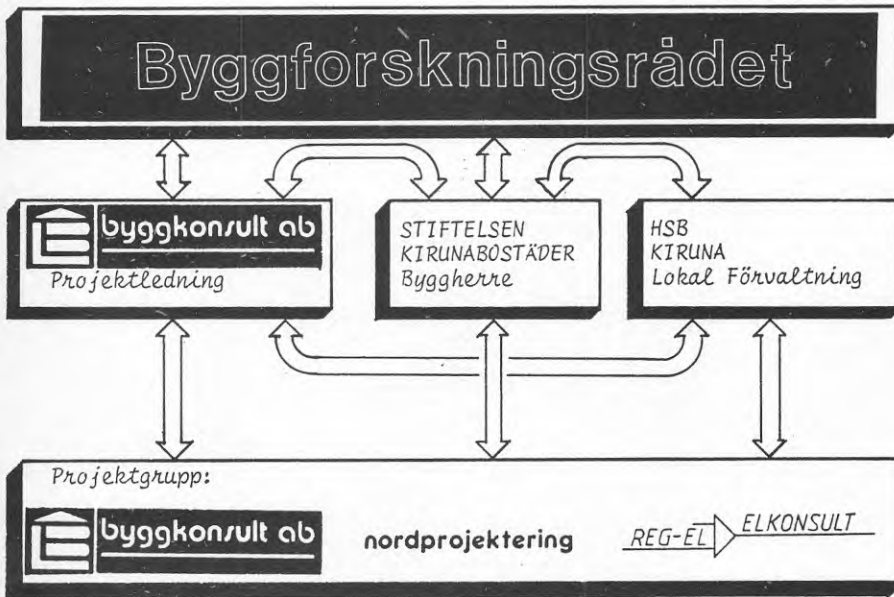
FIG. 6.6 FASADISOLERING OCH FÖNSTERKONVERTERING



FIG. 6.7 ENTRÉPARTIER OCH VINDISOLERING

7. GENOMFÖRANDE

7.1 Organisation



FIGUR 7.1 ORGANISATION

Projektorganisationens uppgifter

Statens Råd för byggforskning, BFR:

BFR med säte i Stockholm har finansierat program för mätningar och utvärderingar och är därmed ledande intressent i projektet.

Stiftelsen Kiruna-  
bostäder:

Stiftelsen är fastighetsägare av flerbostadshusen. Fastigheterna förvaltas av HSB i Kiruna. Stiftelsen fungerar som beställare /byggherre/, har varit sökande och anslagsmottagare av experimentbyggnadslån, energisparstöd och övriga lån för finansieringen av projektet.

Projektledning:

B L Byggkonsult AB i Luleå-Kiruna har med stöd av styrgrupp lett och samordnat projektet, sökt och förvaltat BFR-bidrag, upprättat kostnadsberäkningar för åtgärdsförslag, tidplaner m m samt ansvarat för information och rapportering om projektet.

Konsulter:

B L Byggkonsult AB har i samråd med byggherren svarat för projektering av föreslagna byggåtgärder, ansökt om byggnatslov, lån och bidrag m m., utfört mätningar, utredningar och utvärderingar.

Nordprojektering Industri AB i Luleå har anlåtats för övriga fackområden, i huvudsak VVS-tekniska åtgärder och frågor.

Bengt Dahlgren AB i Göteborg har varit samrådande vid projektuppläggning samt upprättat lönsamhetsanalyser.

## 7.2 Upphandling och genomförande

Då mätningar och utvärderingar genomförts för hela åtgärds paket, har även upphandling och genomförande gjorts utan etappindelning med mellanliggande mätperioder.

B L Byggkonsult AB, Nordprojektering Industri AB samt Nordprojektering El AB upprättade förfrågningsunderlag för upphandling av det fastställda åtgärdsprogrammet. Entreprenaden upphandlades som en samordnad generalentreprenad med entreprenören för byggnadsarbetena som ansvarig för samordningen.

För projekteringen var målsättningen att upphandling skulle ske före semestern 1984 med så tidig byggstart som möjligt efter semesteruppehållet.

Anbudena för projektet inkom planenligt, men att antagande av entreprenörer för respektive delentreprenad försenades.

De enligt handlingarna föreslagna åtgärderna igångsattes och färdigställdes således enligt nedanstående tabell.

DATUM FÖR ENERGIBESPARANDE BYGG-ÅTGÄRDER 1984/85

BYGGNAD	TILLÄGGSISOLERING: VINDSBJÄLKLAG	FÖNSTERKONVERTERING:	FASADÅTGÄRDER: MURNING + ISOLERING
HUS A	29/10 1984 - 13/11 1984	8/1 1985 - 25/1 1985	- - - - -
HUS B	14/11 1984 - 28/11 1984	- - - - -	12/11 1984 - 15/2 1985
HUS C	29/11 1984 - 14/12 1984	22/11 1984 - 20/12 1984	2/1 1985 - 20/3 1985

DATUM FÖR ENERGIBESPARANDE VVS-ÅTGÄRDER 1984/85

BYGGNAD	TERMOSTATVENTILER:	SHUNTGRUPPER	INVÄXLING PANNRUM:
HUS A	KLART DATUM 23/10 1984	KLART DATUM 30/1 1985	- - - - -
HUS B	KLART DATUM 23/10 1984	KLART DATUM 20/2 1985	- - - - -
HUS C	KLART DATUM 23/10 1984	KLART DATUM 20/2 1985	- - - - -
HUS D	KLART DATUM 6/12 1984	KLART DATUM 20/2 1985	25/3 1985 - 28/3 1985
HUS E	KLART DATUM 6/12 1984	KLART DATUM 20/2 1985	- - - - -

Tabell 7:1 UTFÖRANDE TIDER, BYGG- OCH VVS-ÅTGÄRDER.

Som tabellen visar har arbetena pågått under en mycket ogynnsam årstid med svåra klimatbetingelser och med stora störningar som följd på grund av vinterkylan. De så kallade kalldagarna har räknats till 17 dagar med stillestånd för utarbeten på byggplatsen. Av samma orsak erhöles även förseningar i färdigställandet av VVS-installationer.



Fönsterkonverteringen utfördes lägenhetsvis. Fönsterbågarna demonterades för transport till glasmästeri för åtgärd enligt handlingarna.

I fönsteröppningar inmonterades samtidigt provisorisk täckning av plast i träinramning.

Utöver den tidigare påtalade kylan kunde åtgärderna utföras utan nämnvärda problem.

### 7.3 Hinder och problem

Här nedan redovisas för energisparkvarteret förekommande hinder och problem berörande planering för energisparprojektet enligt kapitel 4 samt projektering, upphandling och genomförande, kontroll och besiktning.

#### - Planering

Nedgången i sysselsättningen i Kiruna vid tidpunkten för projektstart med utflyttningar, tomma lägenheter och hyresförluster som följd förorsakade drastiskt minskat intresse för berörda projekt och således även en förskjutning av projektstart.

Ett visst problem för projektet kunde även skönjas i det att området tidigare även betraktades mer eller mindre som rivningsobjekt.

#### - Projektering, upphandling och genomförande

Det torde inte vara helt okänt inom byggbranschen att verksamheten om möjligt bör planeras in under den gynnsammare delen av året.

Berörda projekt understryker regeln, då 1 arbetsmånad bortfallit på grund av okänlig väderlek under hela genomförandetiden på ca 3 månader.

Vid genomförandet har även kunnat konstateras en viss oförsiktighet med inmonterad mätutrustning, vilket dock torde vara specifikt för detta projekt.

- Kontroll och besiktningar

Med erfarenhet från utförandet i en del andra likartade projekt har "stor vikt" lagts på kontroller och besiktningar av utföranden och funktioner.

Av stor vikt är en uppföljning och en kompletterande efterjustering av anläggningen för erhållande av jämna temperaturfördelningar och minskat energibehov.

## 8 MÄTPROGRAM

## 8.1 Allmänt

Mätprogrammet i energisparkvarteret Björnen och Vargen har omfattat studier av energispareffekter för olika åtgärdspaket. För att erhålla utvärderingsunderlag har fältmätningar genomförts såväl före åtgärd som efter åtgärd för samtliga hus. Ett hus, nämligen hus D, utnyttjades som referenshus.

I inledningskedet av mätprogrammet installerades endast den absolut nödvändigaste mätutrustningen. Detta medförde att utvärderingen fordrade subjektiva skattningar och antagnaden beträffande kulverförluster, tvättorkförbrukning samt separat energiförbrukning i hus D.

Kontrollen avseende mätnoggrannheten och en mera objektiv utvärdering krävde dock kompletteringar av mätprogrammet efter åtgärdspaketens utförande.

Installation av ett separat energimätverk i hus D gjordes i början av 1985. Elmätare (typ enfasmätare) monterades in vid samtliga eltvättorkar i november 1985. Kontinuerliga fältmätningar avseende temperaturfallen över befintliga kulvertar utfördes under tio speciellt utvalda dagar med en stor representativ utetemperaturintervall för energisparkvarteret.

Ett omfattande omvärderingsarbete beträffande de tidigare subjektiva skattningarna och antagandena gjordes för tiden före åtgärdspaketen. Dessutom blev uppdelningen av energibalansen husvis och totalt mycket objektiv beträffande eftermätningens perioden 1985 och framåt i tiden.

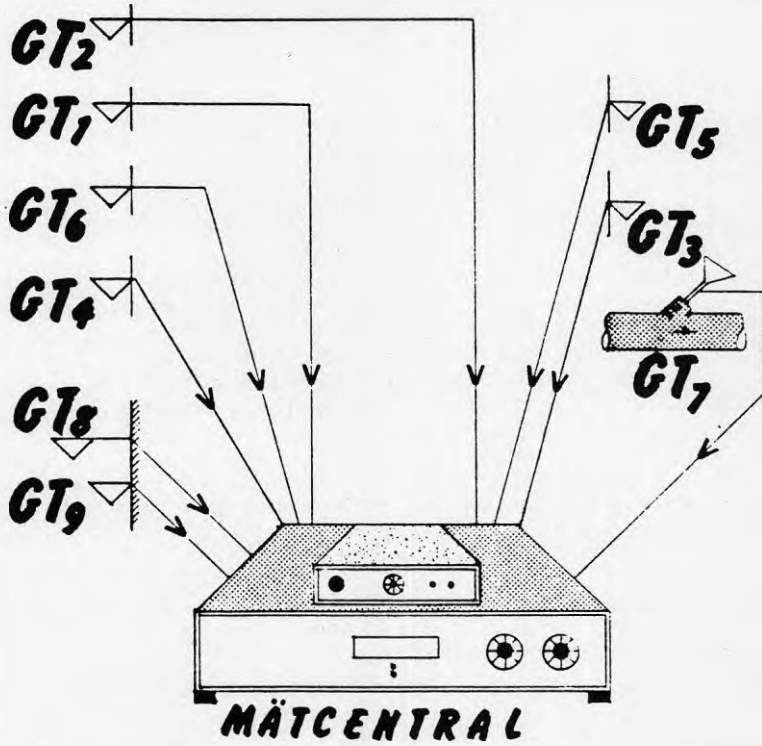
Omfattande kontroll avseende indata för fältmätningen har gjorts med hjälp av speciellt anpassade datorprogram. Detta för att i rapporten kunna redovisa mätnoggrannheten för mätinstrument ute i fält och för att snabbt kunna reagera för uppkomna mätfel.

Det är mycket viktigt vid förprojekteringsperioden att ansvariga parter för ett dylikt projekt erhåller all stöd och hjälp som finns att tillgå beträffande ett väl balanserat mätprogram såväl före åtgärd som efter åtgärd.

Ovan nämnda kompletteringsarbeten var nödvändiga för ett objektivt resultat.

För att överhuvudtaget kunna bearbeta dessa enorma indata mängder fordras minst en dator i storleksklassen 16 bits med ett RAM-minne på 256 kb och sekundärminnen på 2 gånger 600 kb sk. floppydiskar.

Om mätboxarna (minnesenheter) hämtas in en gång per vecka, så är det mest praktiskt att lagrade data avser var 3:timme. Orsaken härtill är att inkommande data för en vecka erfordrar ca 28-30 kb utrymme och en datafil klarar maximalt 32 kb/fil. Överskrider detta så kommer ett sk. "overflow" dvs att resterande data som ej ryms i bufferten "rinner över". Om så blir fallet, kan detta "overflow" även lagras på en ny datafil men detta fordrar då en kontrollerad omkörning av mätboxinnehållet till datorn.



- |     |                        |     |                        |
|-----|------------------------|-----|------------------------|
| GT1 | Trapphus plan 1.       | GT6 | Lägenhet Norr plan 3.  |
| GT2 | Trapphus plan 4.       | GT7 | Framledningstemperatur |
| GT3 | Lägenhet Söder plan 1. | GT8 | Utetemperatur distans. |
| GT4 | Lägenhet Norr plan 1.  | GT9 | Utetemperatur dikt an. |
| GT5 | Lägenhet Söder plan 3. |     |                        |

FIGUR 8.1 DATAINSAMLING VIA MÄTCENTRAL TILL MÄTBOX (Minnesenhet).

## 8.2 Mätutrustning

### 8.2.1 Energimätning

För energimätningarna nyttjas utrustningar för värmemängdsmätning med flödesmätare, 2 st temperaturgivare (tilloppstemp. resp. returtemp.) och ett integreringsverk. Dessa utrustningar har noggrant valts ut husvis och totalt.

Samkalibrering har gjorts så att det totala mätfelet håller sig under  $\pm 2\%$ . Avläsningarna har gjorts manuellt en gång per vecka och sk. överflödiga avläsning av verkliga flödesmätarregistreringar har också gjorts samtidigt. Detta för att kontrollera att integreringsverkets flödesregistrering hållits inom önskad noggrannhet relativt verkligt flöde.

Anslutningen till pulsräkneverket måste vara riktigt applicerat över flödesmätarens visare för att minimal felregistrering skall uppnås.

Innan mätperioden startar skall kontroll utföras avseende räkneverkens decimalantal för att undvika onödiga decimaljusteringar vid datainsamlingarna. All värmemängdsmätning utrustning bör genomgå kontroll efter projektslutet ifall nya forskningsanslag blir aktuella på detta område.

Följande utrustningar nyttjas:

Integreringsverk	SPX Elektromiskt.	typbeteckning AJ 7271.
Pulsgivare	SPX för värmevattenflödemätare.	typbeteckning AJ 7275.
Temperaturgivare	SPX för värmemätare (2 st).	typbeteckning AJ 7276.
Dykrör	SPX för värmemätare (2 st).	typbeteckning AJ 7279-15.

### 8.2.2 Vattenmätning

Kallvattenförbrukningen har mätts totalt och husvis genom att utnyttja befintliga kommunala vattenmätare.

Varmvattenförbrukningen har mätts totalt i undercentralen (hus D) till och med åtgärdspaketens utförande. I paketen ingick separata varmvatten- och separata varmvattencirkulationsmätare.

Varmvattenförbrukningen husvis har erhållits som skillnaden mellan varmvattenflödet och varmvattencirkulationsflödet veckovis.

Följande mätare har nyttjats:

Varmvattenmätare SPX Vinghjul typbeteckning AJ 7010. varmvatten. Största tillåtna avvikelse i undre zonen +5 % och i övre zonen +2 %.

Varmvattenmätare SPX Vinghjul typbeteckning AJ 7080. varmvattencirkulation. Största tillåtna avvikelse i undre zonen +5 % och i övre zonen +2 %.

Kallvattenmätare SPX Vinghjul typbeteckning okänd. Största tillåtna avvikelse okänd.

### 8.2.3 Temperaturmätning

Temperaturmätningstrustningen består av totalt 5 stycken mätcentraler med en mätnoggrannhet av  $\pm 0,5$  grader Celsius. Dessa samlar kontinuerligt in och bearbetar mätvärden från åtta temperaturgivare som är belägna i trapphus, lägenheter, distans fasader utomhus samt på framledningarna.

Mätcentralen är en mikroprocessor som avläser givarens temperatur var 3:e sekund och omräknar dessa till ett kontinuerligt medelvärde var 360:e sekund. Avläsningar kan ske manuellt från display eller genom direkt överföring av data till en portabel extra mätbox (minnesenhet) som lagrar utskrifter var 3:e timme alternativt varje timme ur mätcentralerna.

Mätboxens stora lagringskapacitet möjliggör lagring av detaljerade temperaturförlopp under långa tidsperioder.

Mätboxen (minnesenheten) läser av mätcentralens momentan-, medel- och temperaturdifferensvärden med valfritt tidsintervall. I detta energisparkvarter har utskrift och lagring skett var 3:e timme. Maximal lagringskapacitet har därvid kunnat bli 750 registreringar. Motsvarande för 1 timmars avläsningar ca. 250.

Vid varje avläsningstillfälle registreras nedanstående parametrar:

- \* Datum.
- \* Klockslag.
- \* Mättid.
- \* Totaltid (=mättid om ej strömsvbrutt skett).
- \* Momentantemperatur för varje givare.
- \* Medeltemperatur för varje givare under mättiden.
- \* Medeltemperaturdifferensen för alla givare utom utegivaren under mättid.

Temperaturgivarna är högohmiga motståndsgivare som anslutes till mätcentralen med en fyrtrådig kabel. Två av trådarna kopplas över givaren medan de två övriga fungerar som referensresistans. Detta innebär att kabellängden ej påverkar mätresultatet.

Lagrade mätdata kan överföras och presenteras på följande sätt:

- \* Överföring via telemodem till centraldatorn (endast vid stora avstånd).
- \* Utskrifter på printer/radskrivare.



- \* Direkt överföring till centraldator med hjälp av ett överföringsprotokoll för asynkron dataöverföring. Indata lagras på sekundärminne. Detta hanteringssätt har nyttjats för energisparkvarteret i Kiruna.

Nedan angivna uppläggning av mätprogrammet har tillämpats inom energisparkvarteret.

- \* Mätning av den totala primära tillförda energin till området.
- \* Mätning av den totala sekundära tillförda energin till de 5 husen.
- \* Mätning av den totala tappvarmvattenförbrukningen inom området.
- \* Mätning av den totala tappkallvattenförbrukningen inom området.
- \* Mätning av tappvarvattenförbrukningen husvis.
- \* Mätning av tappkallvattenförbrukningen husvis.
- \* Mätning kontinuerligt av temperaturer i allmänna utrymmen såsom trapphus i nedre planet och övre planet.
- \* Mätning kontinuerligt av temperaturer i två utvalda lägenheter i nordfasad och två utvalda lägenheter i sydfasad.
- \* Mätning kontinuerligt av utomhuslufttemperaturer distans fasad.
- \* Mätning kontinuerligt av utomhuslufttemperaturer dikt an fasad.
- \* Mätning kontinuerligt av inkommande framledningstemperaturer husvis.

Övrig insamling av mätningar som ej behöver vara kontinuerliga:

- \* Mätning av drifttid och energiförbrukning för eltvättorkar husvis.

- \* Mätning av temperaturfall över befintliga kulvertar under kallperiod som funnits representativt för området (B L Byggkonsult AB).
- \* Mätning av hushållselförbrukningen lägenhetsvis (Norrbottnens Kraftverk).
- \* Mätning av fastighetsselförbrukningen husvis (Norrbottnens Kraftverk).
- \* Mätning av ofrivilliga luftomsättningar (Kiruna Skorstensfejarmästare).
- \* Kontinuerliga väderleksdata uppdaterade vid Kiruna flygplats (SMHI).
- \* Kontinuerliga råkallvattentemperaturer vid vattenverket. (Vattenverket i Tuoluvaara).
- \* Mätning av lokala tappkallvattentemperaturer husvis (B L Byggkonsult AB).
- \* Mätning av lokala tappvarmvattentemperaturer husvis (B L Byggkonsult AB).
- \* Mätning av yttemperaturer för befintliga- och konverterande fönster samt närliggande inomhuslufttemperaturer och aktuella utomhuslufttemperaturer (B L Byggkonsult AB).
- \* Mätning av yttemperaturer för befintliga- och åtgärdade vindsbjälklag samt närliggande vindslufttemperaturer och aktuella utomhuslufttemperaturer (B L Byggkonsult AB).
- \* Dagbok har förts under försöksperioden.

## 9. MÄTVÄRDESBEHANDLING, BERÄKNINGAR

### 9.1 Allmänt

Manuella observationer av samtliga mätare har utförts inom Energisparkvarteret fr o m vecka 35 1983 t o m vecka 14 1985.

Med samtliga mätare avses under denna period följande:

#### 1. Mätcentraler (5 st, avlästa, 1 ggr/vecka)

Temperaturgivaroobservationerna inkluderar momentan-temperaturer, medeltemperaturer samt temperaturdifferenser inne - ute.

Följande givare avses:

- a) Trapphus plan 1.
- b) Trapphus plan 4.
- c) Lägenhet plan 1, söderfasad.
- d) Lägenhet plan 1, norrfasad.
- e) Lägenhet plan 3, söderfasad.
- f) Lägenhet plan 3, norrfasad.
- g) Framledningstemperatur.
- h) Lufttemperatur utomhus distans fasad.
- i) Lufttemperatur utomhus dikt an fasad.

#### 2. Energimätverk

T.o.m. vecka 19 1984 gjordes endast observationer av områdets totala energiförbrukning i MWh samt det primära värmevattenflödet i m<sup>3</sup>. Energimätverket är placerat i undercentralen till hus D. Mätverket installerades vecka 15 1983.

#### 3. Varmvattenflödet

Husen i området har saknat separat varmvattenflödesmätare t.o.m. vecka 19 1984. Observationer beträffande varmvattenförbrukningen totalt inom området gjordes i undercentralen hus D.

#### 4. Varmvatten-cirkulationsflödet

Varmvatten-cirkulationsflödet kunde icke registreras före vecka 19 1984. Se punkt 3 ovan.

#### 5. Kallvattenflödet (5 st KV-mätare)

Kallvattenflödet avlästes icke veckovis. Avläsningen kompletterades genom Kiruna Kommuns kallvattenförbrukningsstatistik för områdets fem hus. Statistik över Rå-kallvattentemperaturer erhöles genom Kiruna Vattenverk.

#### 6. Hetvattentorkar och kulvertförluster

Ingen separat föremätning av hetvattentorkar eller kulvertförluster gjordes under perioden före energisparåtgärdernas utförande.

#### 9.1.1 Mätvärdesbehandling, generation 1

(Manuella rutiner)

De manuella observationerna har överförts interaktivt (manuellt över terminalbord) till våra terminaler för lagring på sekundära skivminnen, s.k. Floppy-diskar. Nya inkommande observationer jämföres med tidigare för att upptäcka eventuella indikationer till fel på mätare och temperaturgivare inom kvarteret.

#### 9.1.2 Mätvärdesbehandling, generation 2

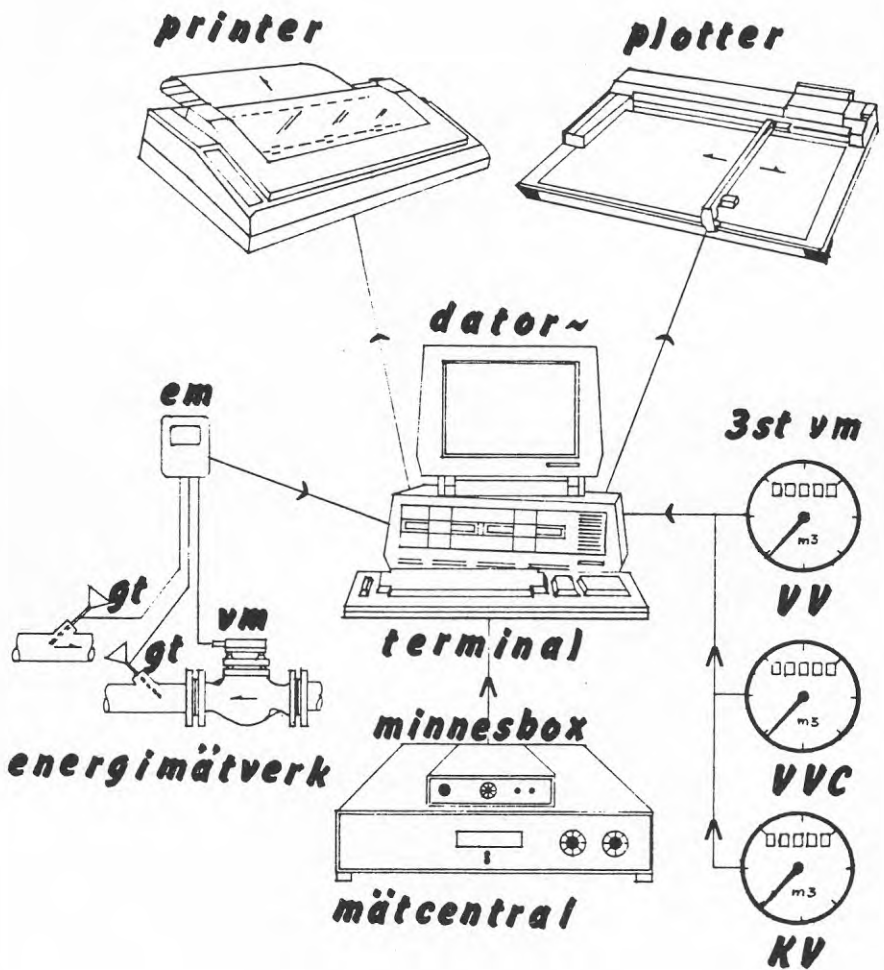
(Manuella och datorstyrda rutiner)

Fr.o.m. vecka 19 1984 startade kontinuerliga veckoobservationer av nyinstallerade energimätverk i husen A, B, C och E.

Energimätverket för hus D installerades vecka 15 1985 i samband med avslutandet av åtgärdspaketen. Veckan innan (vecka 14 1985) kunde temperaturdata insamlas i mätboxar (minnesenheter). Var tredje timme registrerade dessa boxar temperaturer via mätcentralerna i husen A - E.

Mätboxarna (5 st minnesenheter) hämtas in en gång per vecka. Deras innehåll tömmas direkt in till våra terminaler via ett asynkront överförningsprotokoll. Temperaturdatat lagras på sekundära skivminnen och säkerhetskopior skapas för externt förvar.

Sedan vecka 19 1984 har veckovisa observationer gjorts avseende varmvattenflödet, varmvattencirkulationsflödet samt kallvattenflödet. Dessa uppgifter matas interaktivt in på våra terminaler för lagring och bearbetning.



FIGUR 9.1 INDATA - OCH UTDATAHANTERINGEN VIA DATATERMINAL.

### 9.1.3 Beräkningsrutiner

Genom detta energiprojekt har ett skräddarsytt programpaket vuxit fram.

Programpaketet består av följande tre huvuddelar:

a) Indatamodul bestående av fyra steg

- Steg 1: där programmet tar emot temperaturindata från mätboxar (minnesenheter) med hjälp av ett överföringsprotokoll. Lagring av inkommande temperaturdata sker på sekundära skivminnen.
- Steg 2: där temperaturdata moduleras om från oregelbundna postlängder till regelbundet lika långa postlängder. Detta underlättar den fortsatta hanteringen av dessa dataobservationer. De ommodulerade indatafilerna sparas för fortsatt hantering.
- Steg 3: där energimätarobservationer i MWH och värmevattenflödet i m<sup>3</sup> tages emot som indata. Varmvattenflödet, varmvattencirkulationsflödet samt kallvattenflödet i m<sup>3</sup> matas likaså in daterat. Även kallvattentemperaturobservationer anges här.
- Steg 4: där uppgifter inmatas såsom verklig värmevattenflöde, momentana temperaturobservationer avseende framlednings- och returledningstemperaturer primärt och sekundärt inom området etc. Dessa indata nyttjas för kontroll av eventuella mätdatafel.

## b) Kalkyleringsmodulen bestående av fem steg

- Steg 1: där energiförbrukningarna kalkyleras husvis samt totalt. Uppgifterna lagras på sekundära skivminnen som kWh/vecka och hus, kWh/vecka totalt, kWh/m<sup>2</sup> lägenhetsyta (lgy) och vecka, kWh/m<sup>2</sup> primärbruksarea (BRAp) och vecka, samt kWh/lägenhet (lgh) och vecka.
- Steg 2: där inomhustemperaturvärdet samt utomhustemperaturmedelvärdet kalkyleras för att slutligen ge temperaturdifferensen husvis för resp. vecka. Dessa data nyttjas som indata för energisignaturer framöver.
- Steg 3: där varmvattenförbrukningen samt kallvattenförbrukningen kalkyleras veckovis, husvis och totalt. Uppgifterna lagras på sekundära skivminnen som husvis veckoförbrukning i m<sup>3</sup> och husvis veckoförbrukning i kWh för varmvattenproduktionen. Samma gäller för den totala veckoförbrukningen. Kulvertförlusterna på grund av varmvattenflödet och varmvattencirkulationsflödet i kulvertarna erhålles här. Procentandelen varmvatten av totalt inkommande kallvatten kalkyleras i detta steg.
- Steg 4: där kulvertförlusterna på grund av värmevättnets framledningsflöde och returledningsflöde i kulvertarna erhålles med hjälp av resultaten i de tre tidigare stegen. Detta gäller dock inte om hetvattensystemet med hetvattentorkar ej ombyggts.



Steg 5: där indata ges angående hetvattenflödet, hetvattentemperaturer samt observationer avseende hetvattentorkarnas förbrukning specificerade. I detta steg inmatas observerad förbrukning avseende eltvättorkaggregat, då sådana ersätter hetvattentorkarna. Det bör observeras att steg 5 icke blivit aktuellt i detta projekt, men kan tillkomma om så är nödvändigt.

c) Presentationsmodulen

Resulterande utdata kan presenteras vid bildskärm samt utenheterna printer och plotter. Med hjälp av printern presenteras erhållna resultat i tabellform och med plottern i diagramform.

Denna rapport innehåller samtliga presentationsformer. Merparten kan studeras i form av bilagor.

Exempel på nyttjade utskriftrutiner sett i bildskärm från mätboxar (minnesenheter) kan ses i Bilaga 1.

## 9.2 Energiförbrukningsmodellen före åtgärder

Före åtgärderna inom energisparkvarteret kunde energiförbrukningen totalt i området delas upp i nedan angivna delförbrukningar:

$$E \text{ totalförbrukning} = E \text{ värmeförbrukning} + E \text{ el-förbrukning (+)} \quad (\text{MWh/år})$$

Dessa huvudförbrukningar debiteras med olika taxor varför vi delar upp dem i följande förbrukningar:

$$E \text{ värmeförbrukning} = E \text{ transmission} + E \text{ ventilation} + E \text{ varmvatten} + E \text{ kulvertar} + E \text{ hetvattentvättorkar.} \quad (\text{MWh/år})$$

$$E \text{ el-förbrukning} = E \text{ hushålls el} + (+) E \text{ allmän el.}$$

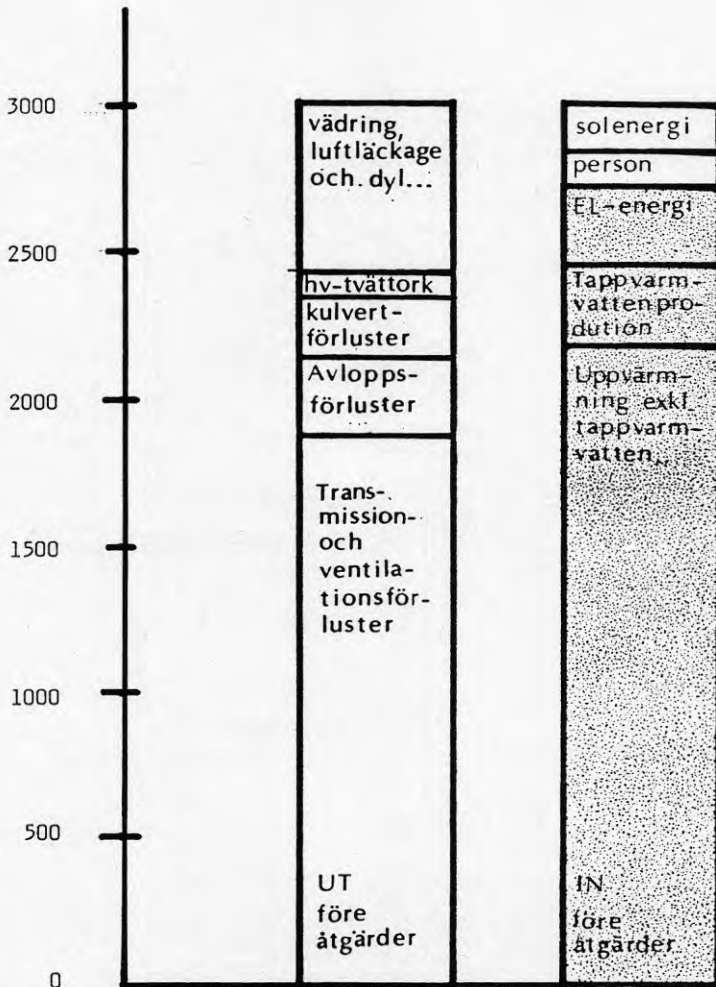
Energitillskotten kan delas upp i nedanstående deltillskott:

$E \text{ tillskott} = E \text{ uppvärmning från panncentral "Sälen"} + E \text{ solinstrålning} + E \text{ personvärme} + E \text{ el abonnemang.}$  (MWh/år)

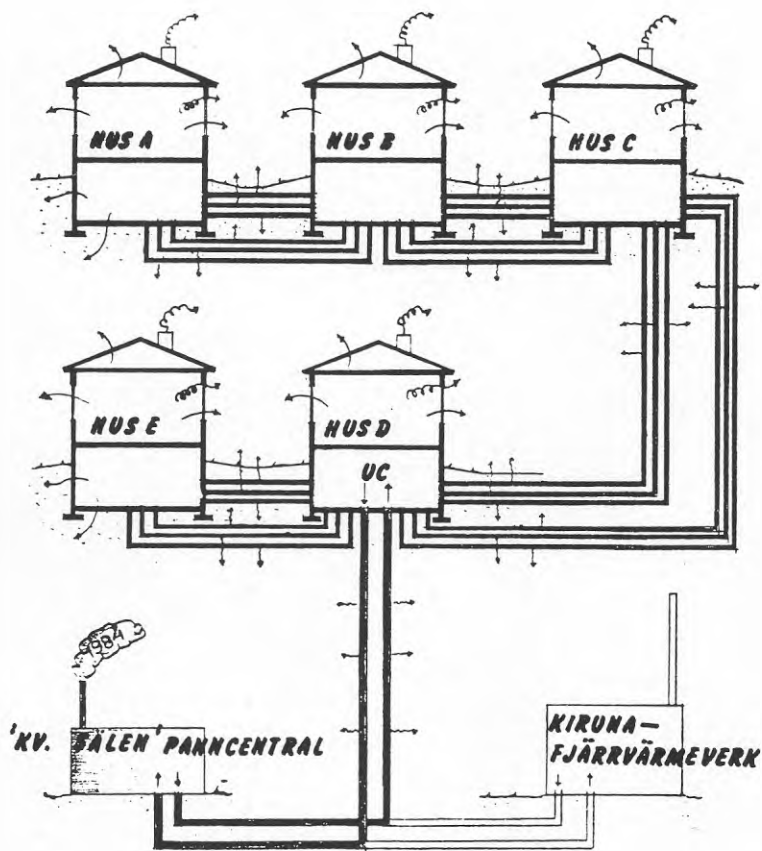
Detta projekt har icke beaktat tillskotten av solinstrålningen eller personstrålningen då dessa energitillskott räknas såsom gratisenergitillskott.

Figur 9.2 på följande sida illustrerar energiförbrukningsmodellen före åtgärder. Det fanns 8 stycken tvättorkar på området, två stycken i vardera husen A, B, D och E.

Energi i MWh/år



FIGUR 9.2 ENERGIFÖRBRUKNINGENS MODELL FÖRE ÅTGÄRDER.



Figur 9.2 a Energiförbruknings modellen före åtgärder.

### 9.3 Energiförbrukningsmodellen efter åtgärd

Efter åtgärderna inom energisparkvarteret hade energiförbrukningen totalt i området delats upp i nedan angivna delförbrukningar:

$$E \text{ totalförbrukning} = E \text{ värmeförbrukning} + E \text{ el-förbrukning} \quad (\text{MWh/år})$$

Dessa huvudförbrukningar debiteras med olika taxor varför vi delar upp dem i följande förbrukningar:

$$E \text{ värmeförbrukning} = E \text{ transmission} + E \text{ ventilation} + E \text{ varmvatten} + E \text{ kulvertar} \quad (\text{MWh/år})$$

$$E \text{ el-förbrukning} = E \text{ hushålls el} + E \text{ allmän el} + E \text{ eldrivna tvättorkar} \quad (\text{MWh/år})$$

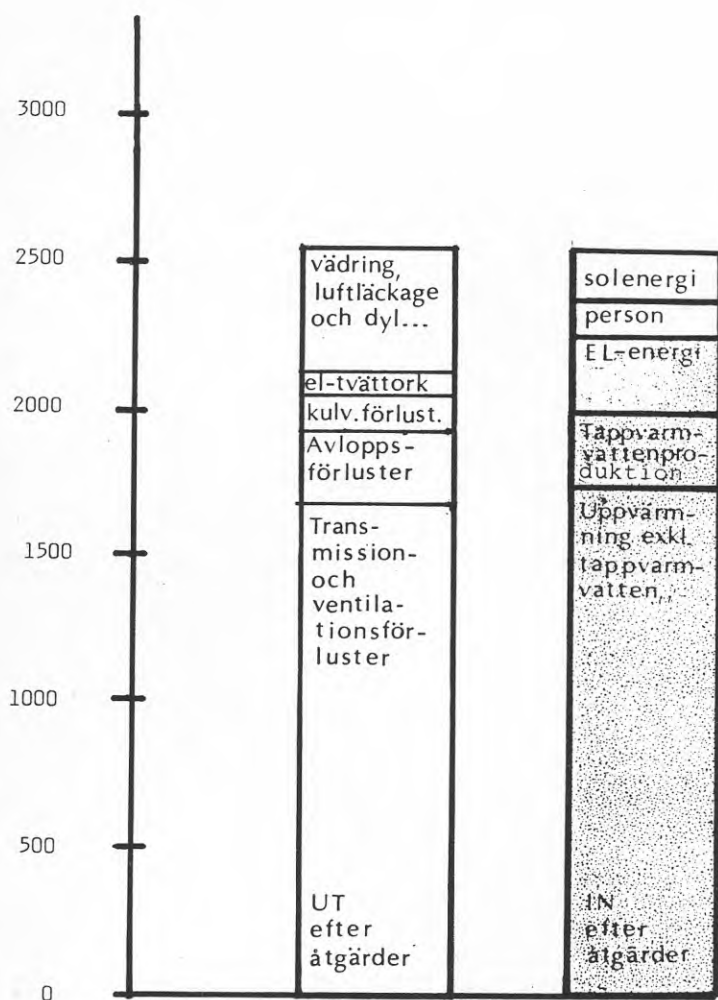
Energitillskotten kan delas upp i nedanstående deltillskott:

$$E \text{ tillskott} = E \text{ uppvärmning från Kiruna fjärrvärmeverk} + E \text{ solinstrålning} + E \text{ personvärme} + E \text{ el abonnemang} \quad (\text{MWh/år})$$

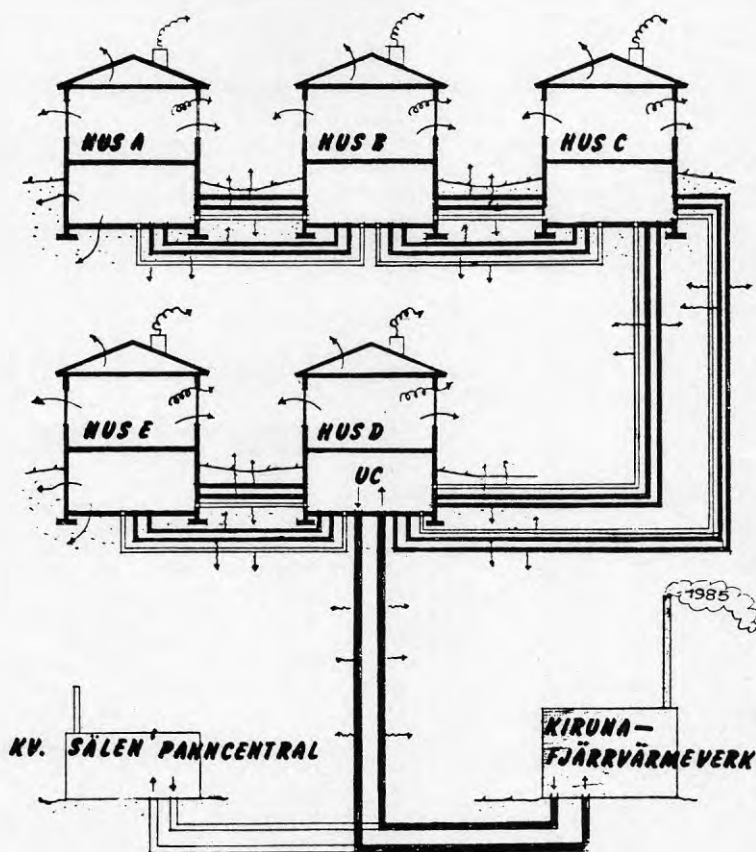
Som tidigare nämnts har detta projekt icke beaktat tillskotten av solinstrålningen eller personvärmeinstrålningen då dessa energitillskott räknas såsom gratisenergitillskott.

Figur 9.3 på följande sida illustrerar energiförbrukningsmodellen efter åtgärder. Det finns 8 stycken eltvättorkar på området. Två stycken i vardera husen A, B, D och E.

Energi i MWh/år



FIGUR 9.3 ENERGIFÖRBRUKNINGENS MODELL EFTER ÅTGÄRDER.



Figur 9.3 a Energiförbruknings modellen efter åtgärder.

## 9.4 Energisignaturen

### 9.4.1 Allmänt

Ett stort antal energimodeller kan nyttjas mer eller mindre tillförlitligt vid bedömningen av energikonsumtionen i byggnader. "Energisignatur" - metoden nyttjar antagandet att energikonsumtionen i byggnader är linjärt proportionell mot utetemperaturen eller alternativt linjärt proportionell mot temperaturdifferensen mellan inomhus - och utomhustemperaturen. Referens nr. (2).

För att erhålla en mycket god korrelation av fältobservationsindata till den för byggnaden signifikanta räta linjen s.k. Energisignaturen, fordras att observationerna täcker en temperaturintervall av ca 30 grader Celsius utomhus.

Antalet observationer bedömes vara minst 10 stycken, väl spridda till intervallens utkanter enligt erfarenheter i projektet.

Det bör observeras att årets energikonsumtion kan delas upp i tre perioder, vars längder är geografiskt beroende inbördes.

Perioderna enl. ref. (2) kallas "Värförbrukningsperioden", "Sommarförbrukningsperioden" och "Höstförbrukningsperioden".

Den så kallade "Sommarförbrukningsperioden" är exempelvis kortare i norra Sverige jämfört med södra Sverige.

Normalårsuppvärmningen med avseende på transmission och ventilationsförluster bestäms ur "vår"- och "höst"-signaturerna genom att avläsa den månadsvisa energiförbrukningen som erhålles då normalmånadernas temperaturer nyttjas som indata.

För att erhålla den totala normalårsförbrukningen för byggnader i orten skall uppmätt energiförbrukning med avseende på "sommarförbrukningen", tappvarmvattenproduktionen, kulvertförlusterna samt eventuellt förekommande hetvattensystem under ett år adderas till normalårsförbrukningen avseende transmission och ventilation.



Dock nyttjas ej energisignaturerna under den s.k. sommarförbrukningsperioden då värmesystemet går oregelbundet på s.k. tomgång och brukarberoende faktorer dominerar.

#### 9.4.2 Energisignaturens förändring beroende på åtgärder (introduktionsexempel).

På följande sex sidor presenterar vi figurerna 9.4 t.o.m. 9.9. Dessa har benämnts med rubrikerna "ENERGISIGNATUR 1." etc, etc. Ref. nr. 2 har legat till grund för energisignaturtolkningarna för projektet.

Vi studerar först signaturerna 1 t o m 3. Dessa visar två "positivt" lutande linjer, där den övre linjen representerar byggnadens signifikanta energisignatur erhållen med hjälp av fältobservationer före åtgärder på byggnaden. Den undre linjen representerar byggnadens signifikanta energisignatur erhållen med hjälp av fältobservationer efter åtgärder på byggnaden.

I figurerna 9.4 t.o.m. 9.6 är energiförbrukningen kWh/ytenhet och vecka proportionell mot temperatur-differensen mellan inomhus- och utomhustemperaturen.

Figur 9.4 visar att effekten av ett rent VVS-paket i byggnaden ger upphov till en parallellförflyttning av linjen före åtgärd ner till linjens position efter åtgärd. Detta förutsätter att VVS-åtgärderna är positivt energibesparande.

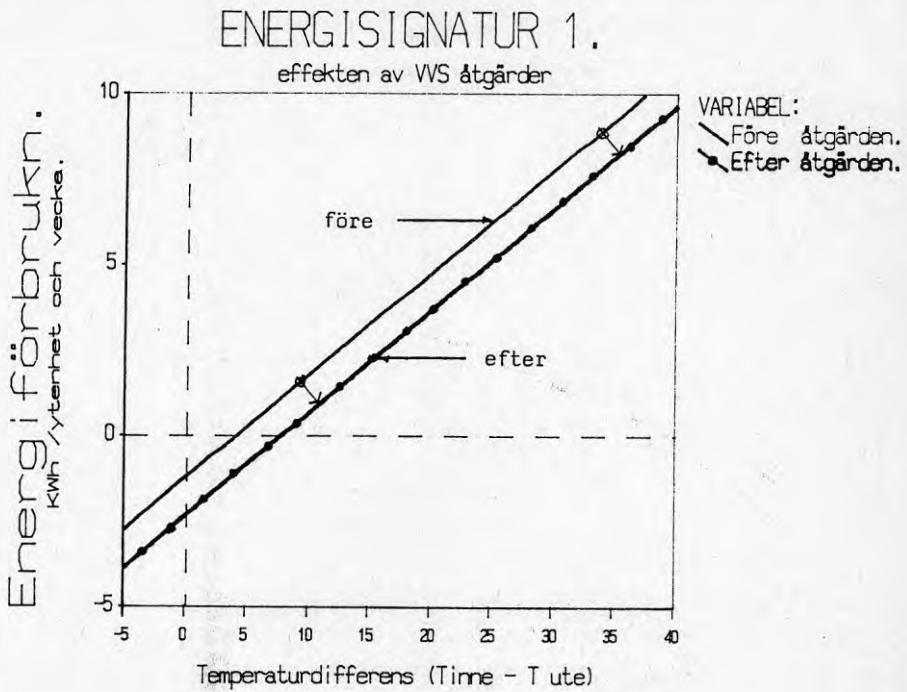
Figur 9.5 visar att effekten av ett rent BYGG-paket såsom isolering av fasader, isolering av vindsbjälklag eller bådadera ger upphov till en rotation av den övre linjen ner mot linjens position efter åtgärd. Detta förutsätter att BYGG-åtgärderna är positivt energibesparande.

Figur 9.6 visar att effekten av ett paket med både VVS- och BYGG-åtgärder ger upphov till både en parallellförflyttning neråt samt en rotation neråt kring den nya skärningspunkten längs temperaturaxeln vid nollförbrukningen.

Energisignaturerna som exemplifieras i figurerna 9.7 t.o.m. 9.8 visar liktydiga effekter. Dock bör det observeras att energiförbrukningen är angiven som kWh/ytenhet och vecka proportionell mot utomhustemperaturen. Dessutom är dessa linjer "negativt" lutande d.v.s. med ökande temperatur minskar energiförbrukningen.

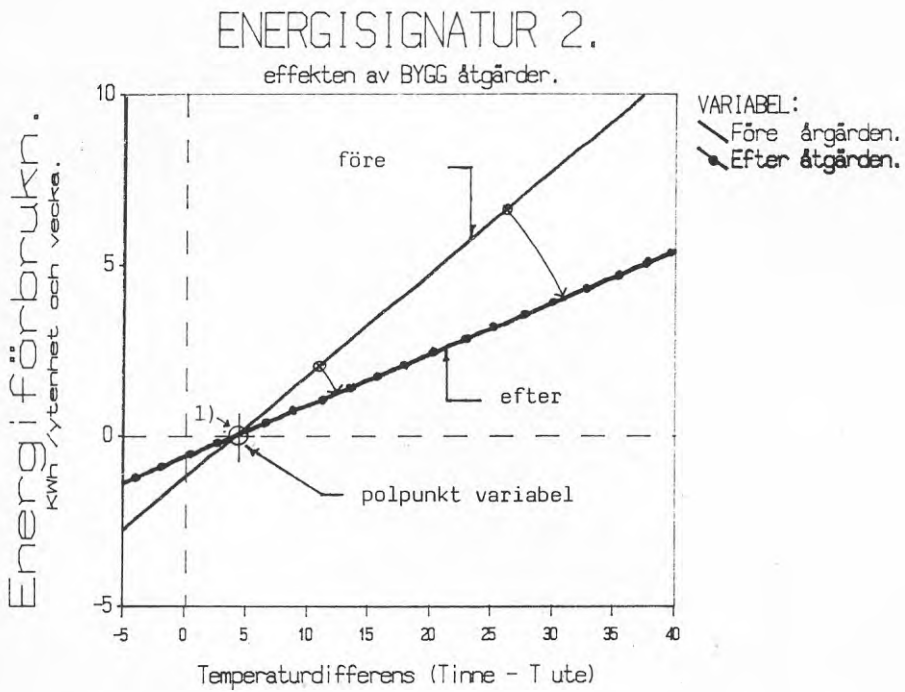
Detta tros vara en tillräcklig introduktion till förståelsen av vad en energisignatur betyder. Studier avseende "negativt" lutande verkligt erhållna energisignaturer för detta energisparkvarter kan göras i bilaga 3 längst bak i denna rapport. Diagrammen 9.1 t.o.m. 9.4 visar energisignaturerna före och efter åtgärder i husen A, B, C samt hus E. Hus D uppför sig likt hus E eftersom lika åtgärder utförts.

I energisignaturerna har även medtagits fältobservationsindatapunkter som givit upphov till respektive linjes utseende vad beträffar lutning och intercept (skärningar med vertikala och horisontala axlar).



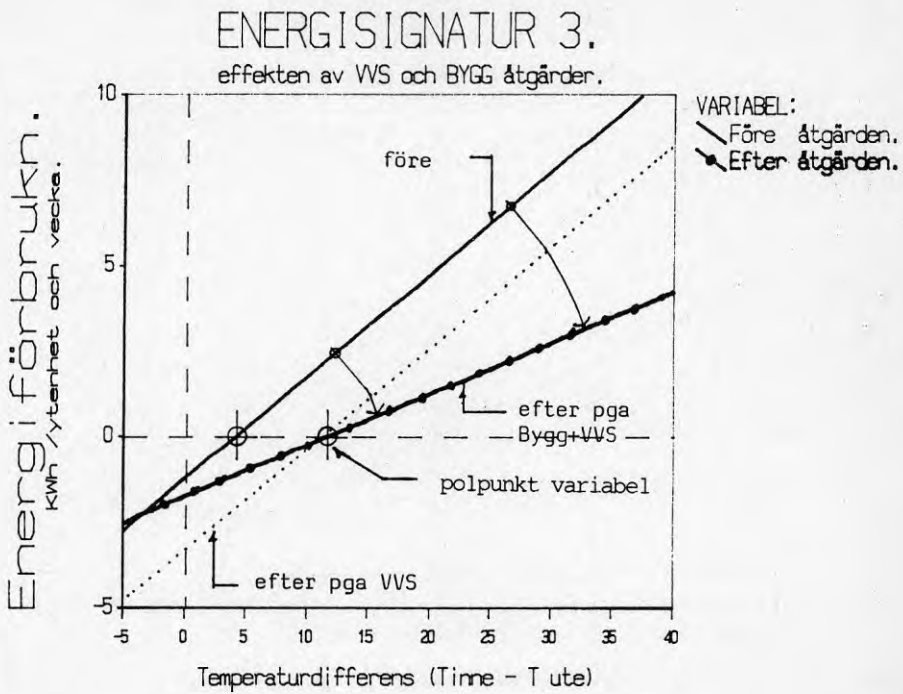
Figur 9.4

Energisignatureffekten av enbart VVS-åtgärder, (relativt temperaturdifferensen)



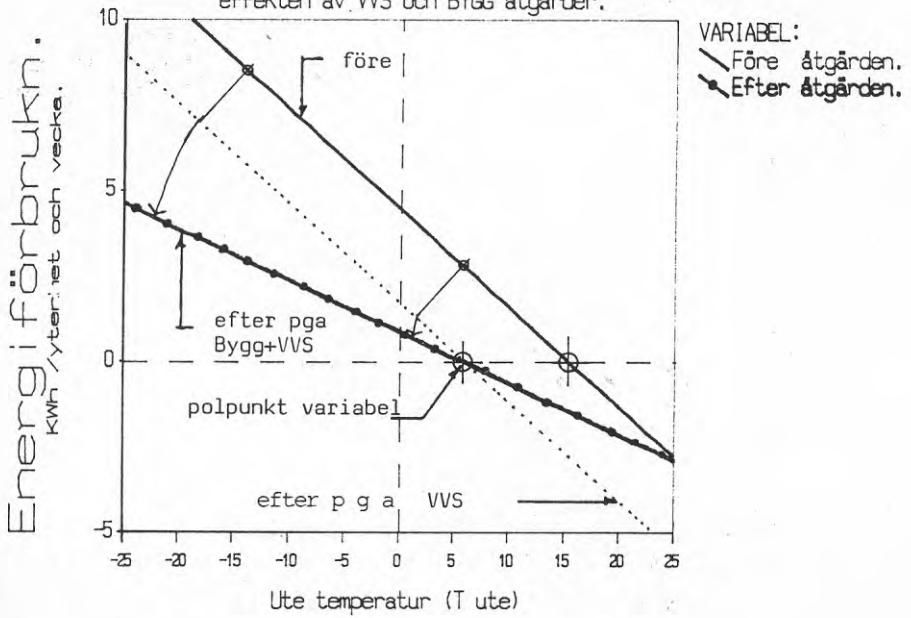
Figur 9.5 Energisignatureffekten av enbart BYGG-åtgärder, (Relativt temperaturdifferensen)

- 1) Poolpunkten kan variera p g a ex. förändrad uppvärmningssäsong.



Figur 9.6 Energisignatureffekten av VVS- och BYGG-åtgärder, (Relativt temperaturdifferensen)

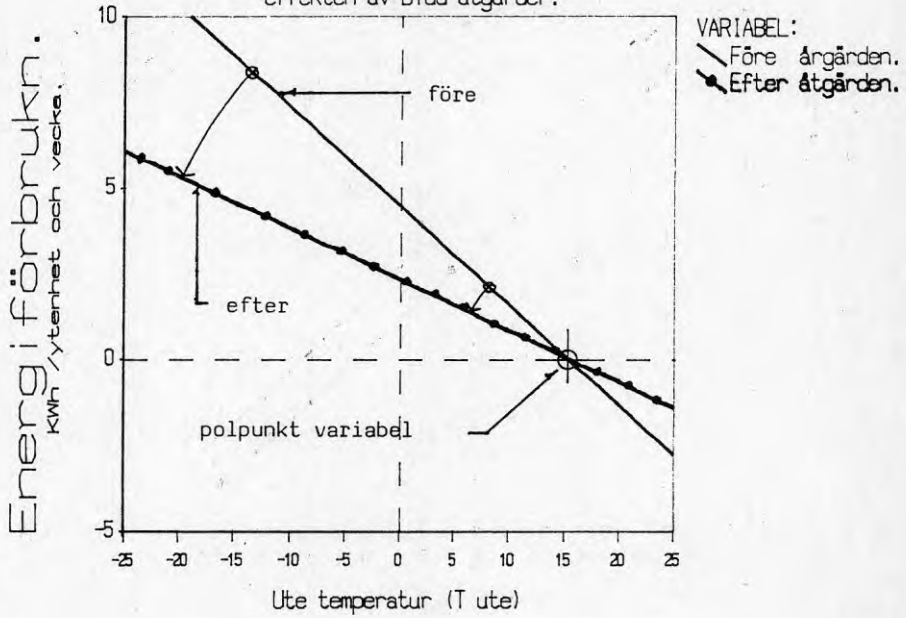
### ENERGISIGNATUR 4. effekten av VVS och BYGG åtgärder.



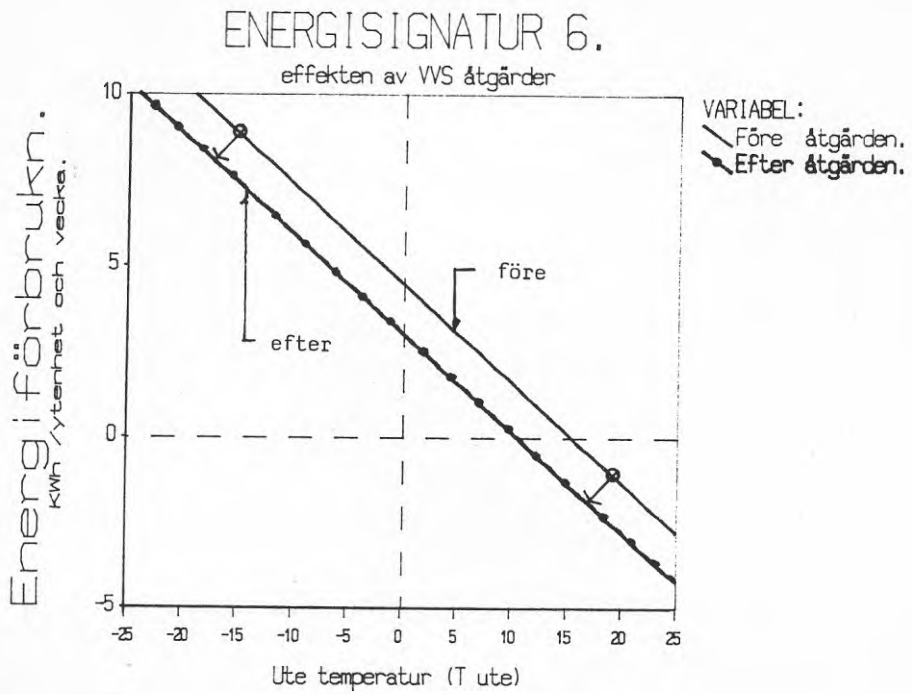
Figur 9.7 Energisignatureffekten av VVS- och BYGG-åtgärder, (Relativt utetemperaturen)

# ENERGISIGNATUR 5.

effekten av BYGG åtgärder.



Figur 9.8 Energisignatureffekten av enbart BYGG-åtgärder, (Relativt utetemperaturen)



Figur 9.9 Energisigantureffekten av enbart VVS-åtgärder, (Relativt utetemperaturen)



### 9.5 Beräkning av varmvattenenergi

För att kunna beräkna åtgående energi till tappvarmvattenproduktionen måste temperaturerna mätas lokalt husvis samt i undercentralen för både kallvatten, varmvatten och varmvattencirkulationen.

Undercentralens energiförbrukning för varmvattenproduktionen totalt ut i området inkluderar samtliga hus samt förlusterna över kulvertarna inom området.

Om inget läckage förekommit i vattenflödet under tiden, så skall den totala tappvarmvattenmängden överensstämma med förbrukningen i samtliga hus på området.

Däremot blir det en rest över då energiåtgången i samtliga hus subtraheras från den totala energiåtgången för tappvarmvattenproduktionen i undercentralen. Denna rest är lika med kulvertförlusterna på området med avseende på tappvarmvattenflödet mellan husen.

Kontrollberäkningar har utförts utifrån fältmätdata avseende temperaturfall över tappvarmvatten- och tappvarmvattencirkulationsflöden i kulvertarna inom energisparkvarteret.

Dessa gav oss en mycket bra skattning av varmvattensystemets kulvertförluster som överensstämde med resten som erhöles vid subtraktionen enligt ovan angivet förfarande.

Fördelningen av förlusterna kan studeras i tabell 10.20, som visar varmvattensystemets kulvertförluster under 1985.

För året 1984 blir skillnaden icke märkbar på grund av omständigheterna som omnämns under kapitel 10.8.4, sista stycket.

Under kapitel 10.2 behandlas vattenförbrukningar inom energisparkvarteret.

Nedan visas generella formler som sammanfattar texten ovan:

$$\text{Flöde totalt} = \text{Flöde hus A} + \text{Flöde hus B} \quad (\text{m}^3) \\ + \text{Flöde hus C} + \text{Flöde hus D} + \text{flöde hus E.}$$

$$\text{E kulvertförlust} = \text{E vvtotalt ut} - \text{E vva} \quad (\text{kWh/år}) \\ - \text{E vvb} - \text{E vvc} - \text{E vvd} - \text{E vve.}$$

- Flöde totalt - Avser totala varmvattenförbrukningen i m<sup>3</sup>.
- Flöde hus x - Avser huset x:s varmvattenförbrukning i m<sup>3</sup>.
- E vvtotalt ut - Avser totala energiförbrukningen som åtgått till att producera 50 gradigt tappvarmvatten med volymen ovan.
- E vvx - Avser den energi som kvarstått i tappvarmvattenmängden som huset x förbrukat i kWh under perioden som avses.
- Temp.vvx - Avser varmvattentemperaturmedel, uppmätt lokalt i hus x.
- Temp.kvx - Avser kallvattentemperaturmedel uppmätt lokalt i hus x.

Den energi som går åt till att producera Temp.vvx gradigt tappvarmvatten ur Temp.kvx gradigt kallvatten i huset x per timme, kan beskrivas med formeln nedan:

$$\text{E vvx} = 1.16 * (\text{Temp.vvx} - \text{Temp.kvx}) \\ * \text{Flöde hus x} \quad (\text{kWh/år})$$

#### 9.6 Beräkning av energi till torkaggregat

För att kunna skatta hetvattentvättorkarnas energiförbrukning före åtgärder på området erfordrades exakta datauppgifter angående dessa. Via Svenska Fläkt Fabriken erhöles nedan angivna uppgifter för aktuella hetvattentvättorkar.

Hetvatten- tvättork:	TYP TKC - 374/1305.699 - 30 "Svenska Fläkt".	
Motor:	"ASEA" 380 Volt/50 Hz	Märkeffekt 0.11 kW/h.
		Varvtalsmax 870 r/min.
		Ström 0.55 A
		Effekt 0.15 Hk
Torkelement:	Luftflöde	1000 m <sup>3</sup> /h
	Värmevattentemperatur	90-70 grader Celsius.
	Effekt	8-10 kW/h
	Hetvattenflöde	0.2 liter/sek
Innerdiameter tillopp- och returledning		25 mm

Då ingen automatisk avstängning av hetvattenflödet funnits, så har flödet varit konstant året runt.

Den maximala effekten per timme har antagits vara 10 KW och den maximalt möjliga drifttiden  $360 * 24 = 8640$  timmar. Det maximala effektbehovet är då 86.4 MWh/år och element.

Denna maximeffekt har reducerats med hjälp av den nyttjandegrad som vi mätt upp på området på de nyinsatta eltvättorkarna. Se kapitel 10.3 avseende torkaggregatens nyttjandegrader.

Eltvättork	TYP "FRICHO"	Märkeffekt 9.1 kW/h.
		Märkström 16.0 A.
		Uppmätt verklig ström 13.8 A.
		Verklig effekt 7.9 kW/h

Den maximala effekten per timme antages då vara 7.9 kW och den maximala möjliga drifttiden lika som för hetvattentvättorken.

Den maximala effektbehovet under denna drifttid är då 68.0 MW h/år och element. Utifrån de maximala effektbehoven bildade vi koefficienten 1.27 som är kvoten mellan hetvattentvättorkförbrukningsmax. och eltvättorkförbrukningsmax.

Denna koefficient nyttjades som nyckel för uppskattad hetvattentvättorkförbrukning före åtgärd, då vi mätt verkliga eltvättorkförbrukningen på området efter åtgärd och kalkylerat årsförbrukningen.

Vi antog att samma nyttjandegrad gällt både 1984 och 1985. Omsättning i boendet har varit 20 % under hela projekttiden.

Under kapitel 10.3 redovisas energiförbrukningen avseende torkaggregat.

Hetvattentvättorkar före åtgärd totalt = 1.27 \*  
Eltvättorkar efter åtgärd totalt (MWh).

#### 9.7 Sommarförluster

Under sommartiden uppkommer sommarförluster på grund av att husen måste försörjas med tappvarmvatten och i de fall då hetvattentvättorkar finns på området också försörja uppvärmning av hetvattensystemet.

Dessa förluster är i huvudsak rena kulvertförluster. Under sommarperioden fönstervädras husen oftare än under övriga delar av året, varför även s.k. ventilationsförluster då blir större.

Vi har icke studerat sommarförlusterna under projektets gång. Däremot har vi redovisat uppmätt sommarförbrukning husvis som uppmätta observationer. Däri ingår sommarförlusterna ospecificerade.

Sommarförbrukningarna kan studeras under kapitel 10.4 i denna rapport.

## 10 MÄTRESULTAT

## 10.1 Allmänt

Under detta kapitel redovisas de mest intressanta mät- och utvärderingsresultaten som Kirunaprojektet givit stoff till under perioden, vecka 35 1983 t.o.m. februari 1986.

Presentationen sker till största delen i form av tabeller och diagram.

Den skriftliga redogörelsen innehåller beskrivningar avseende bakomliggande teorier och tolkningsmetoder. Det kan nämnas att vi till stora delar utnyttjat samma metoder som Guldhedsprojektet i Göteborg vad beträffar insamling av mätdata och nyttjandet av Energisignaturer.

Vid inledningsskedet av Kirunaprojektet fanns på området endast en energimätare i undercentralen samt en varmvattenmätare i panncentralen som mätte hela områdets förbrukningar. Naturligtvis också kallvattenmätare i samtligt hus.

Temperaturgivare var det första som installerades på området. Det var i detta skede som mätdatainsamling påbörjades och frågor började ställas.

Succesivt tillkom nya mätare och möjligheterna ökade att kunna dela upp de olika husens energi- och vattenförbrukningar.

De flesta frågorna har kunnat besvaras med hjälp av ett bra och omfattande mättningsprogram.

Dock skall nämnas att detta projekt ingalunda varit förskonat från problem i inledningsskedet. Dåligt kallibrerade pulsgivare, strypt vattencirkulationsflöde, avbrända kablar samt övertapetserade temperaturgivare hör till problem som detta projekt råkat ut för.

Den mätmetodik som tillämpats bedömes dock totalt sett som tillförlitligt.

## 10.2 Vattenförbrukningar

Resultaten som erhållits, visar på en betydande sänkning av varmvattenkonsumtionen på området och samma gäller även kallvattenförbrukningen.

### 10.2.1 Varmvattenförbrukning

Under 1984 var den totala tappvarmvattenförbrukningen 7258 m<sup>3</sup> medan förbrukningen under 1985 blev 6596 m<sup>3</sup>. Av denna minskning (662 m<sup>3</sup>) skall vi dock ej draga några förhastade slutsatser. Energimässigt motsvarar denna minskning 27 MWh under året. Samlade mätuppgifter för åren före 1984 föreligger ej.

Att påstå att orsaken skulle vara de nyinmonterade blandarna som ingick i åtgärdspaketet är svårt att bevisa då vi ej har några referensmätningar.

Tappvarmvattenförbrukningen är i högsta grad brukarberoende varför vi inte skall försöka oss på några ogrundade analyser om bakgrunden till erhållen minskning i konsumtionen.

Vi ser ingen genomgående förändring utan denna minskning tros vara mer beroende på ett förändrat användande av tappvarmvatten i vissa hushåll.

Utgående tappvarmvattentemperatur har under hela perioden varit ca 50 grader Celsius.

Nedan redovisas den energi som åtgått för uppvärmning av tappvarmvatten i respektive hus samt kulvertförlusterna p.g.a.tappvarmvattenflödet mellan husen. Till det senare återkommer vi angående erhållandet av värdena.

	1984		1985	
Förbrukare	TappVV (m3)	TappVV (MWh)	TappVV (m3)	TappVV (MWh)
Hus A	1216 m3	46 MWh	1100 m3	38 MWh
Hus B	966 m3	33 MWh	966 m3	33 MWh
Hus C	1236 m3	43 MWh	1150 m3	40 MWh
Hus D	1610 m3	56 MWh	1150 m3	40 MWh
Hus E	2230 m3	76 MWh	2230 m3	76 MWh
Kulvertförlust (exklusive)		49 MWh		49 MWh
Totalt området	7258 m3	303 MWh	6596 m3	276 MWh

Tabell 10.1 Tappvarmvattenförbrukning före resp. efter åtgärd.

Den uppmätta genomsnittliga kallvattenmedeltemperaturen under åren på området är ca 14 grader Celsius.

Den utgående råkallvattentemperaturen från pumpstationen ca 6 km från området har uppmätts till ca 6°C lägre jämfört med områdets uppmätta inkommande kallvattentemperatur.

Temperaturökningen antages orsakad av att ledningar och omgivande mark håller en högre temperatur än mediet i ledningarna d v s råkallvattnet. Ledningarnas längd är en bidragande orsak till teorin.

De specifika förbrukningarna per lägenhet visar här liksom det även visat i Guldhedsprojektet att de gamla använda schablonerna på 3500-4000 kWh/lgh år varit för höga. Kirunaprojektet kommer upp till maximala 2300 kWh/lgh år.

#### 10.2.2 Kallvattenförbrukning

Nedan redovisas kallvattenförbrukningen inom kvarteret Björnen och Vargen i Kiruna.

	1984	1985
Förbrukare	TappKV (m3)	TappKV (m3)
Hus A	2280 m3	1599 m3
Hus B	1740 m3	2175 m3
Hus C	1683 m3	1506 m3
Hus D	2987 m3	2121 m3
Hus E	3914 m3	3307 m3
<b>Totalt området</b>	<b>12604 m3</b>	<b>10708 m3</b>

Tabell 10.2 Tappkallvattenförbrukning före resp. efter åtgärd.

En tydlig minskning av tappkallvattenförbrukningen har skett sedan 1984. Orsaken är här liksom för tappvarmvattnet svår att framhålla.

Omsättningen i boendet har enligt hyresvärden endast varit ca 20% under hela mätperioden samt att boendemönstret och åldersindelningen i stort sett varit samma. Omsättningen bedömes som normal. Sammansättningen tappvarmvattenandelar av totalt inkommande kallvatten redovisas i tabell 10.3 på följande sida.



### 10.2.3 Andelen tappvarmvatten relativt inkommande kallvatten

Nedan redovisas andelen tappvarmvatten relativt inkommande kallvatten under perioden 1984-01-01 t.o.m. 1986-01-01.

	1984	1985
Förbrukare	% VV av ink. KV	% VV av ink. KV
Hus A	35 %	41 %
Hus B	36 %	31 %
Hus C	42 %	43 %
Hus D	35 %	35 %
Hus E	36 %	40 %
Totalt området	37 %	38 %

Tabell 10.3 Andelen tappvarmvatten av inkommande kallvatten.

Totalt för området tycks andelen tappvarmvattnet ha ökat. Detta är dock marginellt varför några säkra slutsatser ej bör dragas.

Observera att husen A, C och E har en låg medelålder i boendet.

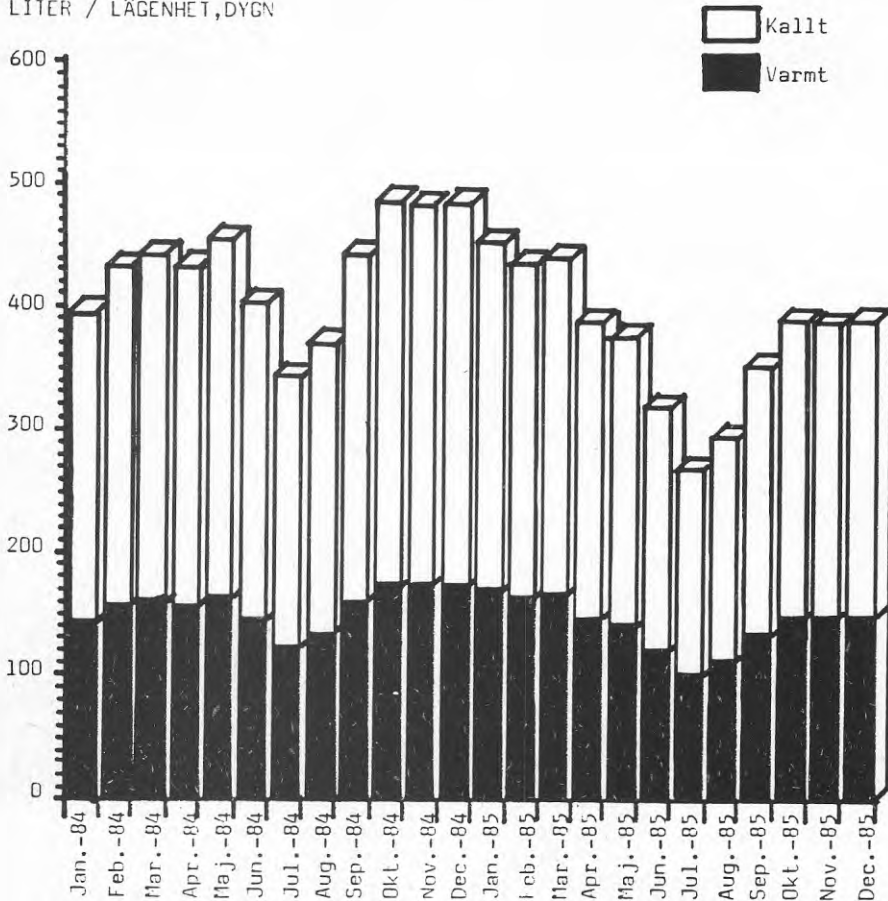
Boendetätheten är för hela kvarteret endast 1.43 personer/lgh.

Vattenkonsumtionen är som lägst under sommarperioderna.

Diagram 10.1 på följande sida visar den genomsnittliga vattenförbrukningen totalt inom energisparkvarteret under perioden januari 1984. t.o.m. december 1985. Den husvisa vattenförbrukningen kan studeras under bilaga 4 i slutet av denna rapport.

Vattenförbrukning  
LITER / LÄGENHET, DYGN

typ av vatten:



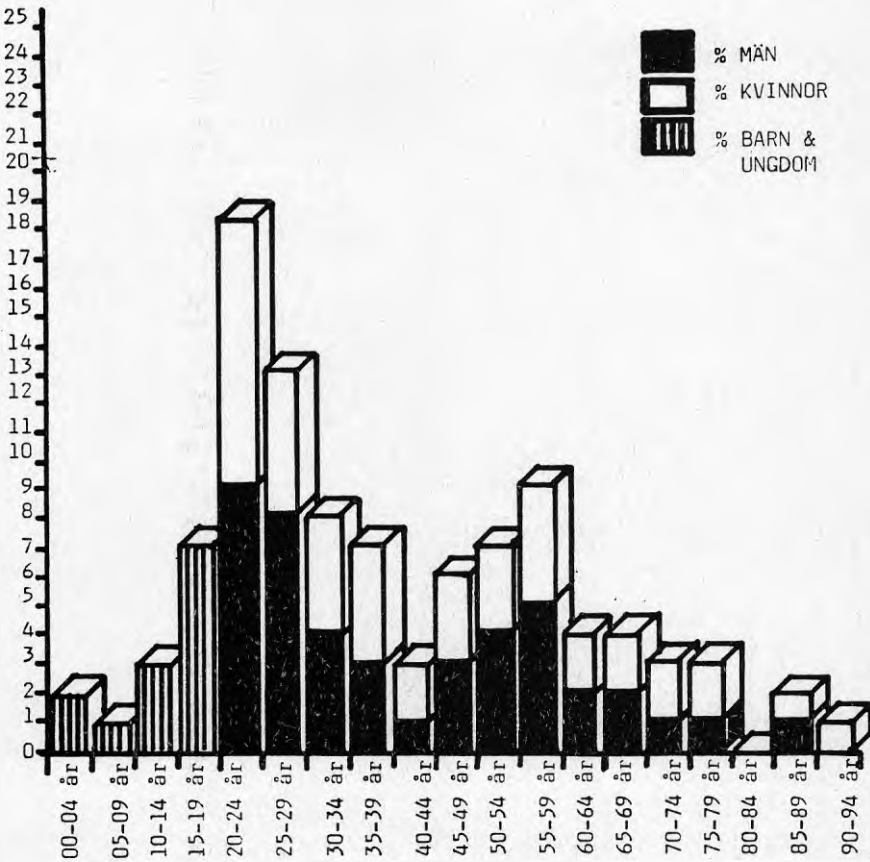
Månader under tiden 1984 - 1985.

Diagram 10.1 GENOMSNITTLIG VATTENFÖRBRUKNING TOTALT INOM ENERGISPARKVARTERET UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER /LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.

På följande sida redovisad diagram 4.1 som redan visats under kapitel 4. Detta diagram visar åldersindelningen av boendet totalt inom området. Diagrammet kan studeras parallellt med diagram 10.1.

Åldersindelningen av boendet husvis kan studeras under bilaga 2 i slutet av denna rapport.

ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.1 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET TOTALT.  
KÖNSFÖRDELNING I OMRÅDET:  
MÄN 41%,KVINNOR 46% OCH BARN & UNGDOM  
13%.TOTALT 181 INNEBOENDE.

### 10.3 Energiförbrukning avseende tvättorkaggregat

Före utförandet av föreslagna åtgärdspaket hade kvarteret Björnen och Vargen ett hetvattensystem med 8 stycken hetvattentvättorkar, 2 st i vardera husen A, B, D och E. Hus C saknade tvättorkar.

Åtgärdspaketet medförde att hela hetvattensystemet "dödades" och hetvattentvättorkarna utbyttes till eldrivna tvättorkar med timer.

Då det inte fanns några mätningar avseende hetvattentvättorkarnas förbrukning samt hetvattensystemets kulvertförluster, blev vi tvungna att uppskatta dessa utifrån kända teoretiska fakta samt mätningar på de nya eltvättorkarnas förbrukning.

Enfas-Elmätare installerades vid samtliga (8 st) eldrivna tvättorkar.

Mätningarna gjordes under november och december 1985, samt under januari och februari 1986.

Mätningarna gav oss ett mått på nyttjandegraden under dessa månader. Nyttjandegraden är ett mått på användningen relativt maximalt möjligt användande tid. Följande procentandelar erhöles under dessa 4 månader:

Hus A	22 %	
Hus B	32 %	
Hus C	-	(I detta hus nyttjar 10 hushåll tvättstugan i Hus B och 10 hushåll tvättstugan i hus D).
Hus D	31 %	
Hus E	15 %	

Hetvattentvättorkarna kunde komma upp till den maximala effektförbrukningen av 86 MWh/år och tork. Motsvarande för eltvättorkarna var 68 MWh/år och tork.

Med hjälp av RAPPORT R 124:1985 "Från vått till torrt", (ref. nr. 4), avfuktningsaggregat i torkrum, kunde vi erhålla en mycket god skattning av både hetvattentvättorkarnas och eltvättorkarnas energiförbrukning.

I rapporten togs energiförbrukningens årsvariation upp, där det visade sig att februari månads energiförbrukning var toppen under året satt lika med 100%. November månads förbrukning var 90% av februari förbrukningen.

Detta stämde mycket väl enligt erhållna mätdata under dessa månader för berörda energisparkvarter.

Årsmedelvärdet angavs till ca 93% av november-värdet eller 83% av februari månads uppmätta förbrukningsvärden.

För energisparkvarteret visade januari månads förbrukning motsvara 85% av februari månads förbrukning på området. Under februari 1986 uppmättes en total tvättorcksförbrukning av 7300 kWh (8 st eltvättorckar). Enligt rapport R 124:1985 skall normalmånadsförbrukningen vara 83% av 7.3 MWh/månad, alltså för normalåret 73 MWh i energisparkvarteret Kiruna. Hetvattentvättorckar under 1984 med samma nyttjandegrad som 1985 ger en årsförbrukning av 93 MWh (kalkylerat värde).

Den allmänna elförbrukningen inom energisparkvarteret visar klart en ökad förbrukning av ca 44 MWh under drygt 7 månaders tid som eltvättorckarna funnits på området.

Elförbrukningsstatistiken omfattar årsavläsningar från augusti till augusti. Dock kan vi med enkel skattning se att eltvättorckarna kommer upp till våra erhållna 73 MWh/år under 12 månaders tid.

Utifrån vårt antagnade att nyttjandegraden är lika 1984 som 1985 och vissheten att omsättningen i boendet endast varit 20% under hela perioden kan dessa skattningar godtagas för den fortsatta energiberäkningen.

Nedan redovisas statistik avseende elförbrukningen inom energisparkvarteret.

Förbrukare	1982/1983	1983/1984	1984/1985
Hus A	32.4 MWh	31.1 MWh	30.3 MWh
Allmän El	7.6 MWh	7.2 MWh	16.8 MWh
Hus B	31.2 MWh	28.7 MWh	24.6 MWh
Allmän El	5.8 MWh	7.0 MWh	17.0 MWh
Hus C	32.2 MWh	32.1 MWh	28.6 MWh
Allmän El	5.2 MWh	3.5 MWh	5.7 MWh
Hus D	51.0 MWh	43.3 MWh	39.0 MWh
Allmän El	35.9 MWh	33.9 MWh	31.9 MWh
Hus E	57.7 MWh	54.7 MWh	46.9 MWh
Allmän El	9.9 MWh	10.1 MWh	22.6 MWh
Tot. området	271.8 MWh	251.6 MWh	263.4 MWh

Tabell 10.4 Belysningsstatistik i energisparkvarteret Björnen och Vargen.

#### 10.4 Sommarförbrukning

Den totala energiförbrukningen i energisparkvarteret under sommarveckorna 26 t.o.m. vecka 33 kallas för sommarförbrukningsperioden i Kiruna.

Denna periods längd varierar med det geografiska läget och är längre ju sydligare i landet vi betraktar den. Denna förbrukning täckte upp varmvattenberedningen, hetvattenberedningen, hetvattentvättorkarna samt diverse förluster under åren före åtgärds-paketens utförande. Detta innebar stort slöseri av dyr energi under många år tillbaka.

Efter åtgärderna kom sommarförbrukningen att inkludera endast tappvarmvattenberedningen och diverse kulvertförluster.

Dessa förbrukningar kan icke beräknas med exakthet, utan måste mätas upp under denna period.

Då vi arbetat med energisignaturerna har denna periods uppmätta energiförbrukning även belastat de normalårskorrigerade energiförbrukningarna.

Nedan redovisas sommarförbrukningarna i energispar-kvarteret:

Förbrukare	v 26 - v 33 1984	v 26 - v 33 1985
Hus A	11.5 MWh	8.7 MWh
Hus B	11.5 MWh	8.0 MWh
Hus C	19.5 MWh	8.5 MWh
Hus D	27.9 MWh	17.5 MWh
Hus E	14.8 MWh	14.1 MWh
<b>Totalt området</b>	<b>144.3 MWh</b>	<b>70.3 MWh</b>

Tabell 10.5 Sommarförbrukningar.

Det som bör observeras i denna tabell är den totala sommarförbrukningen och dess radikala minskning från 144.3 MWh till 70.3 MWh.

Det är en minskning på 74 MWh. Denna är främst orsakad av att vi kopplat ifrån hetvattenssystemet samt i övrigt orsakad av det i området allmänna VVS-paketet.

## 10.5 Temperaturer

### 10.5.1 Uppmätta inomhustemperaturer

Kontinuerliga observationer avseende inomhustemperaturer inom energisparkvarterets byggnader har gjorts sedan vecka 35 1983.

Utifrån dessa observationer har ett temperaturmedelvärde kalkylerats husvis samt för alla husen i området. Exempel på timvisa momentantemperaturer i Hus D kan studeras i bilaga 5 längst bak i denna rapport.

Då temperaturerna varierat decimalt har vi icke sett det som ett fel att nyttja de medelvärdesintervaller som inkluderar samtliga byggnader på området.

För kvarteret ligger inomhustemperaturen inom temperaturintervallen 21.0 grader Celsius och 21.7 grader Celsius, fram till vecka 43 1984. Från vecka 43 var denna temperatur 23 grader Celsius ända fram till vecka 41 1985 då temperaturer shuntades ner till nuvarande temperaturintervall, 21.6 grader Celsius och 21.7 grader Celsius.

Under föremättningsperioden /kallperioden/ registrerades i trapphusen en temperaturdifferens på 4°C i medeltal mellan entréplan och vindsplan.

Trapphusens entréplan höll en temperatur av ca 17-18°C medan temperaturen i dess vindsplan uppmättes till endast ca 13-14°C.

I trapphusens övre utrymmen uppmättes en mycket hög luftomsättning och värmeförlusterna var så mycket större än värmeförseln att någon värmeackumulering ej räckte till för att höja temperaturen.

Efter utförd tilläggsisolering å kallvindar uppmättes under eftermättningsperioden en temperatur av ca 17°C i entréplan och ca 18°C i vindsplan.

Medeltemperaturer inom- och utomhus i kvarteret redovisas under bilaga 6 längst bak i denna rapport.



### 10.5.2 Uppmätta utomhustemperaturer

Det finns 6 stycken utetemperaturgivare på området varav 2 st är monterade dikt an resp. på distans i fasaden på Hus E.

De övriga husen har var sin utetemperaturgivare och är samtliga monterade på norrfasaden.

Efter de föreslagna åtgärdspaketernas utförande ändrades placeringen av givare på hus B:s fasad. Denna placerades dikt an den nya fasadbeklädnaden från att ha varit på distans (400 mm) från fasadytan.

Utegivaren för Hus C monterades åter distans fasad efter det att den nya fasadbeklädnaden färdigställdes.

Vi återkommer till fasadtemperaturer några sidor framöver.

Det bör också nämnas att spridningen i utetemperaturer mellan husen inte överstiger plus/minus 1 grad Celsius.

Månadstemperaturerna för mätperioden september 1983 t.o.m. december 1985 redovisas från kvarterat Björnen och Vargen i Kiruna och kan jämföras med närmaste klimatstation som SMHI för väderleksobservationer på.

Kirunas närmaste klimatstation är belägen vid Kiruna flygplats och ligger i en s.k. köldsänka i förhållande till energisparkvarteret.

Månad	1984		1985	
	Björnen/Vargen	SMHI	Björnen/Vargen	SMHI
Januari	-14.2	-15.2	-16.8	-17.2
Februari	- 7.1	- 6.7	-21.3	-20.6
Mars	- 9.3	- 9.3	- 7.9	- 7.9
April	- 1.2	- 1.4	- 5.2	- 5.0
Maj	7.6	7.5	2.0	2.5
Juni	9.9	10.0	8.7	9.6
Juli	11.1	10.9	12.3	13.1
Augusti	8.9	9.4	10.1	10.5
September	4.1	3.8	3.5	5.0
Oktober	- 3.0	- 1.7	- 0.9	0.5
November	-10.4	-10.1	- 5.9	- 9.0
December	- 7.3	- 7.9	-13.3	-17.2
Medeltemp.:	- 0.9	- 0.9	- 2.9	- 3.0

Tabell 10.6 Utomhustemperaturer månadsvis.

Månad	1984		1985
	Normalmånad	Björnen/Vargen	Björnen/Vargen
Januari	-12.2	-11.2	-11.8
Februari	-12.4	-12.8	-13.1
Mars	- 8.9	- 8.9	- 8.9
April	- 3.5	- 3.3	- 3.7
Maj	2.7	2.8	2.2
Juni	9.2	9.1	8.3
Juli	12.9	13.1	12.1
Augusti	10.5	10.0	10.1
September	5.1	5.4	3.6
Oktober	- 1.5	- 2.8	- 2.9
November	- 6.8	- 7.1	- 3.7
December	-10.1	- 9.5	- 6.2

Tabell 10.7 Månadsvis korrigerade temperaturer.

Dessa normalmånads temperaturer användes då energisignaturer, vår- och höstsignaturer, omräknas från verklig förbrukning till förbrukning under ett normalt år för energisparkvarteret i enlighet med allmänna VVS-handbokens uppgifter.

Sammanställningar av resultat följer längre fram i detta kapitel.

### 10.5.3 Fasadtemperaturer

I bilaga 7, i denna rapport visas ett exempel på momentana fasadtemperaturer resp. fasadtemperaturer distans vägg (avser lufttemperaturer). Diagrammet 10.12 visar beteendet för utomhustemperaturen invid och på distans av bifintlig resp ny fasadbeklädnad.

Det bör observeras att mätperioden enligt diagrammet ligger mitt inne i sommarperioden.

Dessa temperaturmätningar har ej nyttjas vid beräkningar av energiförbrukningar utan redovisas enbart för allmänt intresse och eventuellt för framtida studier.

## 10.6 Total normalårsförbrukning

I följande tabeller redovisas energiförbrukningar husvis och totalt med beaktande av tvättorkar, tappvarmvatten, kulvertförluster samt sommarförbrukning.

## 10.6.1 Verklig energiförbrukning före åtgärder 1984 inom energisparkvarteret

Förbrukare	Energi för uppvärmning	Tapp VV	Het VV
Hus A	272 MWh	46 MWh	-----
Hus B	276 MWh	33 MWh	-----
Hus C	271 MWh	43 MWh	-----
Hus D	391 MWh	56 MWh	-----
Hus E	544 MWh	76 MWh	-----
Kulvertförluster	65 MWh (a)	49 MWh (b)	85 MWh (c)
Hetvatten-tvättorkar	93 MWh (d)	-----	-----
<b>Totalt området</b>	<b>1912 MWh + 303 KWh + 85 KWh = 2300 MWh.</b>		

- (a) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8 t.o.m. 10.8.2  
 (b) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.4.  
 (c) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.3.  
 (d) Värdet erhållet enligt kapitel 10.3.

Tabell 10.8 Verklig energiförbrukning före åtgärder 1984.

10.6.2 Normalårskorrigerad energiförbrukning före åtgärder 1984 inom energisparkvarteret.

Förbrukare	Energi för uppvärmning	Tapp VV	Het VV
Hus A	275 MWh	46 MWh	-----
Hus B	280 MWh	33 MWh	-----
Hus C	274 MWh	43 MWh	-----
Hus D	396 MWh	56 MWh	-----
Hus E	550 MWh	76 MWh	-----
Kulvertförluster	66 MWh (a)	49 MWh (b)	85 MWh (c)
Hetvattentvättorkar	93 MWh (d)	-----	-----
<b>Totalt området</b>	<b>1934 MWh + 303 MWh + 85 MWh = 2322 MWh</b>		

- (a) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8 t.o.m. 10.8.2.  
 (b) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.4.  
 (c) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.3.  
 (d) Värdet erhållet enligt kapitel 10.3.

Tabell 10.9 Normalårskorrigerad energiförbrukning före åtgärder 1984.

10.6.3 Verklig energiförbrukning efter åtgärder  
1985 inom energisparkvarteret

Förbrukare	Energi för uppvärmning	Tapp VV	Het VV
Hus A	258 MWh	38 MWh	-----
Hus B	247 MWh	33 MWh	-----
Hus C	217 MWh	40 MWh	-----
Hus D	398 MWh	40 MWh	-----
Hus E	542 MWh	76 MWh	-----
Kulvertförluster	66 MWh (a)	49 MWh (b)	-----
Hetvattentvättorkar	(c)	-----	-----
Totalt området:	1728 MWh	+ 276 MWh	= 2004 MWh

Eltvättorkar 73 MWh (Allmän El-Energiförbrukning)

- (a) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8 t.o.m 10.8.2.  
 (b) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.4.  
 (c) Hetvattentvättorkar utbytt till Eltvättorkar se kapitel 10.3

Tabell 10.10 Verklig energiförbrukning efter åtgärder 1985.

10.6.4 Normalårskorrigerad energiförbrukning efter åtgärder 1985 inom energispar-  
kvarteret

Förbrukare	Energi för uppvärmning	Tapp VV	Het VV
Hus A	236 MWh	38 MWh	-----
Hus B	225 MWh	33 MWh	-----
Hus C	204 MWh	40 MWh	-----
Hus D	365 MWh	40 MWh	-----
Hus E	498 MWh	76 MWh	-----
Kulvertförluster	65 MWh (a)	49 MWh (b)	-----
Hetvattentvättorkar	(c)	-----	-----
Totalt området	1593 MWh	+ 276 MWh	= 1869 MWh

Eltvättorkar 73 MWh (Allmän El-Energiförbrukning)

- (a) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8 t.o.m. 10.8.2.  
 (b) Värdet erhållet enligt kapitel 10.8.4  
 (c) Hetvattentvättorkar utbytt till Eltvättorkar se kapitel 10.3.

Tabell 10.11 Normalårskorrigerad energiförbrukning efter 1985.



I bilagorna 8 och 9 redovisas den totala normalårsförbrukningen husvis före respektive efter åtgärder i kWh/m<sup>2</sup> lägenhetsyta och år samt i kWh/m<sup>2</sup> primär BRUKSAREA och år.

Bilaga 8 avser endast transmission och ventilation. Bilaga 9 inkluderas också tappvarmvatten och torkaggregat.

I bilaga 10 redovisas verklig och normerad förbrukning före åtgärd respektive verklig och normerad förbrukning efter åtgärd fördelade i kWh/m<sup>2</sup> lgy och år samt kWh/m<sup>2</sup> primär BRUKSAREA och år.

#### 10.7 Prognoser relativt verklig energiförbrukning

##### 10.7.1 Cirkelpresentationer

Under kapitel 2 i början av denna rapport redovisas en SAMMANFATTNING av NORMALÅRSFÖRBRUKNINGARNA FÖRE respektive EFTER ÅTGÄRDER.

Figur 2.1 redovisar också energiförbrukningarna fördelat på kWh/m<sup>2</sup> primär BRUKSAREA samt besparingar i MWh och procent av tidigare förbrukningar.

Studier kan göras i bilagorna 11-14 avseende Energi-prognoser relativt verkliga normalårskorrigerade energiförbrukningar i MWh/år.

Prognoserna har gjorts vid projektets inlednings-skede. Det var mycket svårt att uppskatta kulvert-förlusterna vid denna tidpunkt. Likväl fanns svårigheter att skatta energiåtgången på tvättorkarna, varför den största skillnaden mellan prognos och verklighet finns just här. Prognoserna underskattade besparingseffekterna i husen D och E.

Cirkelpresentationerna i bilagorna 11 och 12 avser transmission, ventilation och tappvarmvatten.

I bilagorna 13 och 14 avses uppvärmning inkluderande endast transmission och ventilation (Diagram 10.19 - 10.26).

Bilagorna 15 och 16 redovisar den procentuella uppdelningen av dito i 1984-års förbrukningar (Diagram 10.27 - 10.30).

#### 10.7.2 Specifik total energiförbrukning

Den specifika totala uppmätta energiförbrukningen i kWh/m<sup>2</sup> lgy, vecka och månadsvis respektive kWh/m<sup>2</sup> primär BRUKSAREA, vecka och månadsvis inom energisparkvarteret redovisas i bilaga 17 längst bak i denna rapport.

#### 10.8 Kulvertförluster

För att kontrollera förlusterna över kulvertarna i energisparkvarteret fordrades intensiva fältmätningar.

Två man utrustades med kommunikationsradioapparater, väl kallibrerade kontakttemperaturmätare och protokoll uppmätte den momentana temperaturen vid kulvertändarna.

Tio avläsningar med tjugo sekunders pausintervall gjordes vid varje mätposition.

Mätningarna inkluderade framledning och returledning avseende värmevattentemperaturfallet i varje kulvert samt varmvatten- och varmvattencirkulationstemperaturfallet i varje kulvert.

Hetvattenssystemet var vid denna mätperiod redan avstängd, varför dess kulverttemperaturfall kommit att antagas vara minst lika stort som för värmevattenssystemet.

De tio mättillfällena täckte utomhustemperaturintervallet minus 28 grader Celsius t.o.m. plus/minus 0 grader Celsius. Denna intervall får ses vara representativt för helåret 1985.

Nedan redovisas de medeltemperaturfall som resulterade av utförda mätningar.

Kulvert	Framledning	Returledning
Hus A - Hus B	0.9 grader Celsius	0.9 grader Celsius
Hus B - Hus C	0.7 grader Celsius	0.6 grader Celsius
Hus C - Hus D	0.2 grader Celsius	0.2 grader Celsius
Hus E - Hus D	0.3 grader Celsius	0.2 grader Celsius

Tabell 10.12 Temperaturfall över kulvertar.

Vi ser att temperaturfallen över kulvertarna i medeltal för året ligger under 1 grad Celsius. Detta gjorde det nödvändigt att kontrollera kontakttemperaturmätarnas korrelation inbördes.

Under fältmätningarna gjordes referensmätningar, där samma punkt uppmättes med båda mätarna inom samma minut. Dessa referensmätningar gjordes varje timme.

För att kalkylera kulvertförlusterna erfordrades kännedom avseende veckomedelflödet i m<sup>3</sup> för respektive år.

Tabellerna 10.13 och 10.14 visar de veckomedelflöden som vi utifrån de kontinuerliga flödesavläsningarna veckovis observerat på området.

Kulvert	VP-ledning
Hus A - Hus B	303 m <sup>3</sup> /vecka
Hus B - Hus C	609 m <sup>3</sup> /vecka
Hus C - Hus D	845 m <sup>3</sup> /vecka
Hus E - Hus D	548 m <sup>3</sup> /vecka

Tabell 10.13 Veckomedelflödet i kulvert under 1985.  
Avseende värmevattenflödet.

Kulvert	VP-ledning
Hus A - Hus B	1311 m <sup>3</sup> /vecka
Hus B - Hus C	1258 m <sup>3</sup> /vecka
Hus C - Hus D	1370 m <sup>3</sup> /vecka
Hus E - Hus D	2144 m <sup>3</sup> /vecka

Tabell 10.14 Veckomedelflöden i kulvert under 1984.  
Avseende värmevattenflödet.

## 10.8.1 Köldmängden per år.

Det var av intresse att känna till köldmängden under 1984 och 1985.

Vi kalkylerade fram nedanstående uppgifter med hjälp av våra temperaturobservationer (timvisa respektive 3 timvisa) som gjorts på området under åren 1985 t.o.m. 1986.

Årtal	Köldmängd/år	Antal timmar	Antal veckor	Antal dygn
1984	39094 gradtimmar	4536 timmar	27 v.	189 dygn
1985	52248 gradtimmar	4872 timmar	29 v.	203 dygn

Tabell 10.15 Köldmängden under 1984 respektive 1985.

Som vi tidigare redovisat var den verkliga årsmedeltemperaturen utomhus minus 0,9 grader Celsius under år 1984 och minus 3,0 grader Celsius under 1985. D.v.s. kallare under år 1985. Detta understrykes även med den stora skillnaden i negativa gradtimmar som ses i tabell 10.15.

Vi kalkylerade även fram de temperaturfall som givit erhållna energiförbrukningsdata under 1984 och 1985. Utgående "delta T" var för 1984 så låg som 3.4 - 3.7 grader Celsius. Efter en anpassad förhöjning blev detta "delta T" för resten av året och för 1985 hela 15 grader Celsius.

Denna kännedom nyttjades för att kalkylera kulverttemperaturfallen under 1984.

Under följande sida redovisas de kulvertförluster som framräknats.

10.8.2 Kulvertförluster 1984 respektive 1985  
avseende värmevatten.

Kulvert	Framledning	Returledning
Hus A - Hus B	8.6 MWh/år	8.6 MWh/år
Hus B - Hus C	13.7 MWh/år	12.1 MWh/år
Hus C - Hus D	6.2 MWh/år	6.2 MWh/år
Hus E - Hus D	6.1 MWh/år	4.0 MWh/år
-----		
Totalt området:	34.6 MWh/år + 30.9 MWh/år = 65.5 MWh/år	

Tabell 10.16 Kulvertförluster under 1984.

Kulvert	Framledning	Returledning
Hus A - Hus B	9.2 MWh/år	9.2 MWh/år
Hus B - Hus C	14.4 MWh/år	12.3 MWh/år
Hus C - Hus D	5.7 MWh/år	5.7 MWh/år
Hus E - Hus D	5.5 MWh/år	3.7 MWh/år
-----		
Totalt området:	34.8 MWh/år + 30.9 MWh/år = 65.7 MWh/år	

Tabell 10.17 Kulvertförluster under 1985.

## 10.8.3 Hetvattenkulvertförluster under 1984

Eftersom området helvattensystem fränkopplats tidigare blev inga referensmätningar gjorda på detta.

Vi har dock gjort antagandet att temperaturfallet över kulvertarna för hetvattensystemet åtminstone varit lika stort som för värmevattensystemets under år 1985. Detta har legat till grund för nedan redovisade kalkylerade kulvertförluster för hetvattensystemet.

Utgående hetvattentemperatur har året runt varit mellan 90 grader och 70 grader Celsius.

Flödet har varit konstant och maximalt lika med nedan redovisade flödesmängder.

Kulvert	Hetvattenledning
Hus A - Hus E	1048 m <sup>3</sup> /månad
Hus B - Hus C	2097 m <sup>3</sup> /månad
Hus C - Hus D	2097 m <sup>3</sup> /månad
Hus E - Hus D	1048 m <sup>3</sup> /månad

Tabell 10.18 Hetvattensystemets maximalt möjliga flöden.

Nedan redovisas de hetvattenkulvertförluster som vi maximalt kunnat kalkylera med enligt tidigare antagande.

Kulvert	Framledning	Returledning
Hus A - Hus B	13.0 MWh/år	13.0 MWh/år
Hus B - Hus C	21.0 MWh/år	18.0 MWh/år
Hus C - Hus D	6.0 MWh/år	6.0 MWh/år
Hus E - Hus D	5.0 MWh/år	3.0 MWh/år
-----		
Totalt området:	45.0 MWh/år	+ 40.0 MWh/år = 85 MWh/år

Tabell 10.19 Hetvattensystemets kalkylerade kulvertförluster.

#### 10.8.4 Varmvattensystemets kulvertförluster

Utifrån fältmätningarna erhålls ett medelvärde för temperaturfallet över samtliga kulvertar på 3.7 grader Celsius avseende varmvattenflödet och 1.2 grader Celsius avseende varmvattencirkulationsflödet.

Flödena för varmvattnet har tidigare redovisats i detta kapitel.



Nedan redovisas erhållna kulvertförluster beträffande varmvattensystemet för 1985.

Kulvert	Framledning	Returledning
Hus A - Hus B	5.0 MWh/år	1.5 MWh/år
Hus B - Hus C	9.0 MWh/år	2.9 MWh/år
Hus C - Hus D	14.0 MWh/år	4.5 MWh/år
Hus E - Hus D	10.0 MWh/år	3.1 MWh/år
-----		
Totalt området:	38.0 MWh/år + 11.0 MWh/år = 49.0 MWh/år	

Tabell 10.20 Varmvattensystemets kulvertförluster 1985.

Skillnaden blir dock icke märkbar för året 1984 då förbrukningen av tappvarmvatten var 662 m<sup>3</sup> högre än året 1985, samt då årsmedeltemperaturen utomhus var högre än året 1985.

Vi har därmed antagit att samma kulvertförluster för varmvattensystemet förelegat för både 1984 och 1985.

Kontrollberäkningar har gjorts utgående från erhållna resultat för att se hur stort värmemotstånd som erfordras teoretiskt för att komma till redovisade kulvertförluster.

Dessa har givit samma utfall med ett k-värde av 5.0 W/m<sup>2</sup> och grader Celsius. Som synes har kulvertarna mycket dålig isoleringsförmåga, vilket också konstaterades vid okulärbesiktning ute i fält.

Marktemperaturen har antagits vara minus 1.5 grader Celsius under respektive års köldmängd vilka redogjorts under kapitel 10.8.1.

Den stora besparingen har gjorts då hetvattensystemet kopplades bort och eldrivna tvättorkar ersatte hetvattentvättorkarna. Se tidigare avsnitt under detta kapitel.

#### 10.8.5 Framledningstemperaturer

Under bilaga 18 längst bak i denna rapport kan studier göras avseende framledningstemperaturer i kulvertarna inom energisparkvarteret.

Kurvdiagrammen visar framledningstemperaturens tendens som ett glidande medelvärde veckovis under perioden vecka 1 1984 t.o.m. vecka 52 1985.

Vi skall kort nämna några viktiga händelser som syns på diagrammen 10.33 t.o.m. 10.36

- a) Framledningstemperaturen styrdes endast från undercentralen och flödet var konstant under hela perioden v 1 - v 22 1984. Vecka 7 1984 anslöts Hus E till panncentralen i Hus D. (Ovanstående kan studeras i diagram 10.33)
- b) Framledningstemperaturen styrdes endast från undercentralen t.o.m. v 42-43 1984. Även flödet var konstant fram till denna angivna tidpunkt.  
  
Vecka 42-43 1984 sattes VVS-paketet in med shuntar och radiatortermostater i samtliga hus separat. Flödet blev variabelt och temperaturen likaså. (Ovanstående kan studeras i diagram 10.34).
- c) Framledningstemperaturen och flödet variabelt beroende av respektive husbehov.

En tydlig temperaturhöjning kan ses beträffande framledningen. Observera att kurvorna har kastats om så att en mycket mindre differens förekommer relativt undercentralen och tiden före installationen av VVS-paketten. (Ovanstående kan studeras i diagram 10.35).

- d) Framledningstemperaturen och flödet varierat beroende av respektive husbehov.

Vecka 41 1985 anpassades styrkurvorna i respektiv hus för mera riktiga förbrukningar. Tidigare hade dessa varit kallibrerade enligt standardstyrkurvor. Under vecka 46 1985 kopplades Kiruna fjärrvärme till områdets undercentral varmed "delta T" steg till hela 50 - 60 grader Celsius primärt. Dock förändrades ej det sekundära nämnvärt. (Ovanstående kan studeras i diagram 10.36).

## 11 ANALYS AV MÄTRESULTAT

Enligt erhållna uppgifter från Stiftelsen Kiruna Bostädernas förvaltare HSB uppgick den totala genomsnittliga oljeförbrukningen per år i kv. Sälen, Vargen och Björnen till 667 m<sup>3</sup> E04 olja.

Oljeförbrukningen hade beräknats till 32 liter/m<sup>2</sup> lgy och år. Den aktuella totala lägenhetsytan för detta projekt är 6736 m<sup>2</sup> lgy. Med denna uppgift som underlag skall kv. Björnen och Vargen i Kiruna förbruka, omräknat i Mwh (75 % verkningsgrad.) till 1617 Mwh/år eller med fördelning på primär bruksarea (7014 m<sup>2</sup> BRAP) till 230 kWh/m<sup>2</sup> BRAP. Energiförbrukningen kom med hjälp av projektets mätresultat att visa sig vara betydligt högre i verkligheten för akutellt kvarter.

Den verkliga (normalårskorrigerade) energiförbrukningen före åtgärder på området var 2322 MWh/år eller fördelat 331 kWh/m<sup>2</sup> BRAP och år. Detta var inte oväntat då byggnaderna på området är 10 år äldre än i kvarteret Sälen, med åtföljande sämre värmegenomgångstal i klimatskärmen.

I ett tidigt skede av projektet utfördes en prognos baserad på enkel värmebalansberäkning och schabloner beträffande kulvertar, tvättorkar och tappvarmvattenförbrukningar. Prognosen gav området ett energiförbrukningsbehov totalt på 2550 MWh/år exkl. personvärmetillskott, solvärmeinstrålning och avloppsförluster. Detta bör beaktas vid tolkningen av Cirkeldiagrammen, diagram 10.19 - 10.26.

Korrelationen för teoretiska beräkningsmetoder relativt verkligheten lär icke bli hundra procentig utan verkligt framtagna fakta i varje enskild klimatskärm.

Den verkliga (normalårskorrigerade) energiförbrukningen efter åtgärder på området blev 1943 MWh/år eller 277 MWh/m<sup>2</sup> BRAP och år exkl. elenergi för tvättorkarna.

Vår önskan hade varit att analysera utfallet av en datorberäknad värmebalansberäkning med erhållna faktiska indata som bas, men detta ryms tyvärr icke inom tidsramen för denna rapport.

### 11.1 Mätnoggrannhet

Den mätmetodik som tillämpats för projektet vid studier och utvärdering av åtgärdspaketernas energi- och ekonomiska utfall bedömes som tillförlitlig och mätnoggrannheten har enligt vårt förmenande varit fullt tillfredsställande. Korrelation ca 96 % avseende Energisignaturerna under hela perioden efter åtgärdernas utförande. Under förmättningsperioden erhöles större osäkerhet på grund av för kort mätperiod utan störningar från ombyggnationer i värmesystemet. Dels saknades separat energimätare för hus D och mätningar avseende kulvertarna och tvättorkarna under denna förmättningsperiod. Vi vill dock påstå att dessa frågetecken rätats ut efter intensiva kompletterande fältmätningar under eftermättningsperioden samt noggrann passningsräkning med hjälp av datorer inom ramen för den enorma mängd fakta som vi insamlat under hela projektiden.

Under kapitel 8.2 kan närmare studier göras beträffande de största tillåtna avvikelserna som aktuell mätutrustning får ha.

### 11.2 Brukarinflytande

Det som orsakar skillnader i klimatskärmar för annars identiska byggnader är skärmens skick, otätheter, slitage samt värmesystemets skick och utförande inom respektive huskropp.

Brukarberoendet kommer in beträffande ventilation via öppningsbara fönster, ventilationsluckor samt frekvensen av öppnande av dörrar i klimatskärmen (ytterdörrar).

Tappvarmvattenförbrukningen bedömer vi till stor del vara brukarberoende. Kontroll kan teoretiskt utföras men är praktiskt mycket arbetskrävande.

I detta projekt har en minskning av tappvatten kunnats mätas men dock icke bevisas vara en ren besparing på grund av brukarberoendet.

Användandet av torkrum är också helt brukarberoende.

Boendesammansättningen inom området kan studeras under kapitel 4.3.

### 11.3 Klimatfaktorer

Energisparkvarteret Björnen och Vargen är geografiskt belägen på en sydsluttning mot sjön Luossajärvi i Kiruna.

SMHI:s närmaste klimatstation finns belägen vid Kiruna flygplats. Flygplatsen ligger i en sk. köld-sänka.

Skillnader i utomhustemperatur har observerats som en fördröjning efter längre köldperioder. Dock jämnar skillnaderna ut sig sett över hela årsperioden. Se avsnitt 10.5.2.

Energisparkvarterets byggnader är utsatta för ett typiskt bistert fjällklimat med starka vindar och nederbörd, som påverkar klimatskärmen. Det är en viktig faktor vid val av ytskikt.

## 12 KOSTNADER OCH LÖNSAMHET

### 12.1 Allmänt

Målsättningen för studier av lönsamhet för föreslagna åtgärder i de olika tidigare nämnda energisparkvarteren inom energispargruppen varierar från enskilda föreslagna åtgärder till så kallade totalpaket.

För projektet i Kiruna har målsättningen varit att kunna erhålla erfarenheter om faktiska kostnader för utförda åtgärder med i verkligheten uppmätta spar-effekter utan uppdelning av enskilda åtgärder.

Syftet har således varit att husvis och totalt kunna uppmäta lönsamheten för utförda åtgärder.

### 12.2 Kostnader för åtgärder

De för beställaren förmånligaste anbudet har antagits och som även ligger till grund för beräkning av lönsamheten.

Det är av synnerligen stor vikt att poängtera, att prisbilden för inlämnade anbud för såväl VVS-åtgärder som byggåtgärder bedömes ligga rätt, då någon överhettning på byggmarknaden ej förekom i Norrbotten vid gällande tidpunkt. Jämfört med södra Norrbotten bedömes prisbilden något högre.

Följande tabeller 12.21 och 12.22 visar kostnader för delåtgärder, VVS- och byggnadsarbeten exklusive mervärdeskatt och administrativa kostnader.

Projekteringskostnaderna har medtagits i de administrativa kostnaderna.

VVS-ÅTGÄRDER	KOSTNAD
-----	-----
- Radiatorventiler hus A-E	130.000:-
- Blandarbyte hus A-E	235.000:-
- Tvättorkar hus A-E	33.000:-
- Värmeväxlare hus D	80.000:-
- Shuntgrupper, reglercentr. hus A-E	103.000:-
- Värmemängdsmätn. hus A-E.	18.000:-
- Isolering hus A-E.	25.000:-
=====	=====

Tillkommer mervärdeskatt 12,87 % samt adm.kostnader.

Tabell 12.21 Kostnader för delåtgärder, VVS i hus A-E.



BYGGÅTGÄRDER	KOSTNAD
=====	=====
- Rivn.arbeten å fasader hus B och C	19.000:-
- Fasadtegel, hus B och C inkl. ställningskostnader.	960.000:-
- Byte av entrépartier, hus B och C	42.000:-
- Fönsterkonvertering, hus A och C	168.000:-
- Isol. av balkongdörrar, hus A och C	21.500:-
- Isol. av kallvindar, hus A-C	184.000:-
- Byte av fönsterbeslag, hus A och C	9.000:-
- Plåtarbeten, hus B och C	98.000:-
- Putsningsarbeten, hus B och C	23.000:-
- Målningskompl., hus B och C	40.000:-
=====	=====

Tillkommer mervärdeskatt 12,87 % samt adm.kostnader

Tabell 12.22 Kostnader för delåtgärder, Bygg,  
hus A-C.

ÅTGÄRDER, KOSTNADER INKL. MERVÄRDESKATT OCH ADM. KOSTNADER.

ÅTGÄRDSKOSTNADER

HUS	ÅTGÄRDER	HUS	LGH	M <sup>2</sup> LGY	M <sup>2</sup> BRAP	ANM
A	20 LÄG.	110.720:--	5.536:--	107:--	103:--	
	LGY 1034 m <sup>2</sup>	69.226:--	3.461:--	67:--	64:--	
	BRAP 1082 m <sup>2</sup>					
	Isol. vindsbj. (258 m <sup>2</sup> )					
	Fönsterkonv.	135.726:--	6.787:--	132:--	126:--	
		315.672:--	15.784:--	306:--	293:--	
	ADM	24.227:--	1.211:--	24:--	23:--	
	TOT	339.899:--	16.995:--	330:--	316:--	
-----						
B	20 LÄG	110.720:--	5.536:--	103:--	101:--	
	LGY 1076 m <sup>2</sup>	643.360:--	32.168:--	598:--	584:--	
	BRAP 1100 m <sup>2</sup>					
	Fasadren. (954 m <sup>2</sup> )					
	Isol. vindsbj.	69.226:--	3.461:--	65:--	63:--	
		823.306:--	41.165:--	766:--	748:--	
	ADM	63.218:--	3.161:--	59:--	58:--	
	TOT	886.524:--	44.326:--	825:--	806:--	

Forts. nästa sida

HUS	ATGÄRDER	HUS	LGH	M <sup>2</sup> LGY	M <sup>2</sup> BRAP	ANM
C 20 LÄG	VVS	110.720:--	5.536	107:--	103:--	
LGY 1034 m <sup>2</sup>	Fasadren.	643.360:--	32.168:--	622:--	596:--	
BRAP 1082 m <sup>2</sup>	(954 m <sup>2</sup> )					
	Isol. vindsbj.	69.226:--	3.461:--	67:--	64:--	
	(258 m <sup>2</sup> )					
	Fönsterkonv.	135.726:--	6.787:--	132:--	126:--	
		959.032:--	47.952:--	928:--	889:--	
	ADM	73.438:--	3.672:--	71:--	68:--	
	TOT	1.032.470:--	51.624:--	999:--	957:--	
D 29 LÄG	VVS	160.544:--	5.536:--	106:--	102:--	REFERENSHUS
LGY 1517 m <sup>2</sup>	ADM	12.303:--	424:--	8:--	8:--	
BRAP 1580 m <sup>2</sup>	TOT	172.847:--	5.960:--	114:--	110:--	
E 38 LÄG	VVS	210.370:--	5.536:--	101:--	97:--	
LGY 2075 m <sup>2</sup>	ADM	16.088:--	423:--	8:--	8:--	
BRAP 2170 m <sup>2</sup>	TOT	226.458:--	5.959:--	109:--	105:--	
127 LÄG		2.468.924:--				
6736 m <sup>2</sup>	ADM	189.274:--				
	TOT	2.658.198:--		2.660.000:--		

Tabell 12.23 Kostnader för delåtgärder husvis.

I tabell 12.23 är åtgärdskostnaderna uppdelade husvis, per lägenhet, m<sup>2</sup> LGY och m<sup>2</sup> BRAP samt inkluderar mervärdesskatt och administrativa kostnader.

## 12.3 Totala kostnader

Med ledning av de i tabellerna 12:21-23 framräknade kostnaderna erhålles husvisa och totala kostnader för utförda energisparåtgärder samt kostnadsfördelning per m<sup>2</sup> primär bruksarea (BRAp) enligt nedanstående tabell.

HUS	KOSTNAD/HUS	KOSTNAD/BRAp
A	340.000:-	315:-
B	886.500:-	805:-
C	1.032.500:-	995:-
D	173.000:-	110:-
E	226.500:-	105.-
TOT. A-E	2.660.000:-	380:-

Tabell 12:31 Sammanställning av kostnader per hus, totalt och per BRAp.

## 12.4 Finansiering

För i projektet utförda energisparåtgärder gäller följande finansieringsplan:

Grundprincipen har varit att de vanliga finansieringsvägarna användes så långt som möjligt. Således har statliga energisparstöd i form av energi- och räntebidrag enl. Bostadsstyrelsen författningssamling (bostadsfinansieringsförordning) sökts och erhållits.

För den del av investeringskostnaderna, som avser åtgärder för rent underhåll och som samordnats med energisparåtgärder, har finansierats genom lån, s.k. experimentbyggnadslån från BYGGFORSKNINGSRADET.

Lånet avser således ett stöd till forskningsinriktat experimentbyggnad som avser att täcka de extra kostnader som experimentet medför.

Kostnader, energisparstöd och lån:

Investeringskostnader exkl. utrustning för värmemängdsmätning	2.660.000:-
Energibidrag	320.460:-
Experimentbyggnadslån	702.000:-
Lån: egen finansiering se anm. 1.	1.637.540:-
Räntebidrag, se anm. 2.	

Anm. 1: Amorteringstid: 20 år  
Ränta: Gällande diskonto + 4 %, för närvarande 9,5 + 4 = 13,5 %.

## Anm. 2: Rängebidsragsunderlag:

10-årigt, år 1	809.000:-
" 2	93,1 % av år 1
" 3	85,64 % av år 1
" 4	77,59 % av år 1
" 5	68,89 % av år 1

Bidragsränta 6,25 %.

20-årigt, år 1	1.219.000:-
" 2	97,81 % av år 1
" 3	95,45 % av år 1
" 4	92,9 % av år 1
" 5	90,15 % av år 1

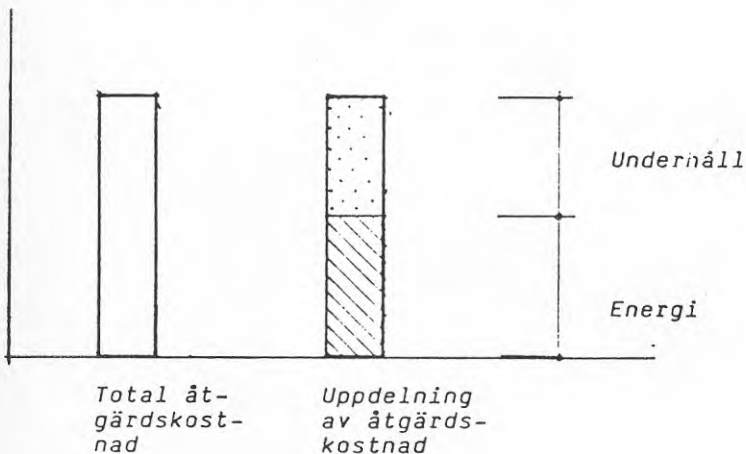
Bidragsränta 6,25 %.

## 12.5 Lönsamhet

Lönsamhetskalkylen för projektet är baserat på

- \* Beviljade energisparstöd i form av energi- och räntebidrag.
- \* Lån för investeringskostnaderna husvis och totalt. Avser finansiering av kostnader som ej täcks genom energisparstöd eller experimentbyggnadslån.

Investeringskostnaderna för respektive åtgärdspaket är husvis uppdelade i ENERGISPARKOSTNADER och UNDERHÅLLSKOSTNADER, varefter respektive kostnader jämförts med erhållna energibesparingar enligt följande illustration och tabell 12:51.



HUS	TOTALA ÅTGÄRDSKOSTNADER		VARAV ENERGISPARGÅRDER		ENERGIBESP./ÅR	
	HUSVIS	BRAP	HUSVIS	BRAP	Mwh	KR
A	340.000:--	316:--	320.000:--	296:--	47	13.160:--
B	886.500:--	806:--	443.000:--	403:--	55	15.400:--
C	1.032.500	957:--	589.000:--	545:--	73	20.440:--
D	173.000:--	110:--	144.000:--	91:--	47	13.160:--
E	226.500:--	105:--	188.500:--	87:--	52	14.560:--
<hr/>						
TOTALT	kr. 2.660.000:--	kr. 380:--	kr. 1.627.500:--	kr. 232:--	453 Mwh 1)	
					380 Mwh	kr. 107.130:--

1) Avser inklusive nya eltorkar.

Tabell 12:51 Sammanställning av kostnader och Energibesparingar/år.  
Kostnaderna inkluderar mervärdeskatt och adm.kostnader.

Lönsamhetskalkyler har upprättats med ledning av de i avsnitten redovisade

- \* åtgärdskostnaderna
- \* energisparstöden och
- \* energibesparingarna

Gällande förutsättningar för genomförda beräkningar är följande:

- Lån, egenfinansiering	20-års amorteringstid 13,5 % ränta.
- Real energiprisökning utöver inflation	0 % resp. 2 %
- Inflation	4 % resp. 6 %
- Brukstider: VVS-åtgärder	15 år
Byggåtgärder	30 år
- Gällande energipris	29,3 öre/ kWh

Analyserna har genomförts med hjälp av BDAB:s program, så kallad cash-flow-analys med nuvärdesmetoden.

Med varierande indata enligt ovan ges möjlighet till studier av lönsamhet med hänsyn tagen till verkliga och förväntade energiprisökningar och inflation.

I tabell 12.52 redovisas intäktsöverskott för husvisa åtgärdspaket med varierande reala energiprisökningar och inflation.



NUVÄRDE/INTÄKTSÖVERSKOTT, HUS A	B	C	D	E	
0 % REAL ENERGIPRISÖKN.	-123.023:-	-570.040:-	-631.164:-	-19.948:-	+21.897:-
6 % INFLATION	0				
2 % REAL ENERGIPRISÖKN.	-57.888:-	-425.991:-	-468.588:-	+19.956:-	+82.117:-
6 % INFLATION	0				
0 % REAL ENERGIPRISÖKN.	-194.354:-	-770.259:-	-855.810:-	-62.698:-	-34.120:-
4 % INFLATION	0				
2 % REAL ENERGIPRISÖKN.	-127.764:-	-622.931:-	-689.525:-	-21.955:-	+27.365:-
4 % INFLATION	0				
0 % REAL ENERGIPRISÖKN.	-89.603:-	+21.312:-	-39.812:-	+28.510:-	+85.394:-
6 % INFLATION	*				
5 % REAL ENERGIPRISÖKN.	+86.627:-	-90.593:-	-88.228:-	+94.804:-	+195.070:-
6 % INFLATION	0				
5 % REAL ENERGIPRISÖKN.	+120.047:-	+500.757:-	+503.122:-	+143.263:-	+258.567:-
6 % INFLATION	*				

0 Avser totala åtgärdskostnader.

\* Avser enbart energiåtgärdskostnader  
exklusive kostnader för underhåll.

TABELL 12:52 Nuvärde/intäktsoverskott med egenfinansierade lån.

Utvärderingen av erhållna beräkningsresultat husvis har visat, att det ej föreligger något intresse för studier av lönsamheten för det totala åtgärdsprogrammet, då en god bild redan erhållits av den husvisa lönsamheten.

Vid beräkning enligt nuvärdesmetoden med egenfinansiering erhålles ett beräkningsresultat som visar, att en med egenfinansiering ökad real energiprisökning ger ett ökat nuvärde vid samma inflationstakt. Motsvarande ökning gäller vid ökad inflationstakt med konstant real energipris.

För husen A-C med mer omfattande åtgärdsprogram visar beräkningsresultaten med låg energiprisökning och inflation mellan 0-6 % ej någon lönsamhet.

Vid en stor real energiprisökning, i detta fall beräknat till 5 % och med en inflation på 6 % erhålles lönsamhet först efter drygt 20 år för hus A och ingen lönsamhet för hus B och C. Lönsamhet för hus B och C är beräknat att erhållas om 10-15 år med samma energiprisökning och inflation som ovan men med en åtgärdskostnad exklusive underhåll.

För husen D och E med enbart VVS-installationstekniska åtgärder visar beräkningsresultaten att lönsamhet erhålles vid 2 % energiprisökning och 6 % inflation eller högre samt vid 0 % real energiprisökning och 6 % inflation med åtgärdskostnader exklusive underhåll.

Lönsamhetskalkyler har även upprättas med åtgärderna i energiprojektet finansierade med statliga ombyggnadslån enligt följande:

- Lån                    30 % av investeringskostnaderna finansieras med statliga bostadslån, 30 år. Övrig finansiering sker med 40-årigt bottenlån.
- Garanterad ränta för år 1 är 2,60 % med en årlig ökning därefter på 0,25 %.

- Real energi-  
prisökning  
utöver in-  
flation 2 %.
- Inflation 6 resp. 8 %.

I tabellerna 12.53-57 redovisas husvisa nuvärden/  
intäktsöverskott för projektet med ovan angivna  
förutsättningar.

#### HUS A

2 % real energiprisökning	Total kostn.	Energi- bestp.	Intäcks- överskott
6 % inflation enbart energin	338 252	327 187	- 11 071
6 % inflation totalt	357 304	327 186	- 30 125
8 % inflation enbart energin	260 448	325 793	65 300
8 % inflation totalt	274 687	325 793	51 100

Investering energi 320 399 kr.

Investering totalt 340 399 kr.

Tabell 12:53 Nuvärde/intäktsöverskott med  
statlig finansiering Hus A.

HUS B

2 % real energiprisökning	Total kostn.	Energi- besp.	Intäkts- överskott
6 % inflation enbart energin	454 661	629 960	175 290
6 % inflation totalt	877 612	629 960	-247 668
8 % inflation enbart energin	347 242	626 823	279 575
8 % inflation totalt	662 444	626 823	-35 634

Investering energi 442 584 kr.

Investering totalt 886 524 kr.

Tabell 12:54 Nuvärde/intäktsöverskott med  
statlig finansiering Hus B.

HUS\_C

2 % real energiprisökning	Total kostn.	Energi- besh.	Intäkts- överskott
6 % inflation enbart energi	593 706	700 196	106 477
6 % inflation totalt	1 016 656	700 196	-316 480
8 % inflation enbart energi	450 862	696 649	245 774
8 % inflation totalt	766 064	696 649	-69 434

Investering energi 588 530 kr.

Investering totalt 1 032 470 kr.

Tabell 12:55 Nuvärde/intäktsöverskott med  
statlig finansiering Hus C.

HUS D

2 % real energiprisökning	Total kostn.	Energi- besp.	Intäkts- överskott
6 % inflation enbart energin	185 197	281 630	96 429
6 % inflation totalt	212 825	281 630	68 800
8 % inflation enbart energin	150 284	280 825	130 538
8 % inflation totalt	170 873	280 825	109 947

Investering energi 143 847 kr.

Investering totalt 172 847 kr.

Tabell 12:56 Nuvärde/intäktsöverskott med  
statlig finansiering Hus D.

HUS E

2 % real energiprisökning	Total kostn.	Energi- besp.	Intäkts- överskott
6 % inflation enbart energin	242 655	425 005	182 347
6 % inflation totalt	278 857	425 05	146 142
8 % inflation enbart energin	226 873	423 790	226 873
8 % inflation totalt	223 893	425 05	199 892

Investering energi 188 458 kr.

Investering totalt 226 458 kr.

Tabell 12:57 Nuvärde/intäktsöverskott med  
statlig finansiering Hus E.

Utvärderingen av erhållna beräkningsresultat  
husvis med statlig finansiering visar ett min-  
skat betalningsunderskott i jämförelse med  
egenfinansierade lån.

För hus A erhålles lönsamhet om inflationen blir tillräckligt stor. Skillnaden mellan enbart energiinvesteringskostnaden och totalkostnaden är jämförelsevis liten och har således ingen eller marginell betydelse för resultatet.

För husen B och C visar investeringarna för energibesparande åtgärder en betydande positiv avkastning oavsett inflationstakt. Den totala ombyggnadskostnaden är dock så stor att betalningsunderskott erhålles.

För husen D och E visar investeringarna en ännu bättre ekonomisk avkastning oavsett om den totala kostnaden medtages eller ej.

Erhållna beräkningsresultat med egenfinansierade lån alternativt statligt finansierade lån visar således:

- att finansieringen har stor inverkan på åtgärders lönsamhet.
- att val av kalkylförutsättningar har stor inverkan på kalkylresultatet.
- att en god lönsamhet erhålles då energibesparande åtgärder integreras med en mera omfattande ombyggnad vid en tidpunkt då underhålls- och ombyggnadsåtgärder måste sättas in.

## 12.6 Hinder och problem

I likhet med avsnitt 7 redovisas erfarenheter om förekommande hinder och problem berörande finansiering m m.

### - Myndigheter

Berörda myndigheter, såväl inom Kommun som Länsbostadsnämnd, har visat stort intresse för projektet och har snabbt kunnat fatta beslut om föreslagna energisparåtgärder.

Däremot har tolkningsfrågan av de olika finansieringsvägarna och ansökan om statliga energisparstöd gett vissa svårigheter.



- Val av åtgärdsprogram

Erfarenheterna från projektet visar att noggranna studier och preliminära lönsamhetskalkyler bör göras för erhållande av mest lönsamma åtgärdsprogram och rätt vald tidpunkt för åtgärdernas genomförande.

Till detta erfordras således kunnande och erfarenhet, inte minst för rätt hantering av förekommande ansökningsformulär, som delvis konstaterats svårtolkade.

13           INFORMATIONSENSATSER INOM ENERGISPAR-  
              KVARTERET

13.1          Information, intern, extern, samt  
              hyresgästinformation

Ett stort intresse för energisparprojektet och dess lönsamhet har kunnat konstateras. Däribland kan nämnas främst fastighetsägare och myndigheter.

Information till hyresgästerna har skett genom fastighetsförvaltningens försorg.

Information till övriga intressenter har delgetts genom föredrag och visningar av området, rapport från jan. 1985 samt genom två lägesrapporter, delrapport 1 och 2 från febr. 1985 resp. febr. 1986.

I samband med slutrapportens utgivning kommer projektet ytterligare att belysas genom rapporter, föredrag m m.

## 14 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

### 14.1 Åtgärder

I projektet har förekommit ett antal energidebatter och förslag till olika energispartips har framlagts.

Vid val av energisparåtgärdsprogram valdes befintlig energikälla att bibehållas och föreslogs bland annat komplettering med värmepump och solfångare.

Av intresse för projektet var att spara energi, varför åtgärder som visserligen spar energi men i första hand tillför energi i annan form, ej valdes att medtagas i åtgärdsprogrammet.

Det har visat sig, att det är av stor betydelse på vilket sätt olika fastigheter och bostadsområden uppvärms idag för val av framtida energisparåtgärdsförslag.

Fjärrvärmeanslutningen inte minst i flerbostadshusområden har ökat inom de senaste årtionden, varför förberedelsen och kontakten med berörda myndigheter om framtida tänkt energidistribution är av största betydelse.

Det är en fördel om de enskilda fastighetsägarnas investeringsval för energisparåtgärder överensstämmer med nuvarande och i framtiden utstakade energipolitiska målsättningar och kriterier.

Det effektivaste energiutnyttjandet innebär, att det totala energiflödet måste optimeras inom aktuellt bostadsområde och får således ej bli hämmande av till området distribuerad taxebunden energi.

### 14.2 Brukarvanor

Stor uppmärksamhet vid energisparbedömningar bör även ges människors brukarbeteende, som synes spela en betydande roll i energisparandet.

Då energikonsumtionen varierar bland de boende och ofta styrs av husets energibehov, högt eller lågt, bör energimedvetenheten väckas på ett eller annat sätt. Den idag i bostadshus oftast förekommande hyressättningen med fast hyra för resp. lägenhet oberoende av de boendes enskilda energibehov stimulerar ej heller till energibesparingar.

Information till de boende om sänkning av inomhus-temperaturen och minskning av tappvarmvattenförbrukningen bedömes som kortsiktig, varför föreslås åtgärder som automatiskt styr till ett minskat energibehov, och att varje lägenhet får sin egen tappvarmvattenmätare och värmemätare.

Förutsättningarna för tappvarmvattenmätare är dock större än för värmemätare då vattenförbrukningen i området visat sig mer brukarberoende. Att i alltför stor utsträckning kunna styra brukarberoendet angående värmeenergibehovet synes svårt, då energiförbrukningen främst är beroende av klimatskärmens kondition /värmemotstånd i ytterväggar och bjälklag/ samt lägenheternas inbördes placering.

Några studier för ovan har ej utförts för energisparkvarteret i Kiruna om det i nuläget är meningsfullt och inte minst tekniskt - ekonomiskt lönsamt med installation av lägenhetsvisa energimätare i befintliga bostadshus. Om angivna energimätningsmodeller finns att läsa i andra rapporter.

Föreslagna energisparåtgärder ur installations- och byggnadsteknisk synpunkt skall utformas så, att de drifts- och skötselmässigt även anpassas till brukarna.

### 14.3 Drift och skötsel

Energisparnivån hos de boende varierar men målsättningen med energibesparingar bör vara densamma och att de boende kontinuerligt informeras därom, även om hur de boende lyckats med uppgiften att spara energi.

För fastighetsförvaltare med dess driftspersonal ställs ännu högre krav i strävan att spara energi och det fordras således goda tekniska kunskaper för skötsel och drift av byggnader och dess energisystem.

Då funktionen för ombyggnad och nybyggnad ej är oföränderlig på grund av klimatpåverkan, förslitningar, åverkan m m, fordras regelbunden tillsyn och underhåll.

För erhållandet av maximal energieffektivitet och minimalt energibehov erfordras även regelbunden bevakning av energibehovet och styrning av densamma. Det innebär en strävan att på ett tekniskt-ekonomiskt sätt effektivisera energiförbrukningen utan att nämnvärt förändra komforten i boendet eller ytterligare komplicera drift och skötsel.

#### 14.4 Energimätningar och förbrukningar

Som tidigare nämnts har den inskaffade utrustningen för mät- och utvärderingstekniken varit till ovärderlig hjälp. Erfarenheterna är mycket positiva för den teknik som använts och som möjliggjort effektiva studier av bostadshusens energibehov såväl före som efter utförda åtgärder.

Teoretiska beräkningar, i rapporten benämnd som prognoser, för energibehovet efter utförda åtgärder visar, att avvikelsen till den uppmätta är fullt godtagbar, men bör nog inte förväntas lika god för objekt, där mindre kvalificerad beräkningsmetodik användes.

Energiförbrukningen för bostadshusen har reducerats med i genomsnitt ca 16 %, (20 % exklusive eltvättorakar) eller mellan ca 8 % och 23 % beroende på i de olika husen genomförda energisparåtgärderna.

De genomsnittliga energiförbrukningen har således reducerats från ca 331 kWh/m<sup>2</sup> BRAP och år till 277 kWh/m<sup>2</sup> BRAP inklusive drift av eltvättorakar eller mellan 226 - 265 kWh/m<sup>2</sup> exkl. drift av eltvättorakar. Eltvättorkarna motsvarar en energiförbrukning av 10 kWh/m<sup>2</sup> BRAP.

#### 14.5 Effekter av tilläggsisoleringar

De effekter som ur energi- och lönsamhetssynpunkt erhållits är även beroende av befintlig standard i klimatskärmen. Jämförelsevis bör nämnas att fasaderna före åtgärder haft ett beräknat teoretiskt k-värde = 0,65 W/m<sup>2</sup>°C mot exempelvis den i Guldhedenprojektet enligt uppgifter framräknade k-värdet = 0,95 - 1,0 W/m<sup>2</sup>°C.

## Referenser

- (1) Byggeforskningsrådet. Energi 85. Energianvändning i bebyggelse. Rapport G 26:1984. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm 1984.
- (2) Norlen U., Asplund I. and Hjalmarsson, SH. The Energi Signature of a House, Document D 21:1982. Energy Audit Workshop. 13-14 april 1981. Swedish Council for Building Research, Stockholm 1981.
- (3) Nilson A., Bäck L., Fischer M. och Stadler C-G. Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse. Expertrapport för ENERGI 85. Rapport R 143:1984, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm 1984.
- (4) Andras Kasza, Annika Winberg. Från vått till torrt. Avfuktningssaggregat i torkrum. Byggeforskningsrådet. Rapport R 124:1985.
- (5) Nilson A, Fischer M, Norberg M och Walter A. Guldhedsprojektet. Energisparkvarter i Göteborg - Resultat från en energiombyggnad. En förhandsrapport hänförande till forskningsanslag 811115-4 från Statens råd för byggnadsforskning.
- (6) Kirtland C. Mead et al - SOLAR 85. Simulation modellering. D 21:84.
- (7) Lind J, Persson M och Pettersson S. Enkla program för beräkning av värmebalans. Byggeforskningsrådet. R 73:1981.

BILAGA 1

EXEMPEL PÅ BILDSKÄRM UTSKRIFT.

13 MAR 1985 17:00 TOTAL TID = 167,0 TIM MÄTTID = 167,0 TIM

GIVARE	MOMENTAN	MEDEL	TX-T8
1	18,5	18,103	26,79
2	13,6	12,733	21,42
3	22,2	23,149	31,83
4	22,4	23,021	31,71
5	22,1	22,408	31,09
6	20,7	21,077	29,76
7	42,7	40,367	49,05
8	- 6,6	- 8,693	

13 MAR 1985 18:00 TOTAL TID = 168,0 TIM MÄTTID = 168,0 TIM

GIVARE	MOMENTAN	MEDEL	TX-T8
1	18,4	18,104	26,78
2	13,4	12,736	21,41
3	21,8	23,145	31,82
4	22,5	23,019	31,69
5	21,8	22,407	31,08
6	20,4	21,076	29,75
7	42,2	40,373	49,05
8	- 7,6	- 8,688	

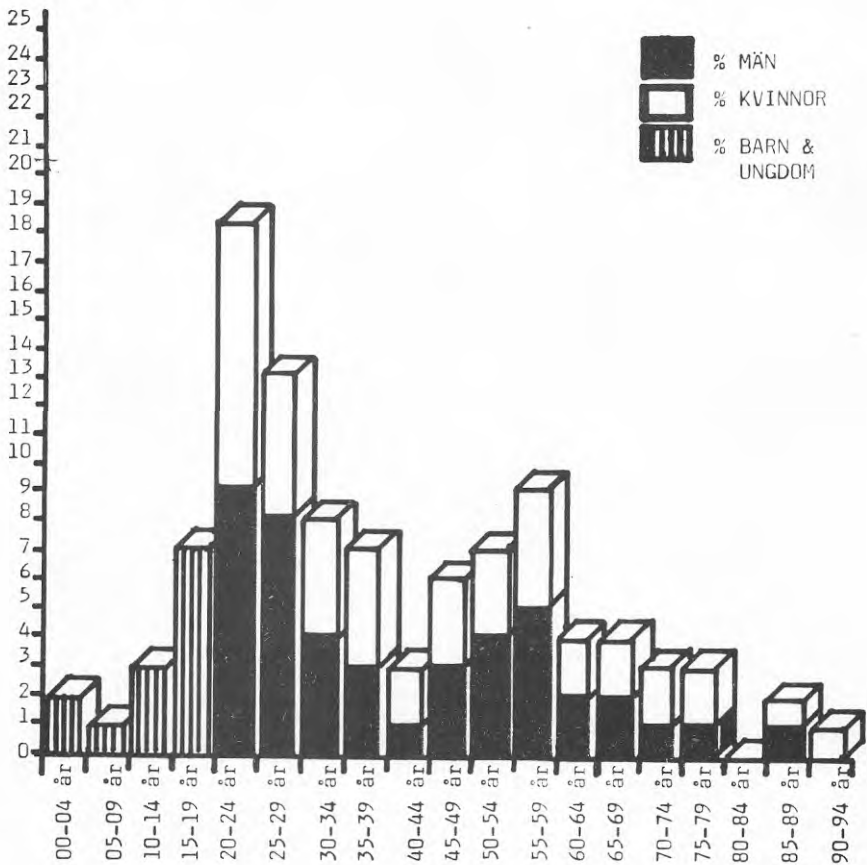
Figur 8.2 Exempel på nyttjande utskrift rutiner sedd i bildskärm från mätboxar (minnesenheter). (BILAGA)



BILAGA 2

ÅLDERSINDELNING AV BOENDET INOM ENERGISPAR-  
KVARTEREN BJÖRNEN OCH VARGEN I KIRUNA.

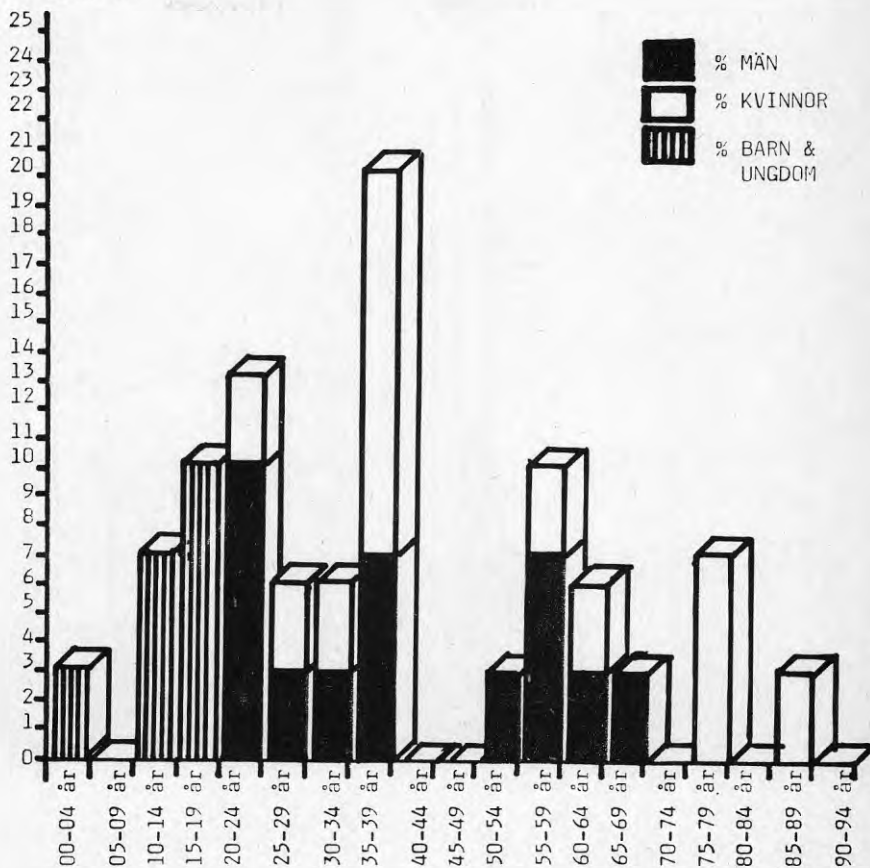
ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.1 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET TOTALT.  
KÖNSFÖRDELNING I OMRÅDET:  
MÄN 41%,KVINNOR 46% OCH BARN & UNGDOM  
13%.TOTALT 181 INNEBOENDE.

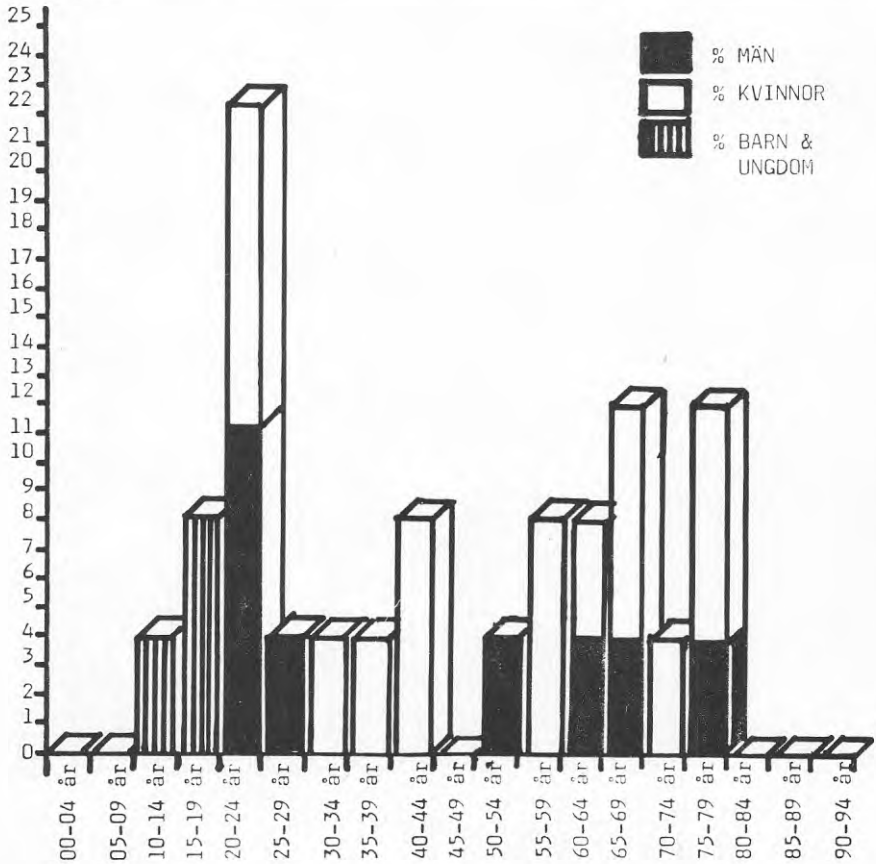
ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.2 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET I HUS A.  
KÖNSFÖRDELNING I HUSET ÄR:  
MÄN 40%, KVINNOR 40% OCH BARN & UNGDOM  
20%. INVENTERINGEN UTFÖRD I JANUARI 1985.  
TOTALT 30 inneboende.

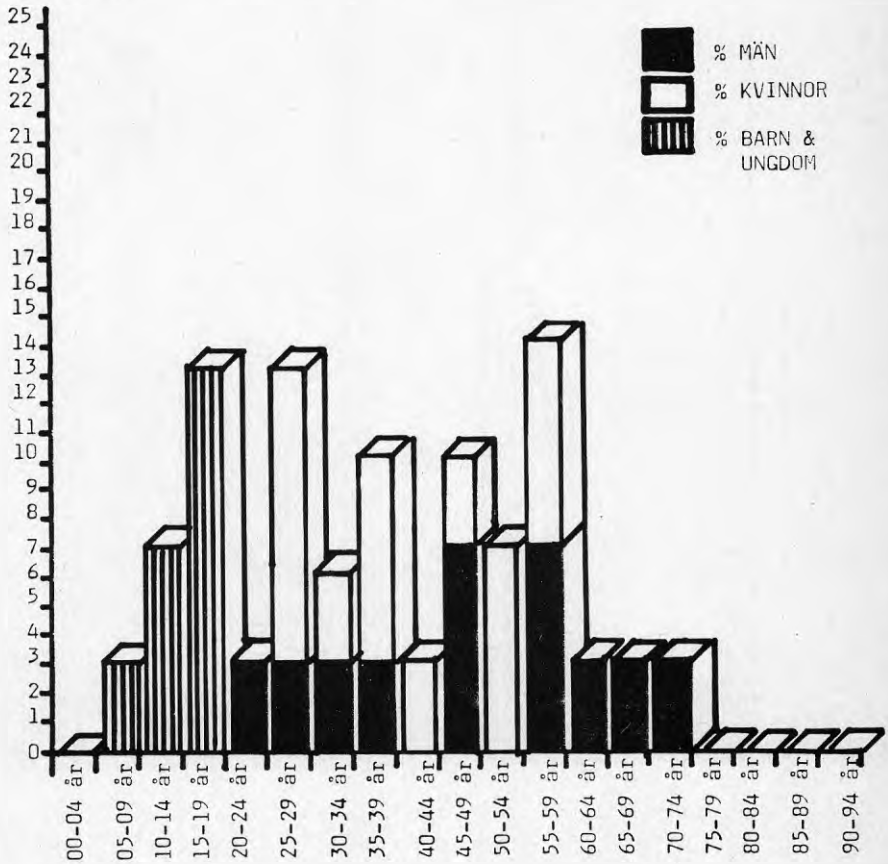
ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.3 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET I HUS B.  
KÖNSFÖRDELNING I HUSET ÄR:  
MÄN 31%,KVINNOR 58% OCH BARN & UNGDOM  
11%.INVENTERINGEN UTFÖRD I JANUARI 1985.  
TOTALT 26 INNEBOENDE.

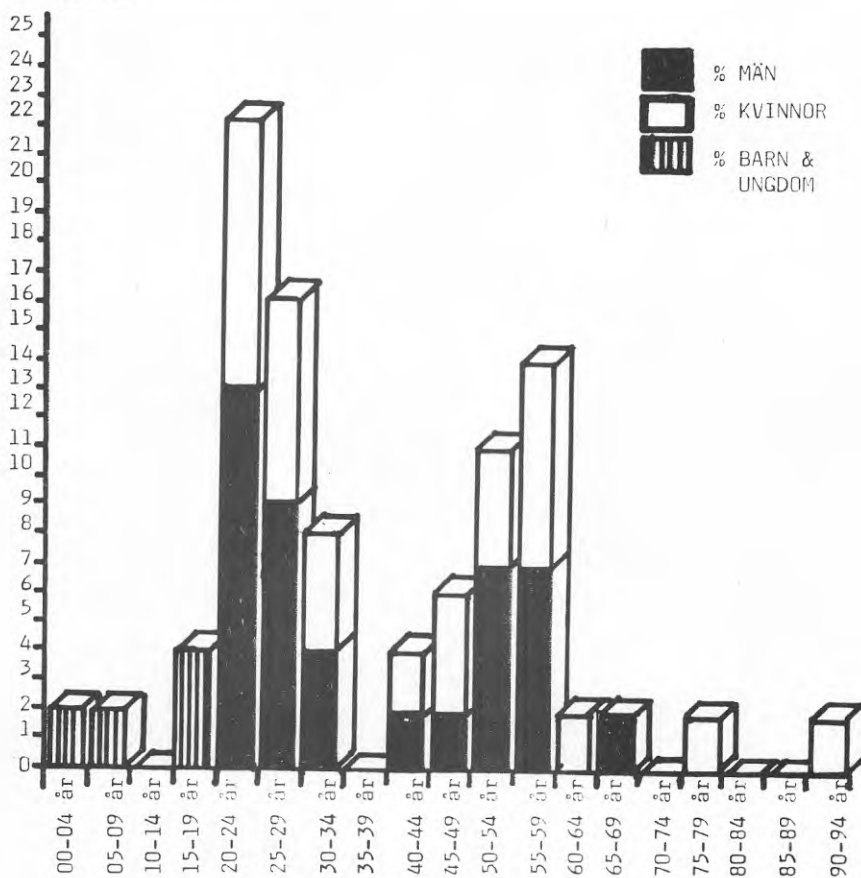
ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.4 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET I HUS C.  
KÖNSFÖRDELNING I HUSET ÄR :  
MÄN 37%,KVINNOR 40% OCH BARN & UNGDOM  
23%.INVENTERING UTFÖRD I JANUARI 1985.  
TOTALT 30 INNEBOENDE.

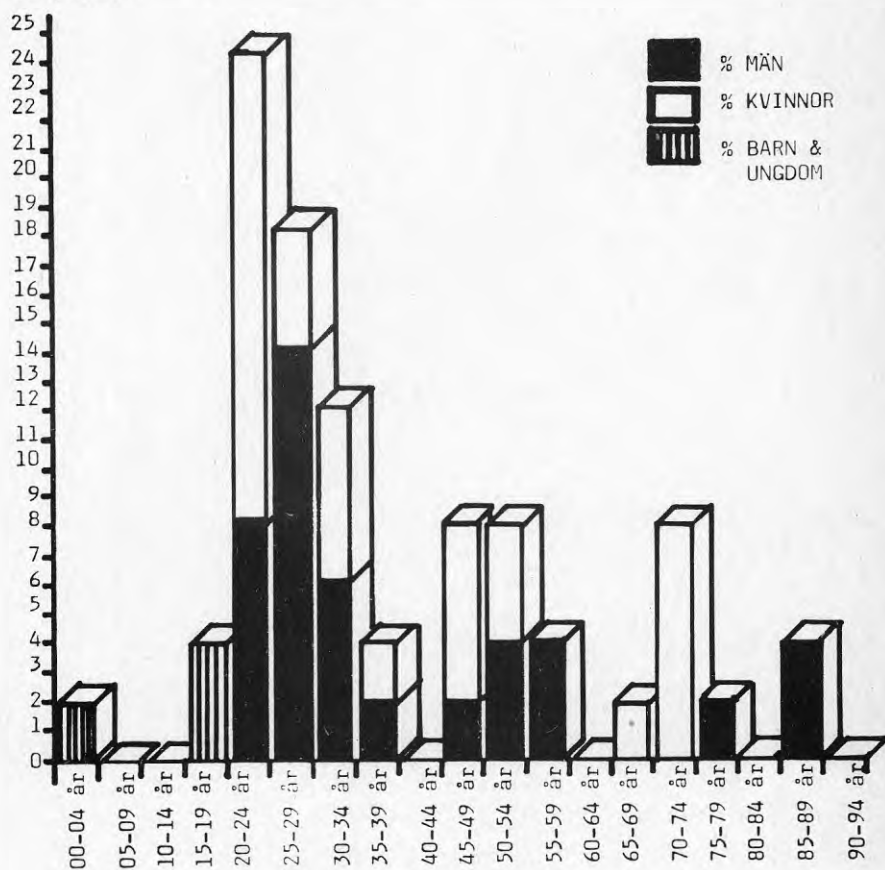
ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.5 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET I HUS D.  
KÖNSFÖRDELNINGEN I HUSET ÄR:  
MÄN 47%, KVINNOR 44% OCH BARN & UNGDOM  
9%. INVENTERINGEN UTFÖRD I JANUARI 1985.  
TOTALT 45 INNEBOENDE.

ÅLDERSINDELNING i %  
av boendet



Ålders gruppering i 5 års intervall

Diagram 4.6 ÅLDERSINDELNING AV BOENDET I HUS E.  
KÖNSFÖRDELNING I HUSET ÄR:  
MÄN 46%, KVINNOR 48% OCH BARN & UNGDOM  
6%. INVENTERINGEN UTFÖRD I JANUARI 1985.  
TOTALT 50 INNEBOENDE.

BILAGA 3

ENERGISIGNATURER FÖRE/EFTER INOM ENERGISPAR-  
KVARTERET BJÖRNEN OCH VARGEN I KIRUNA.



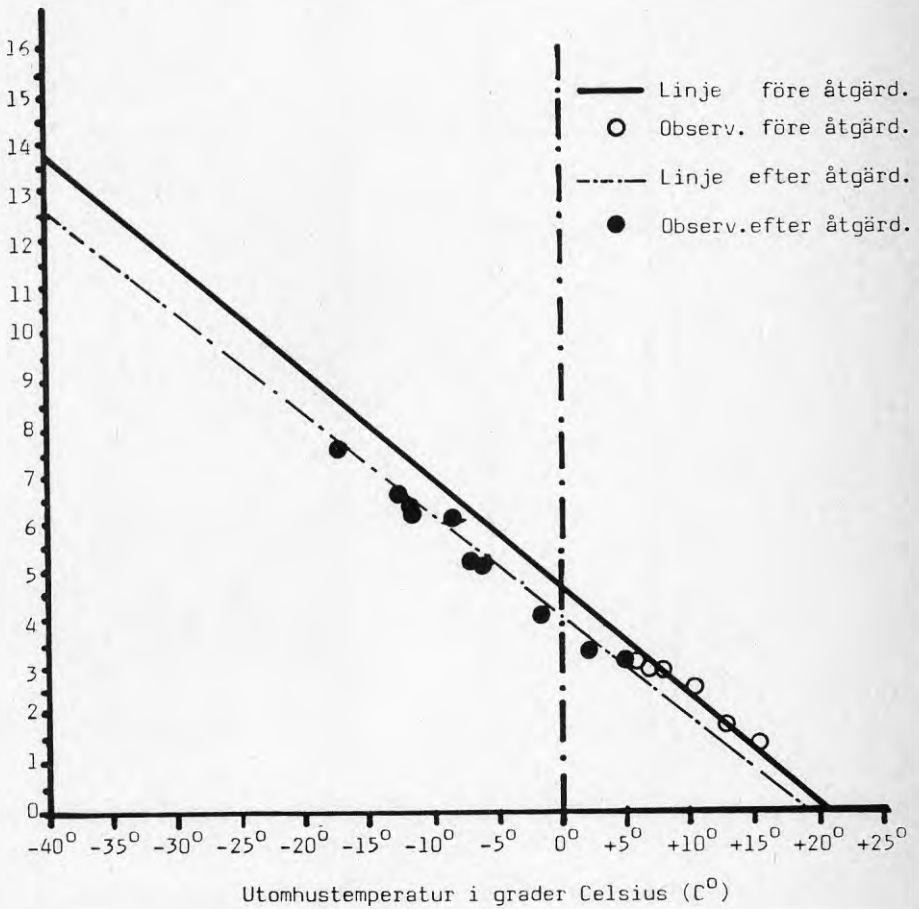
KWh / m<sup>2</sup> BRAp, vecka

Diagram 9.1 ENERGISIGNATURER FÖRE RESP. EFTER ÅTGÄRDER.

PRIMÄR BRUKSAREA = 1082 m<sup>2</sup> BRAp  
 FÖRE ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1984.  
 EFTER ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1985.  
 ÅTGÄRDSPAKET I HUS A.

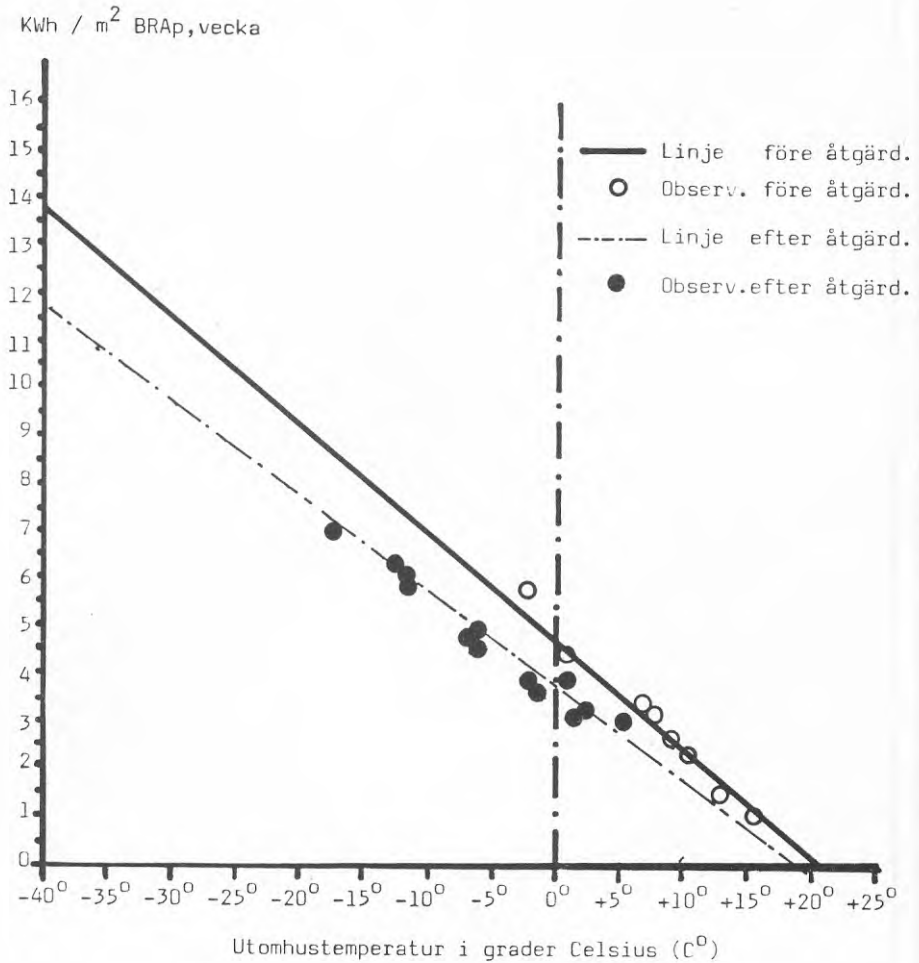


Diagram 9.2 ENERGISIGNATURER FÖRE RESP. EFTER ÅTGÄRDER.

PRIMÄR BRUKSAREA = 1100 m<sup>2</sup> BRÄP.

FÖRE ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1984.

EFTER ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1985.

ÅTGÄRDSPAKET I HUS B.

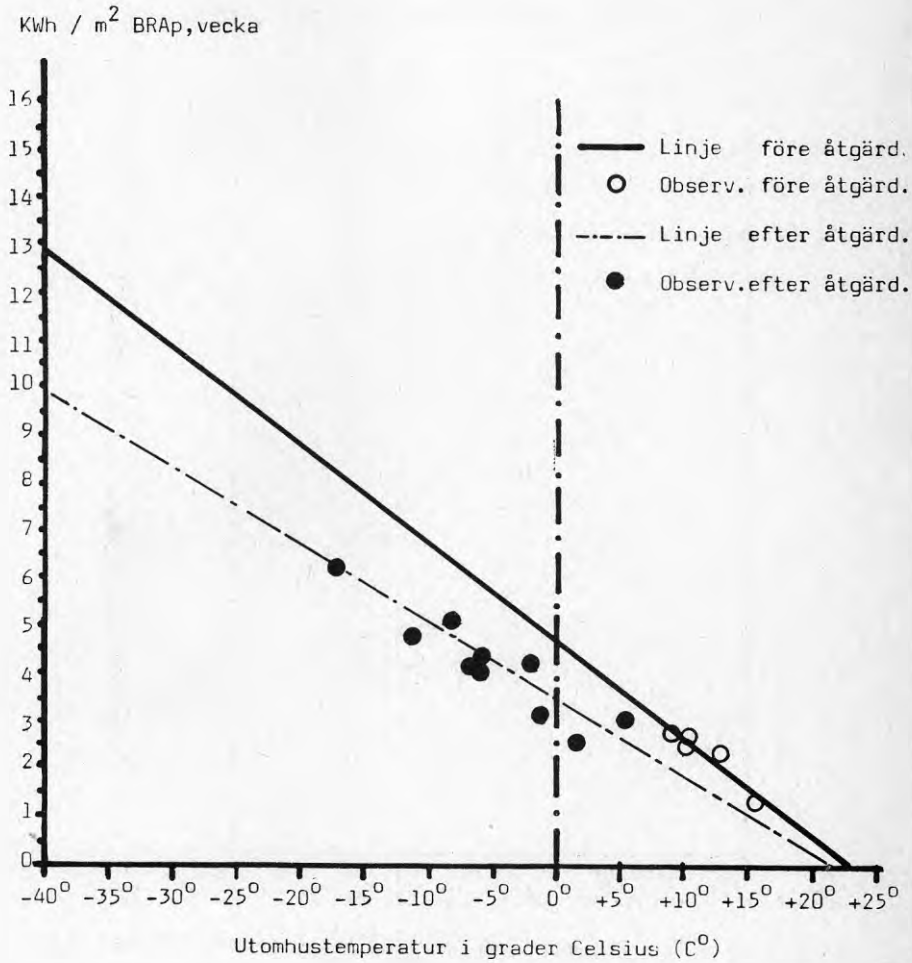


Diagram 9.3 ENERGISIGNATURER FÖRE RESP. EFTER ÅTGÄRDER.

PRIMÄR BRUKSAREA = 1082 m<sup>2</sup> BRAP.

FÖRE ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1984.

EFTER ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1985.

ÅTGÄRDSPAKET I HUS C (TOTAL HUSET).

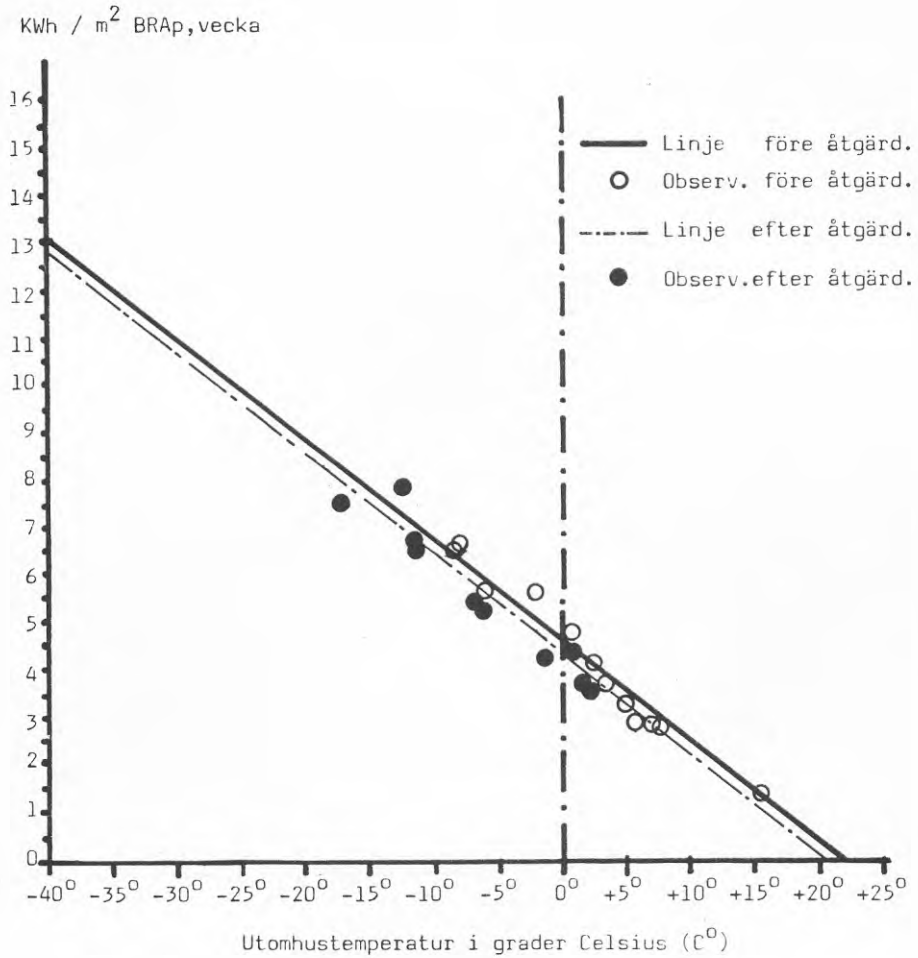


Diagram 9.4 ENERGISIGNATURER FÖRE RESP. EFTER ÅTGÄRDER.

PRIMÄR BRUKSAREA = 2170 m<sup>2</sup> BRÅp.

FÖRE ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1984.

EFTER ÅTGÄRD INNEBÄR ÅR 1985.

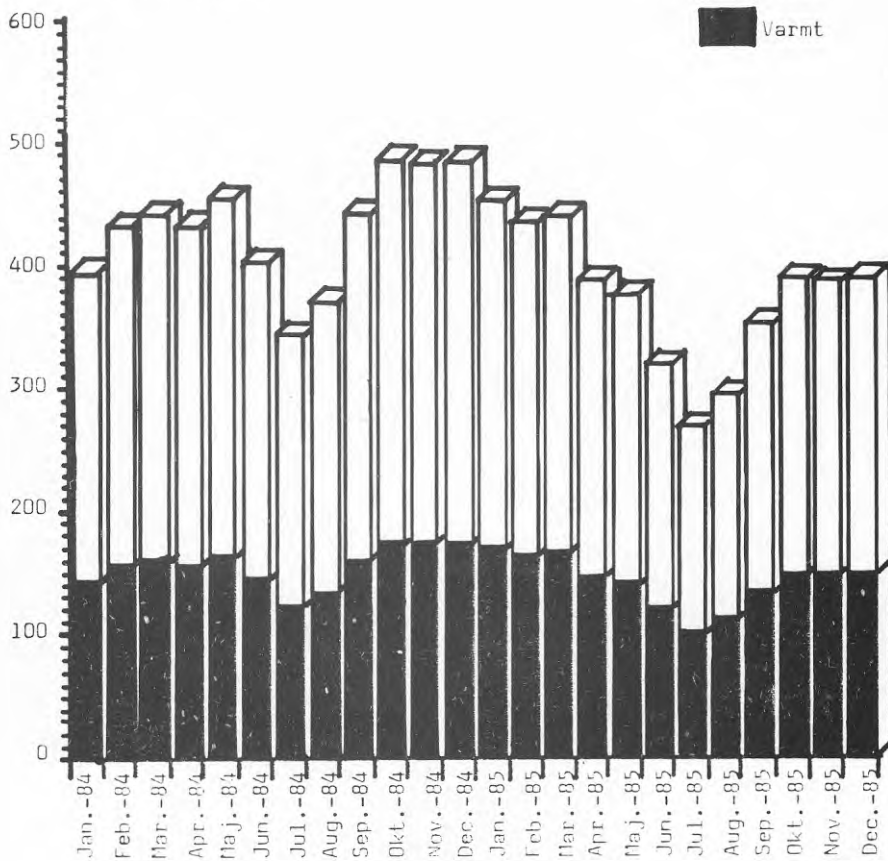
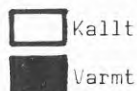
ÅTGÄRDSPAKET I HUS E.

BILAGA 4

GENOMSnittlig VATTENFÖRBRUKNING INOM ENERGI-  
SPARKVARTERET BJÖRNEN OCH VARGEN I KIRUNA.

Vattenförbrukning  
LITER / LÄGENHET, DYGN

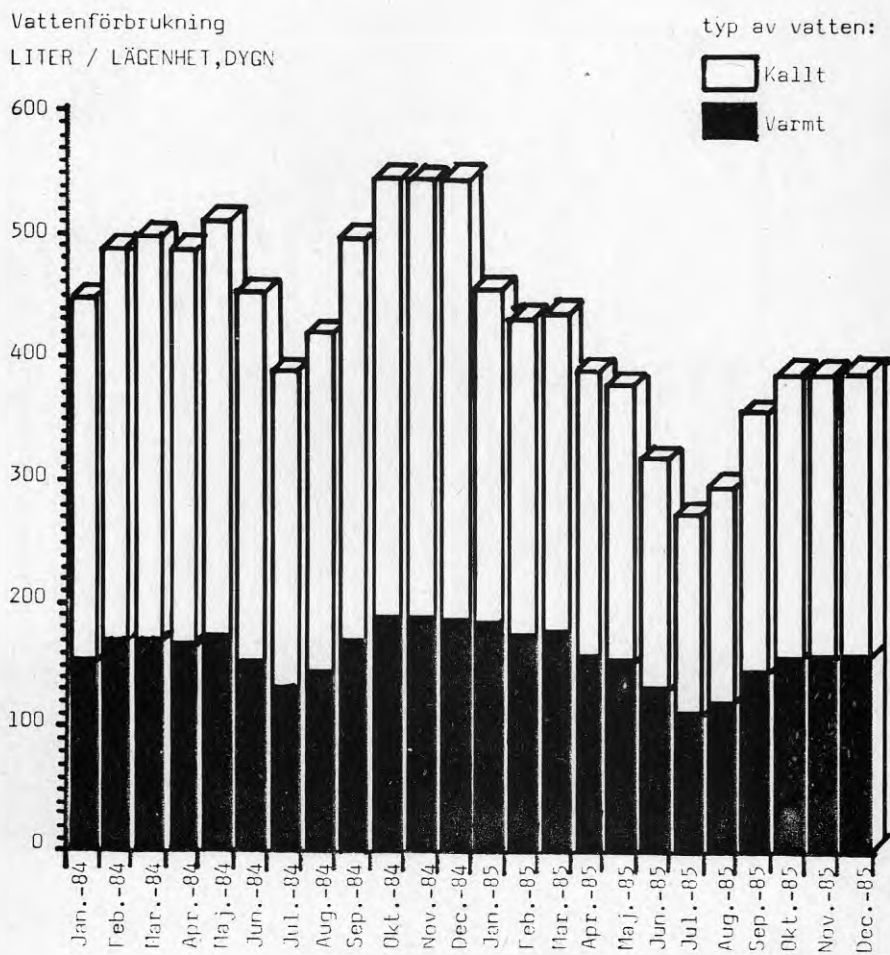
typ av vatten:



Månader under tiden 1984 - 1985.

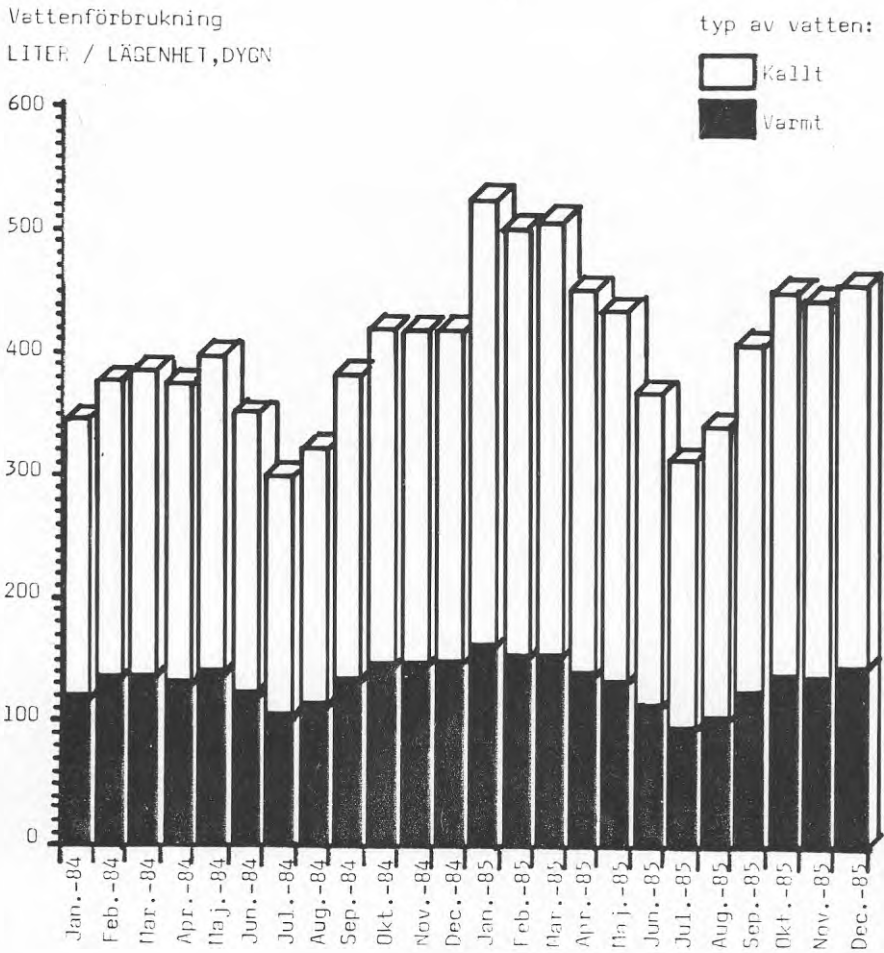
Diagram 10.1

GENOMSNITTLIG VATTENFÖRBRUKNING TOTALT INOM ENERGISPARKVARTERET UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER /LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.



Månader under tiden 1984 - 1985.

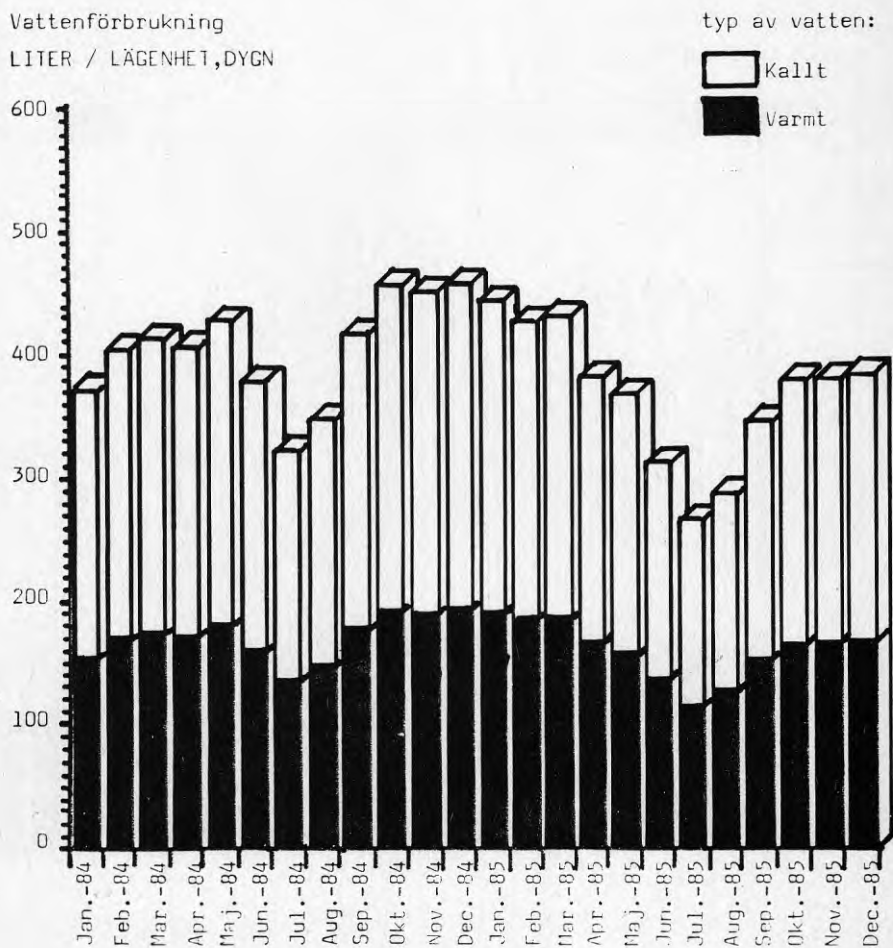
Diagram 10.2 GENOMSnittlig VATTEN FÖRBRUKNING I HUS A UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER / LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.



Månader under tiden 1984 - 1985.

Diagram 10.3 GENOMSnittlig VATTEN FÖRBRUKNING I HUS B UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER / LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.



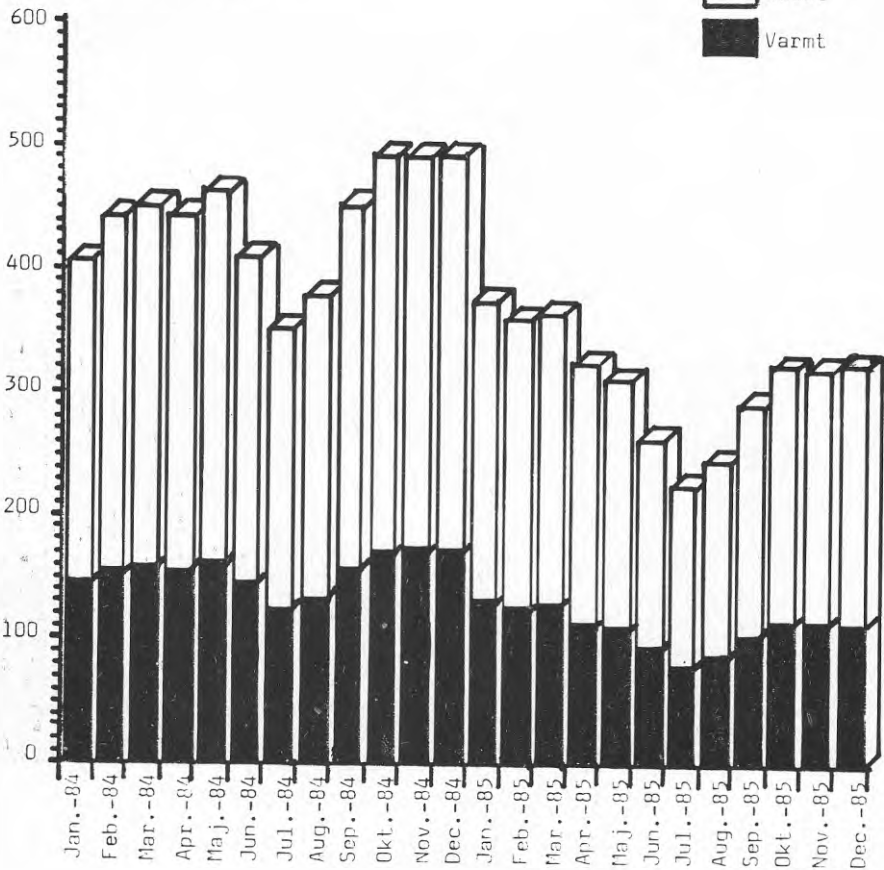


Månader under tiden 1984 - 1985.

Diagram 10.4 GENOMSNITTLIG VATTEN FÖRBRUKNING I HUS C UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER / LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.

Vattenförbrukning  
LITER / LÄGENHET, DYGN

typ av vatten:



Månader under tiden 1984 - 1985.

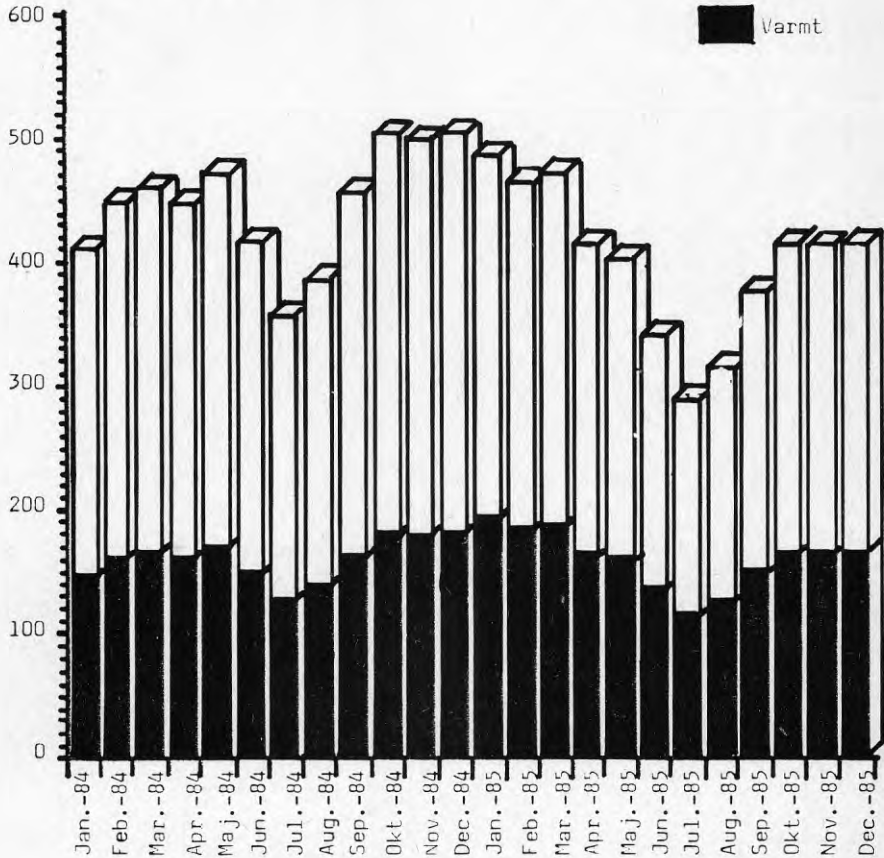
Diagram 10.5 GENOMSNITTLIG VATTEN FÖRBRUKNING I HUS D UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M. DECEMBER 1985. FÖRBRUKNING I LITER / LÄGENHET OCH DYGN, MÅNADSVIS.

## Vattenförbrukning

LITER / LÄGENHET, DYGN

typ av vatten:

 Kallt

 Varmt


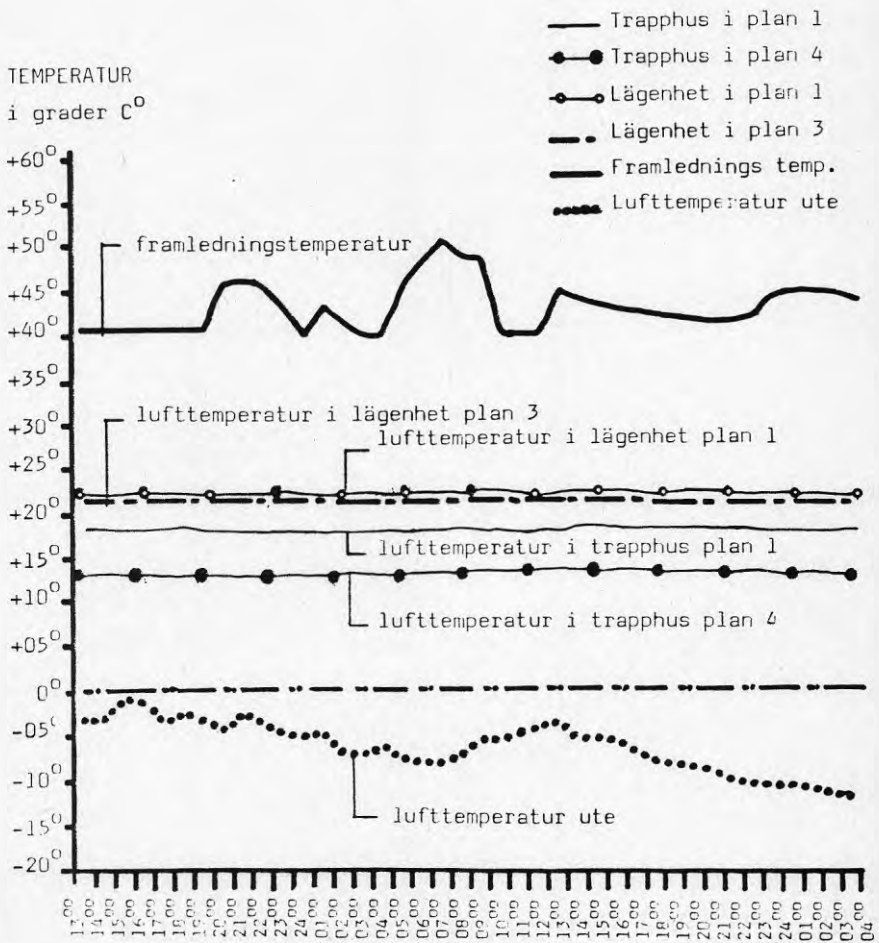
Månader under tiden 1984 - 1985.

Diagram 10.6

GENOMSNIITTLIG VATTEN FÖRBRUKNING I HUS E  
UNDER PERIODEN JANUARI 1984 T.O.M.  
DECEMBER 1985.  
FÖRBRUKNING I LITER / LÄGENHET OCH DYGN,  
MÅNADSVIS.

BILAGA 5

EXEMPEL PÅ TIMVISA MOMENTANTEMPERATURER I  
HUS D.



Klockslag avseende 1-timmes observationer

Diagram 10.7 TIMVISA TEMPERATURER I HUS D.  
OBSERVATIONER GJORDA UNDER  
PERIODEN 1985-03-12 T.O.M. 1985-03-14.

BILAGA 6

MEDELTEMPERATURER INOM- OCH UTOM HUS I  
ENERGISPARKVARTERET BJÖRNEN OCH VARGEN  
I KIRUNA.

TEMPERATUR  
i grader C<sup>o</sup>

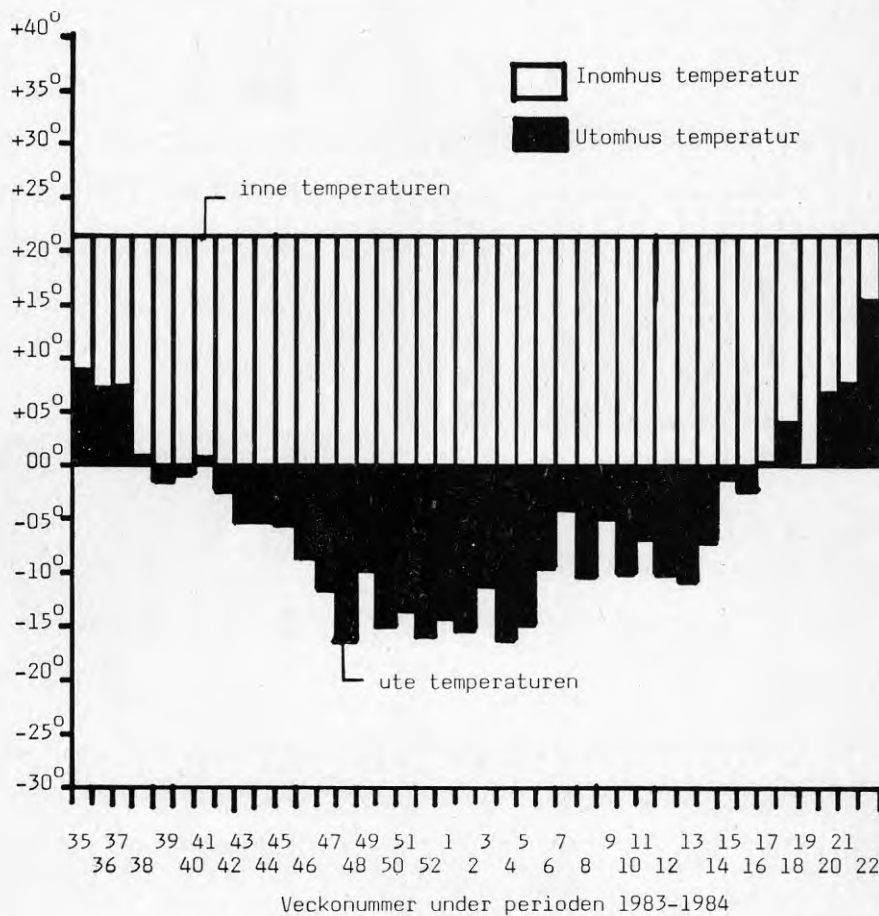
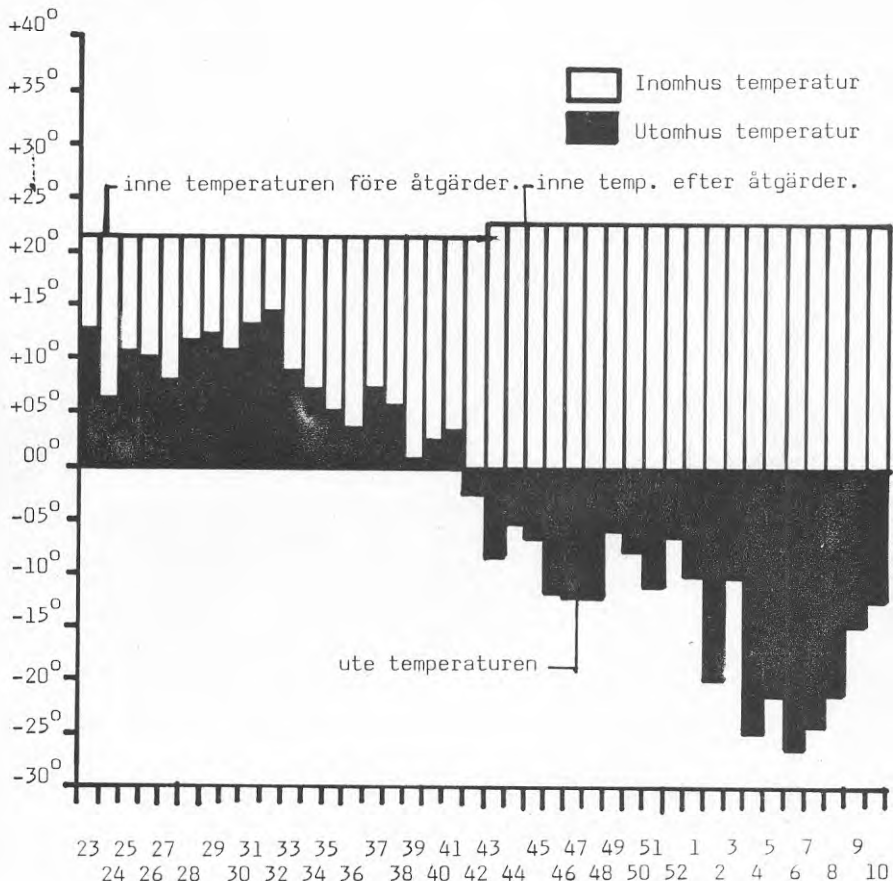


Diagram 10.8 MEDELTEMPERATURER INOM- OCH UTOMHUS  
UPPMÄTTA INOM ENERGISPARKVARTERET  
UNDER PERIODEN VECKA 35 1983 T.O.M.  
VECKA 22 1984.

TEMPERATUR  
i grader C°

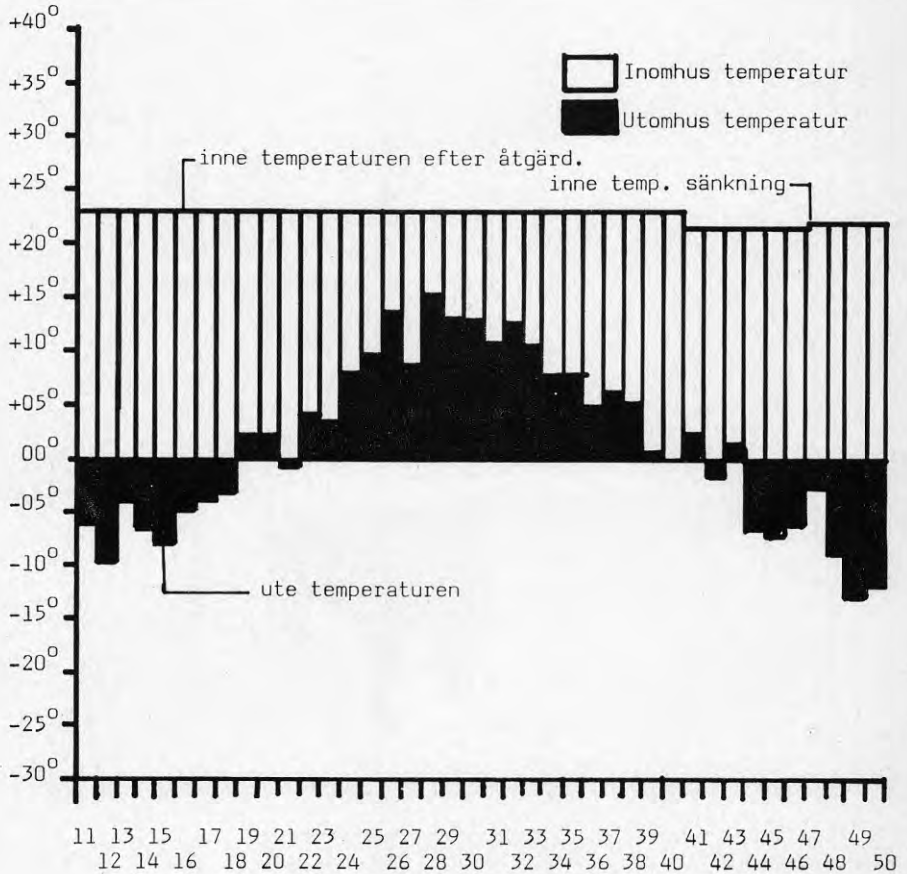


Veckonummer under perioden 1984-1985

Diagram 10.9 MEDELTEMPERATURER INOM- OCH UTOMHUS, UPPMÄTTA INOM ENERGISPARKVARTERET UNDER PERIODEN VECKA 23 1984 T.O.M. VECKA 10 1985.



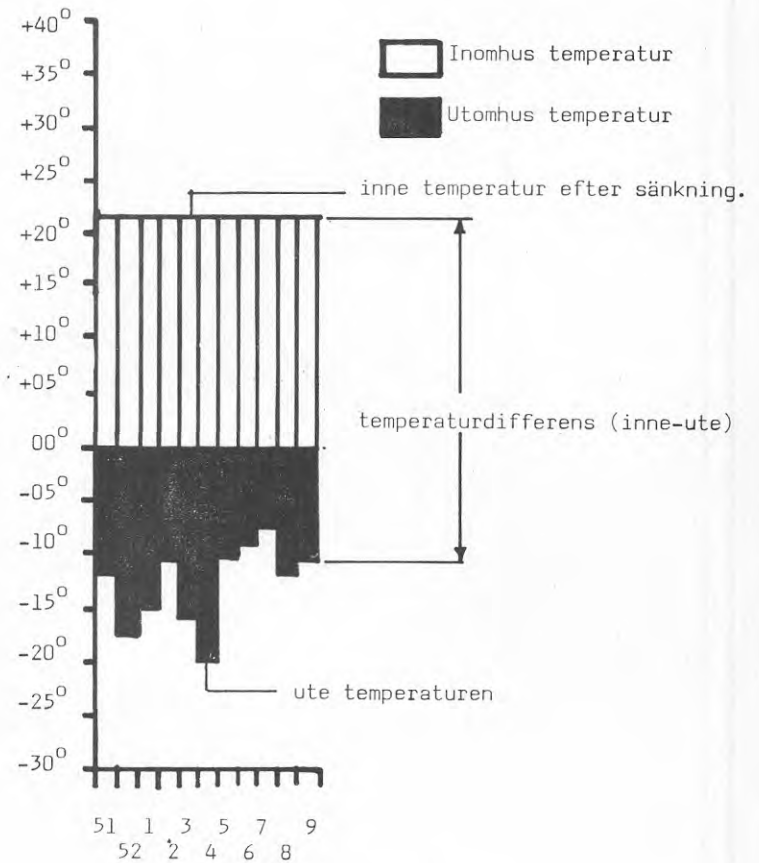
TEMPERATUR  
i grader C<sup>o</sup>



Veckonummer under perioden 1985

Diagram 10.10 MEDELTEMPERATURER INOM- OCH UTMOMHUS,  
UPPMÄTTA INOM ENERGISPARKVARTERET  
UNDER PERIODEN VECKA 11 1985 T.O.M.  
VECKA 50 1985.

TEMPERATUR<sup>o</sup>  
i grader C<sup>o</sup>



Veckonummer under perioden 1985

Diagram 10.11 MEDELTEMPERATURER INOM- OCH UTOMHUS UPPMÄTTA INOM ENERGISPARKVARTERET UNDER PERIODEN VECKA 51 1985 T.O.M. VECKA 9 1985.

BILAGA 7

EXEMPEL PÅ MOMENTANA FASADTEMPERATURER  
RESPEKTIVE FASADTEMPERATURER DISTANS-  
VÄGG. (AVSER LUFTTEMPERATURER).

# Energi projekt - 86

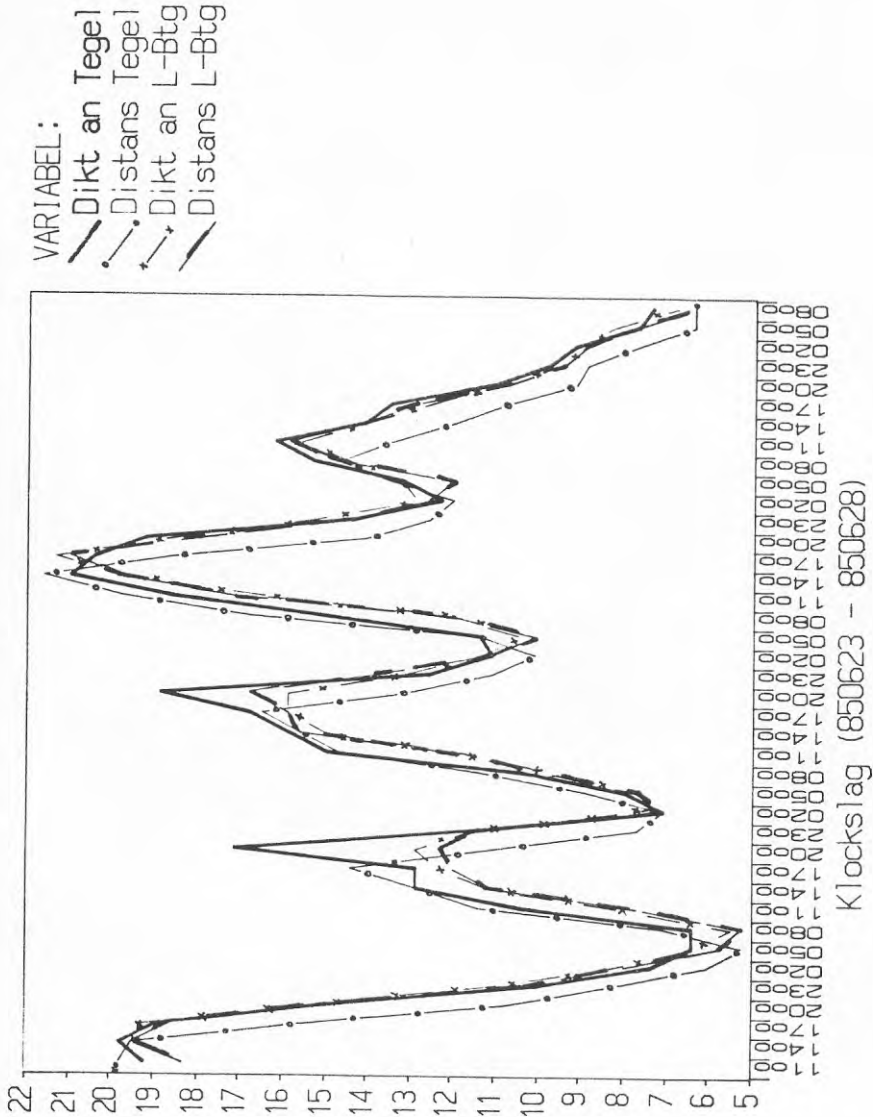
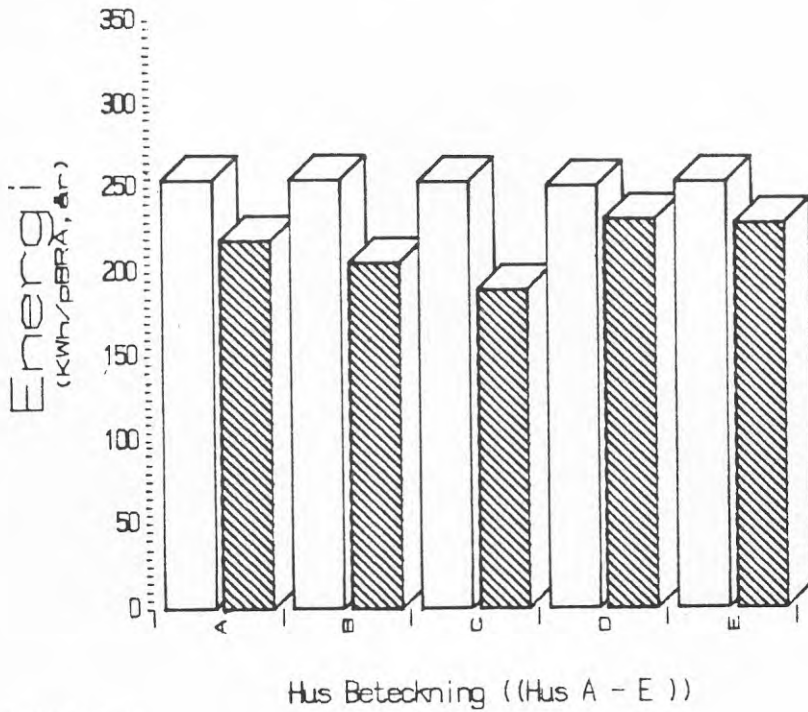


Diagram 10.12 MOMENTAN FASADTEMPERATURER RESP. FASADS TEMPERATUR DISTANS VÄGG, TEGEL. AVSER DEN NYA FASADBEKLÄDNADEN. L-BTG AVSER DEN TIDIGARE BEKLÄDNADEN.

BILAGA 8

TOTAL NORMALÅRSFÖRBRUKNING HUSVIS FÖRE/EFTER  
ÅTGÄRDER. ENDAST UPPVÄRMNING OCH VENTILATION.

## Energiprojekt - 86



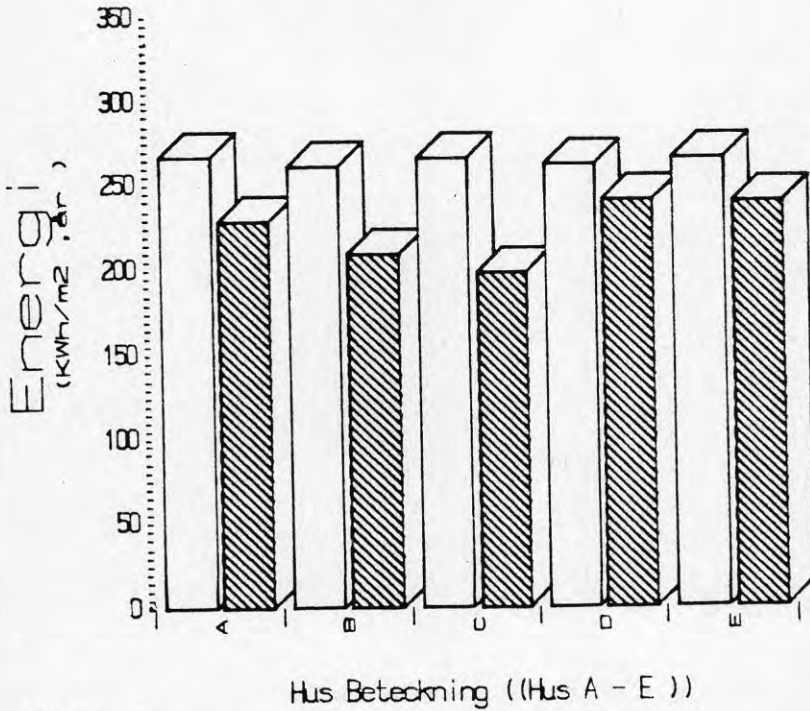
VARIABEL:

□ Förförbrukning.

▨ Efterförbrukning

Diagram 10.13 Total normalårsförbrukning  
Husvis i kWh/m<sup>2</sup> p BRA och år.  
Uppvärmning och ventilation.

## Energiprojekt - 86



VARIABLE:

□ Förförbrukning.

▨ Efterförbrukning

Diagram 10.14

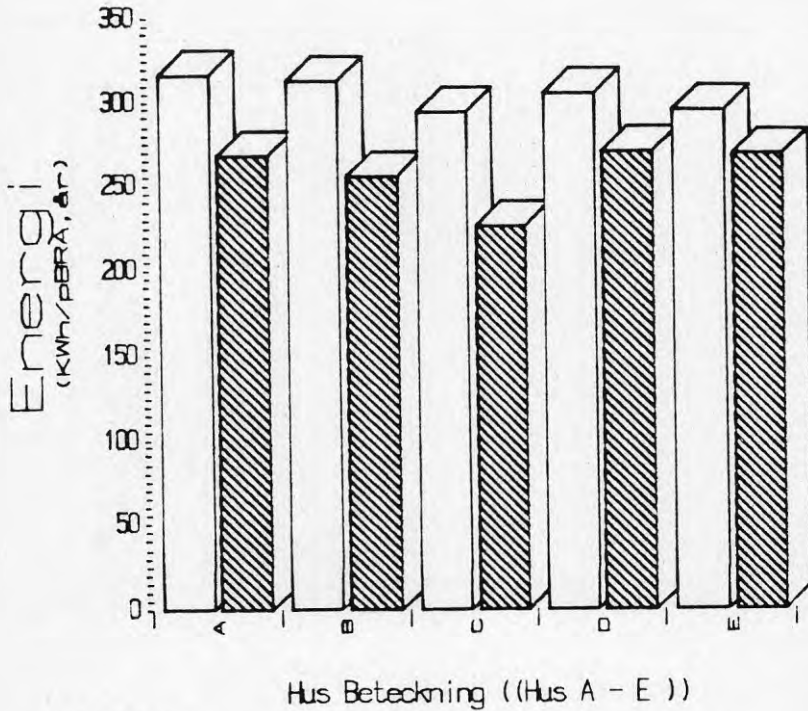
Total normalårsförbrukning  
Husvis i kWh/m<sup>2</sup> lgy och år.  
Uppvärmning och ventilation

BILAGA 9

TOTAL NORMALÅRSFÖRBRUKNING HUSVIS FÖRE/EFTER  
UPPVÄRMNING, TAPPVARMVATTEN OCH TORKAGGREGAT.



## Energiprojekt - 86



VARIABEL:

□ Förförbrukning.

▨ Efterförbrukning

Diagram 10.15

Total normalårsförbrukning

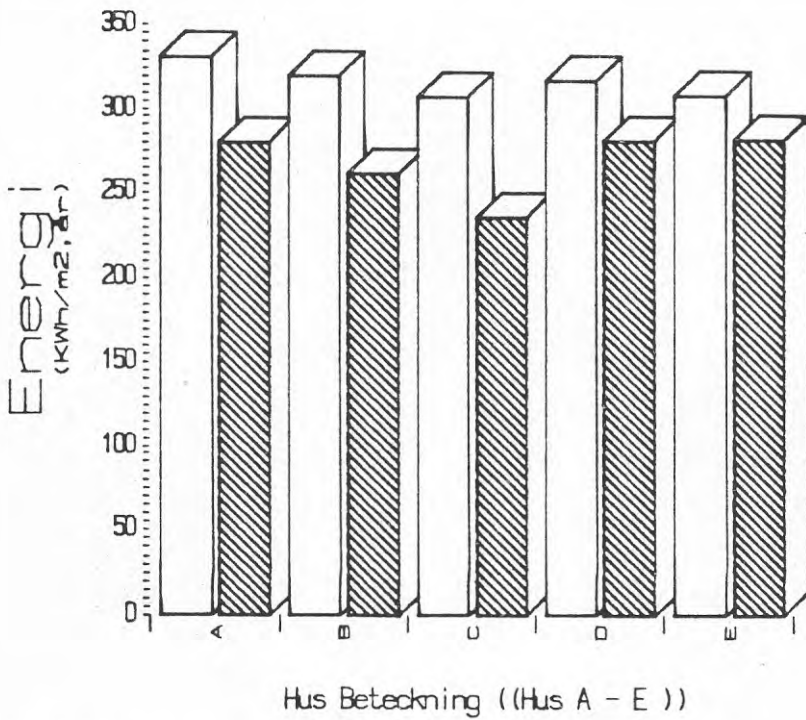
Husvis

Uppvärmning, VV-beredning

Torkaggregat (utom Hus C.)

I kWh/m<sup>2</sup> p BRA och år.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:

□ Förförbrukning.

▨ Efterförbrukning

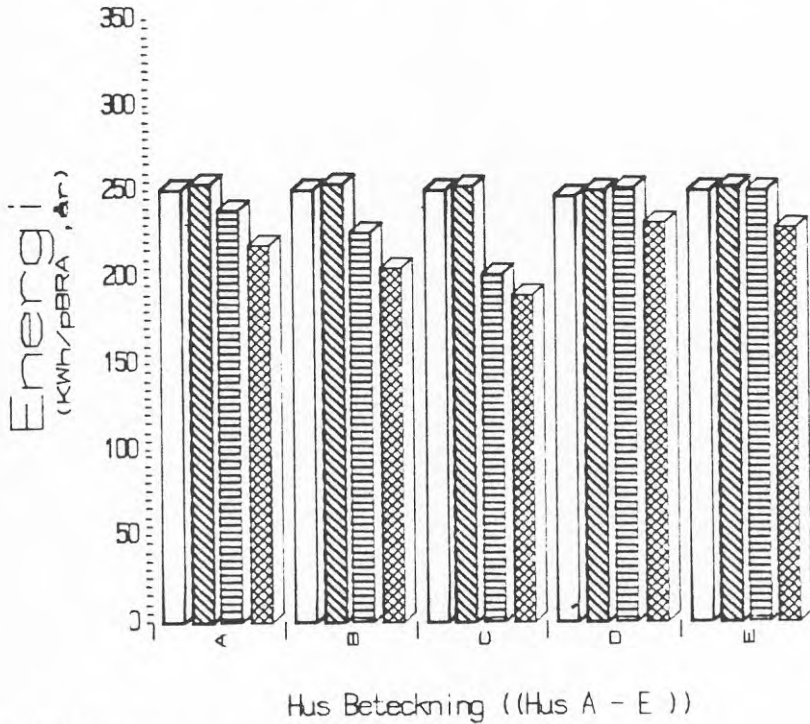
Diagram 10.16

Total normalårsförbrukning.  
 Husvis i kWh/m<sup>2</sup> lgy, år.  
 Uppvärmning, VV-beredning  
 Torkaggregat (utom Hus C.)

BILAGA 10

TOTAL VERKLIG OCH NORMERAD FÖRBRUKNING HUSVIS.  
ENDAST UPPVÄRMNING OCH VENTILATION.

## Energiprojekt - 86

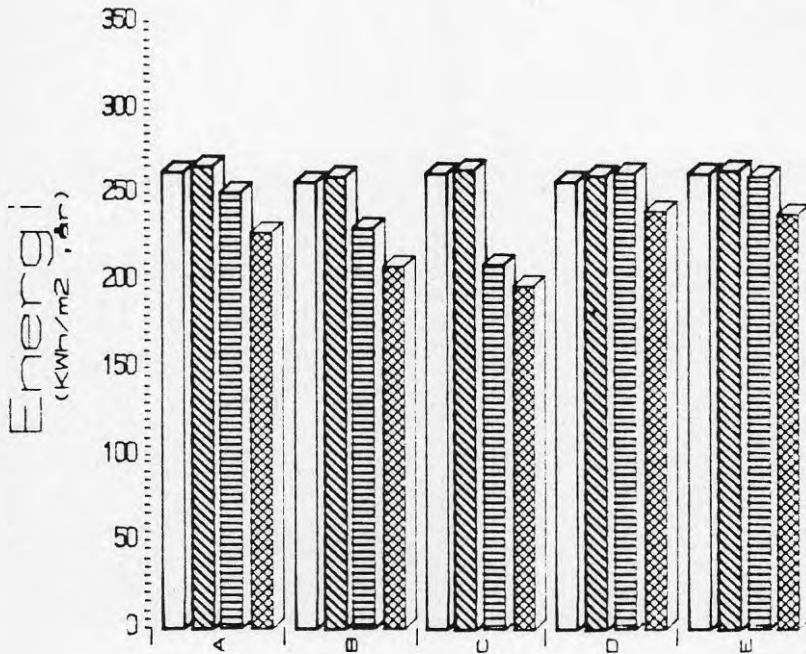


VARIABEL:

- Verkl. Förförbr.
- ▨ Norm. Förförbr.
- ▤ Verkl. Efterförbr.
- ▩ Norm. Efterförbr.

Diagram 10.17 Total verklig och normerad  
Förbrukning husvis.  
Uppvärmning och ventilation.  
I kWh/m<sup>2</sup> p BRA och år.

## Energiprojekt - 86



Hus Beteckning ((Hus A - E))

VARIABEL:

□ Verkl. Förförbr.

▨ Norm. Förförbr.

▤ Verkl. Efterförbr.

▩ Norm. Efterförbr.

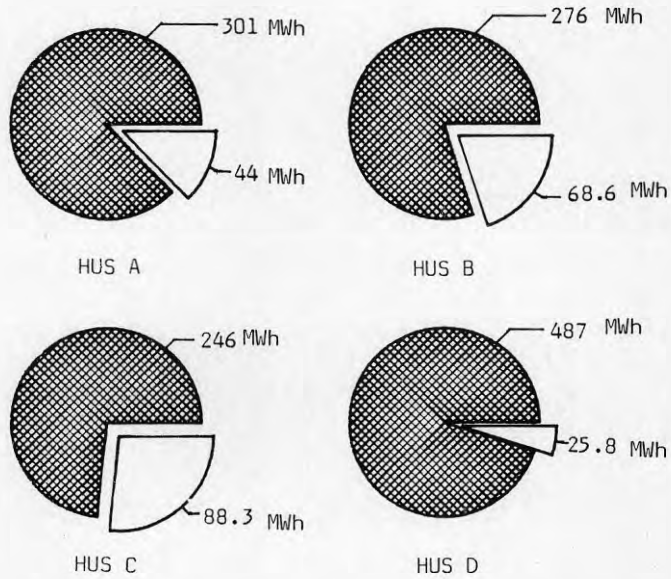
Diagram 10.18

Total verklig och normerad  
Förbrukning husvis.  
Uppvärmning och ventilation.  
I kWh/m<sup>2</sup> lgy och år.

BILAGA 11

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR ENERGIFÖRBRUKNINGSPROGNOS I MWH/ÅR. INKLUDERAR TRANSMISSION, VENTILATION SAMT TAPPVARMVATTEN.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:


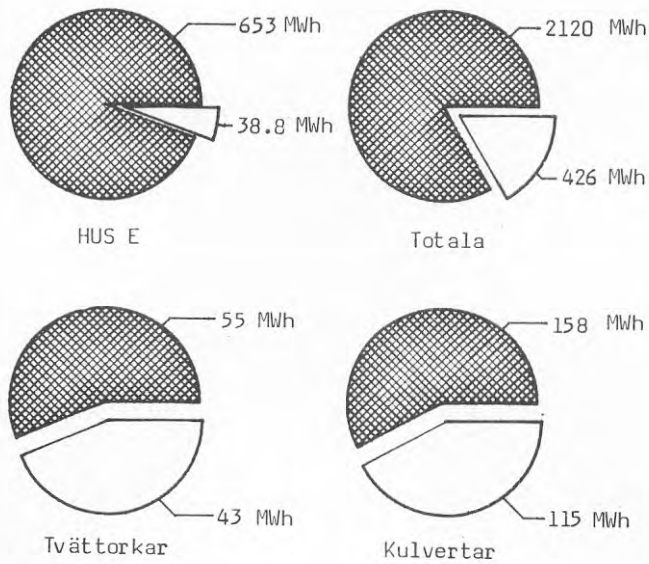
 ENERGI -85  
 BESPARING -85

Diagram 10.19

Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i MWh/år husvis. Prognosen inkluderar transmission, ventilation samt tappvarmvatten.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:  
 ■ ENERGI -86  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.20

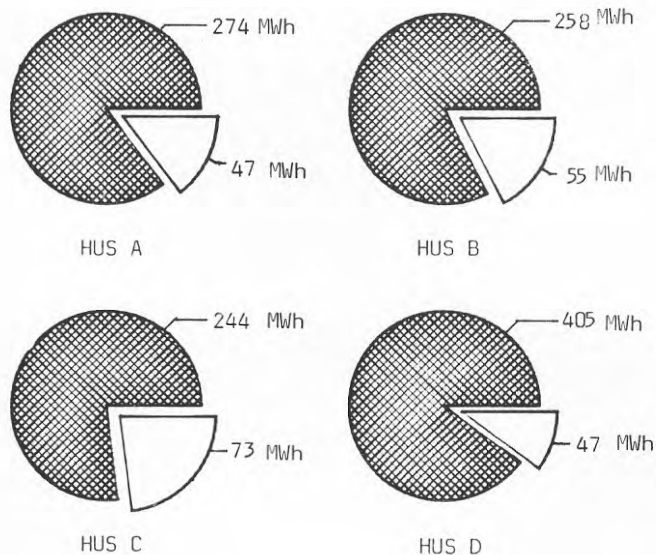
Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i MWh/år för Hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området. Prognosen inkluderar transmission, ventilation samt tappvarmvatten.



BILAGA 12

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR VERKLIG ENERGI-  
FÖRBRUKNING I MWH/ÅR. INKLUDERAR TRANSMISSION,  
VENTILATION SAMT TAPPVARMVATTEN.

## Energiprojekt - 86

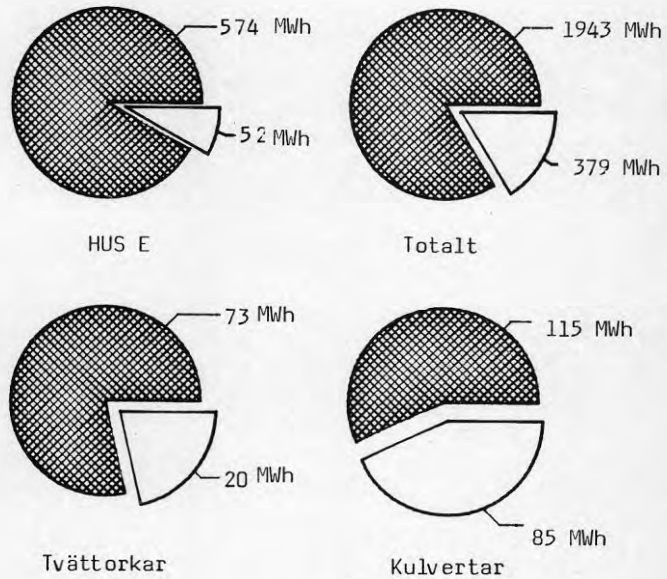


VARIABEL:  
 ▨ ENERGI -85  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.21

Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i MWh/år husvis. Förbrukningen inkluderar transmission, ventilation (under normal år) samt tappvarmvatten.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:  
 ▨ ENERGI -85  
 □ BESPARING -86

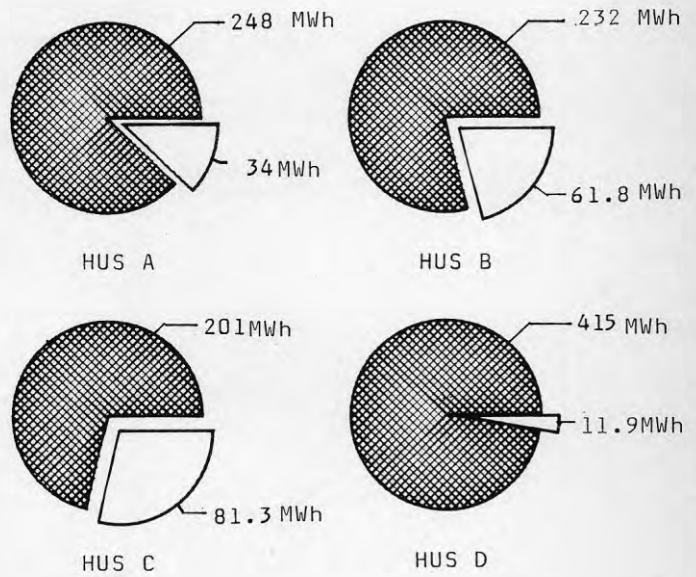
Diagram 10.22

Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i MWh/år för Hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar inom området. Förbrukningen inkluderar transmission, ventilation (under normal år) samt tappvarmvatten.

BILAGA 13

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR ENERGIFÖR-  
BRUKNINGENS PROGNOSES I MWH/ÅR. INKLUDERAR  
ENDAST TRANSMISSION OCH VENTILATION.

## Energiprojekt - 86

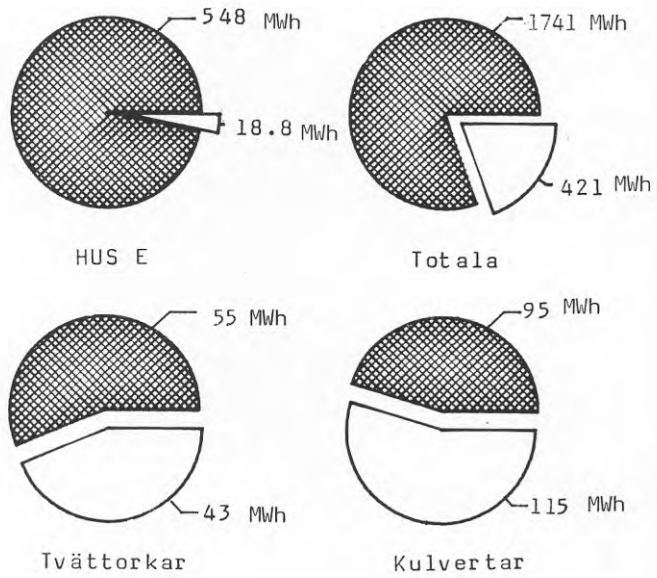


VARIABEL:  
 ■ ENERGI -85  
 □ BESPARING -85

Diagram 10.23

Cirkelpresentation som visar energiförbruknings prognos i MWh/år och husvis. Prognosen inkluderar endast transmission och ventilation.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:  
 ENERGI -86  
 BESPARING -86

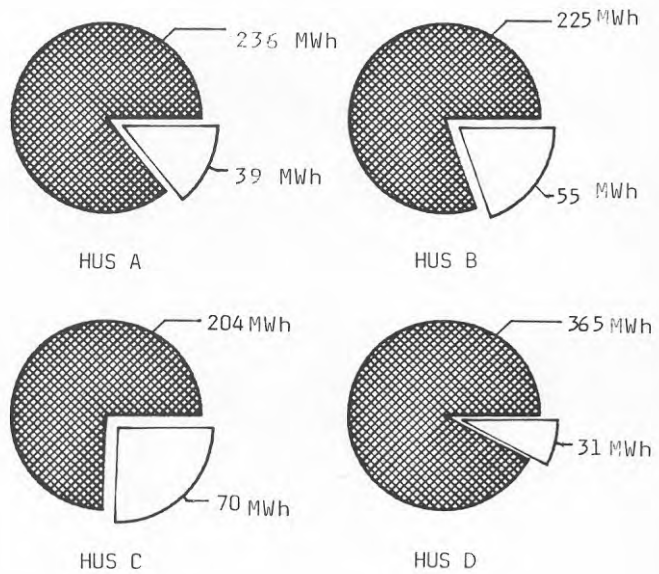
Diagram 10.24

Cirkelpresentation som visar energiförbrukningsprognos i MWh/år för HUS E. Totalt tvättorkar och kulvertar. Prognosen inkluderar endast transmission och ventilation.


BILAGA 14

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR VERKLIG  
ENERGIFÖRBRUKNING I MWH/ÅR. INKLUDERAR  
ENDAST TRANSMISSION OCH VENTILATION.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:

 ENERGI -86

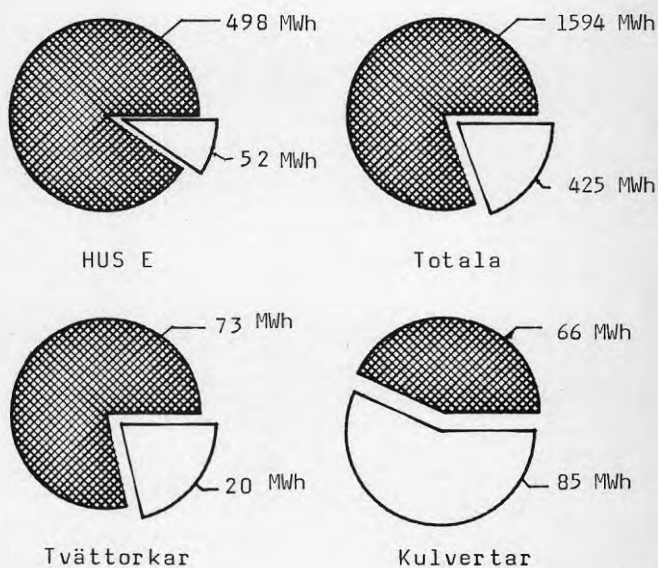
 BESPARING -86

Diagram 10.25

Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i MWh/år husvis. Förbrukningen inkluderar endast transmission och ventilation under normalår.



## Energiprojekt - 86



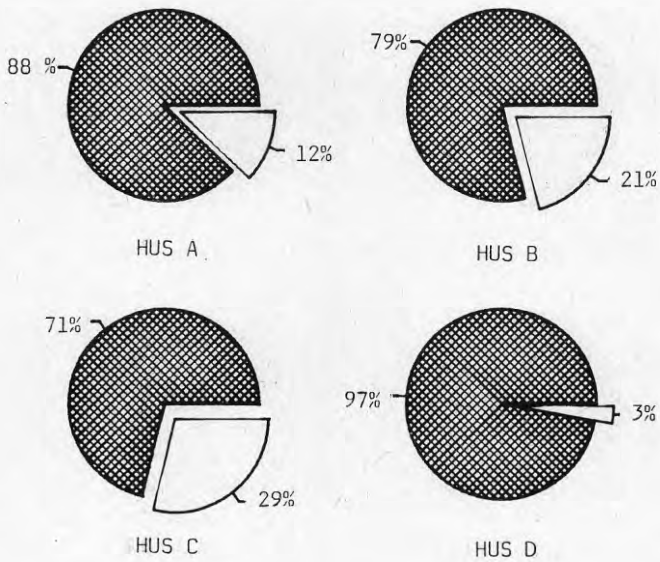
VARIABEL:  
 ■ ENERGI -85  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.26 Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i MWh/år för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar. Förbrukningen inkluderar endast transmission och ventilation under normalår.

BILAGA 15

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR ENERGIFÖRBRUK-  
NINGENS PROGNOSE I % AV 1984 ÅRS NORMALÅRS-  
FÖRBRUKNING. INKLUDERAR ENDAST TRANSMISSION  
OCH VENTILATION.

## Energiprojekt - 86

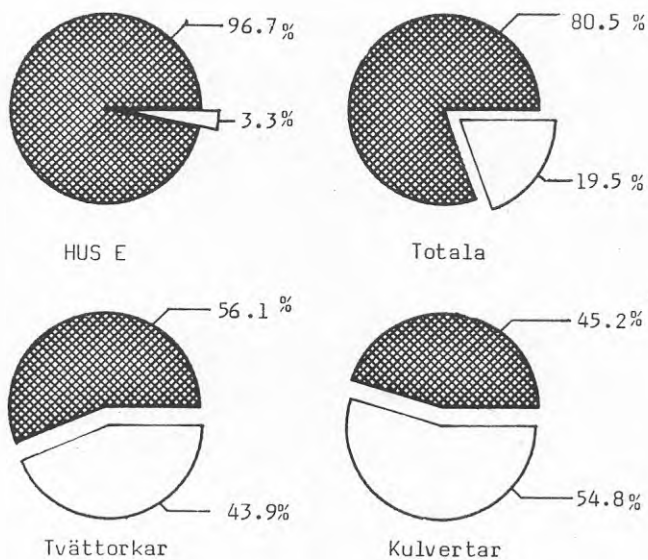


VARIABEL:  
 ■ ENERGI -86  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.27

Cirkelpresentation som visar energiförbruknings prognos i % av 1984 års normalårs förbrukning. Prognosen inkluderar endast transmission och ventilation.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:  
 ■ ENERGI -85  
 □ BESPARING -86

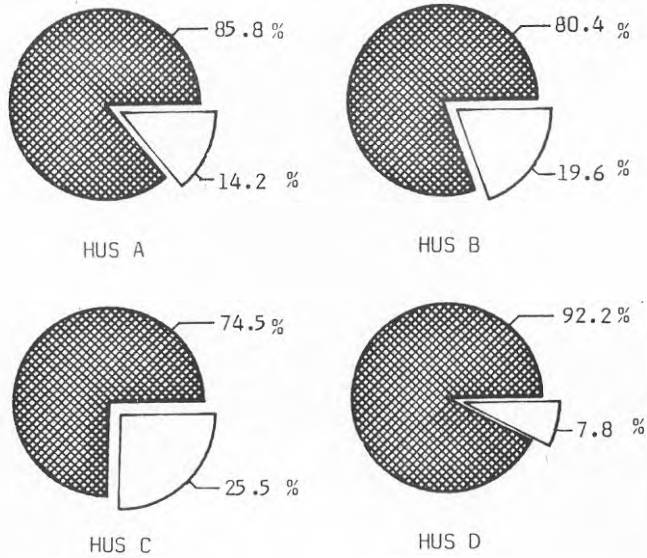
Diagram 10.28

Cirkelpresentation som visar energiförbruknings prognos i % av 1984 års normalårs förbrukning. Prognosen inkluderar endast transmission och ventilation. Tvättorkar före åtgärd nyttjade hetvatten systemet och tvättorkar efter åtgärd nyttjar elnätet.

BILAGA 16

CIRKELPRESENTATION SOM VISAR VERKLIG ENERGI-  
FÖRBRUKNING I % AV 1984 ÅRS NORMALÅRSFÖRBRUK-  
NING. INKLUDERAR ENDAST TRANSMISSION OCH  
VENTILATION.

## Energiprojekt - 86

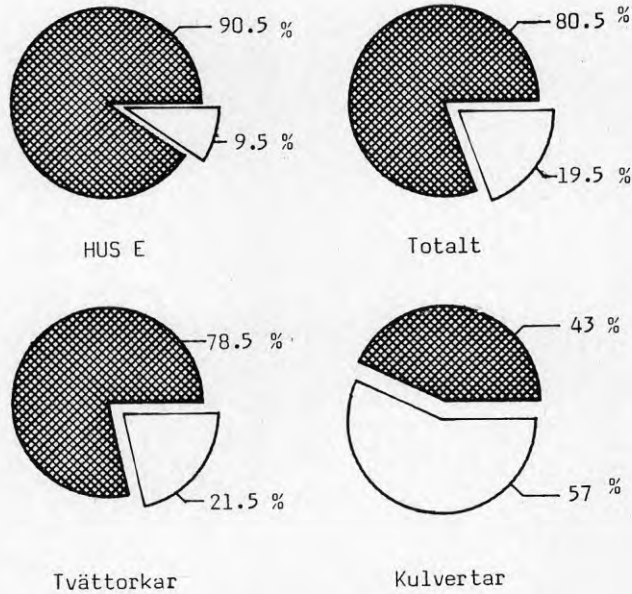


VARIABEL:  
 ■ ENERGI -86  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.29

Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i % av 1984 års normalårs förbrukning. Förbrukningen inkluderar endast transmission och ventilation.

## Energiprojekt - 86



VARIABEL:  
 ■ ENERGI -85  
 □ BESPARING -86

Diagram 10.30

Cirkelpresentation som visar verklig energiförbrukning i % av 1984 års normalårs förbrukning för hus E. Totalt, tvättorkar och kulvertar. Förbrukningen inkluderar endast transmission och ventilation. Tvättorkar före åtgärd nyttjade hetvatten systemet och tvättorkar efter åtgärd nyttjar elnät.

BILAGA 17

SPECIFIK TOTAL ENERGIFÖRBRUKNING I KWH/M2 LGY,  
VECKA OCH MÅNADSVIS RESPEKTIVE KWH/M2 pBRA,  
VECKA OCH MÅNADSVIS INOM ENERGISPARKVARTERET  
BJÖRNEN OCH VARGEN I KIRUNA.



## Energiprojekt - 86

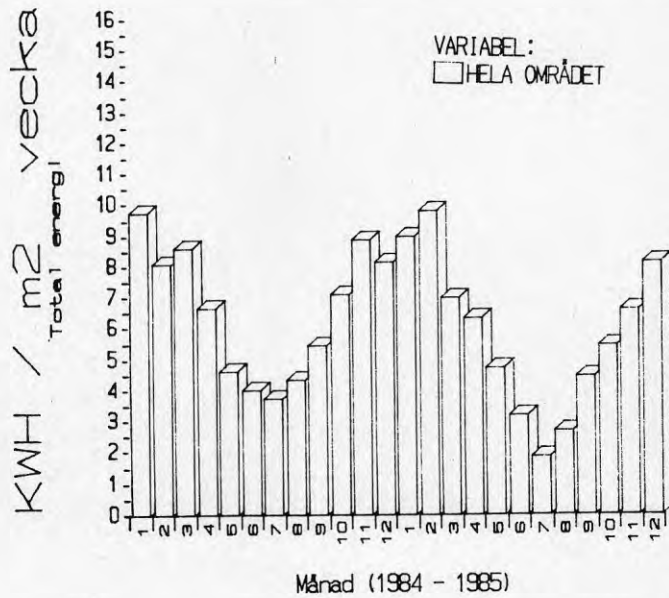


Diagram 10.31 Månadsvisa energiförbrukningar i kvarteren Björnen 2 och Vargen 2 ,Kiruna under period 1984-01-01 tom 1986-01-01.  
Kwh/m2 vecka,medelvärde månadsvis !

## Energiprojekt - 86

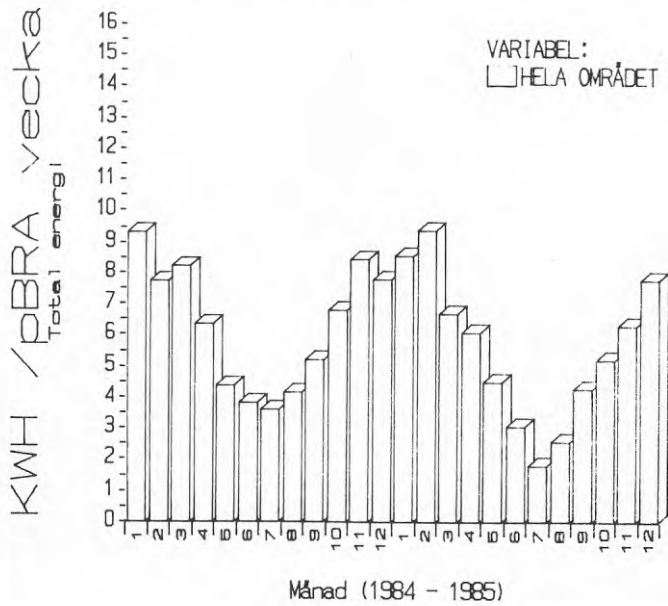
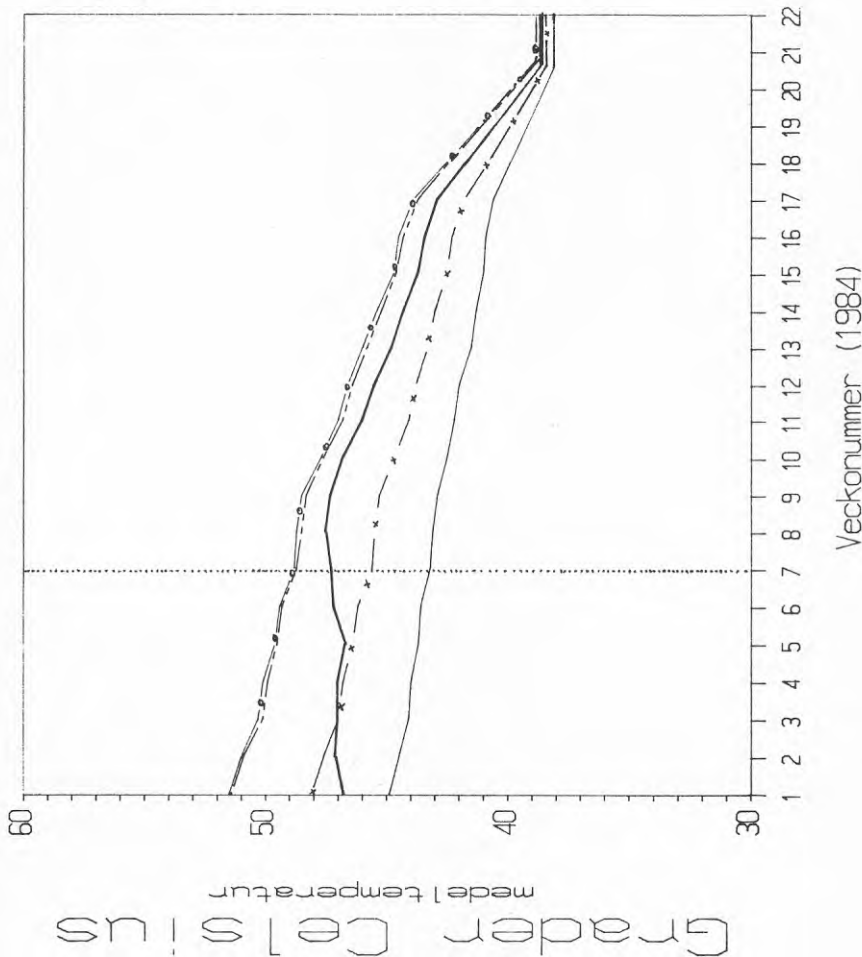


Diagram 10.32 Månadsvisa energiförbrukningar i kvarteren Björnen 2 och Vargen 2 ,Kiruna under period 1984-01-01 tom 1986-01-01.  
KWh/pBRA vecka ,medelvärde månadsvis !

BILAGA 18

FRAMLEDNINGSTEMPERATURER I KULVERTAR  
INOM ENERGISPARKVARTERET BJÖRNEN OCH  
VARGEN I KIRUNA.

# Energiprojekt - 86



# Energiprojekt - 86

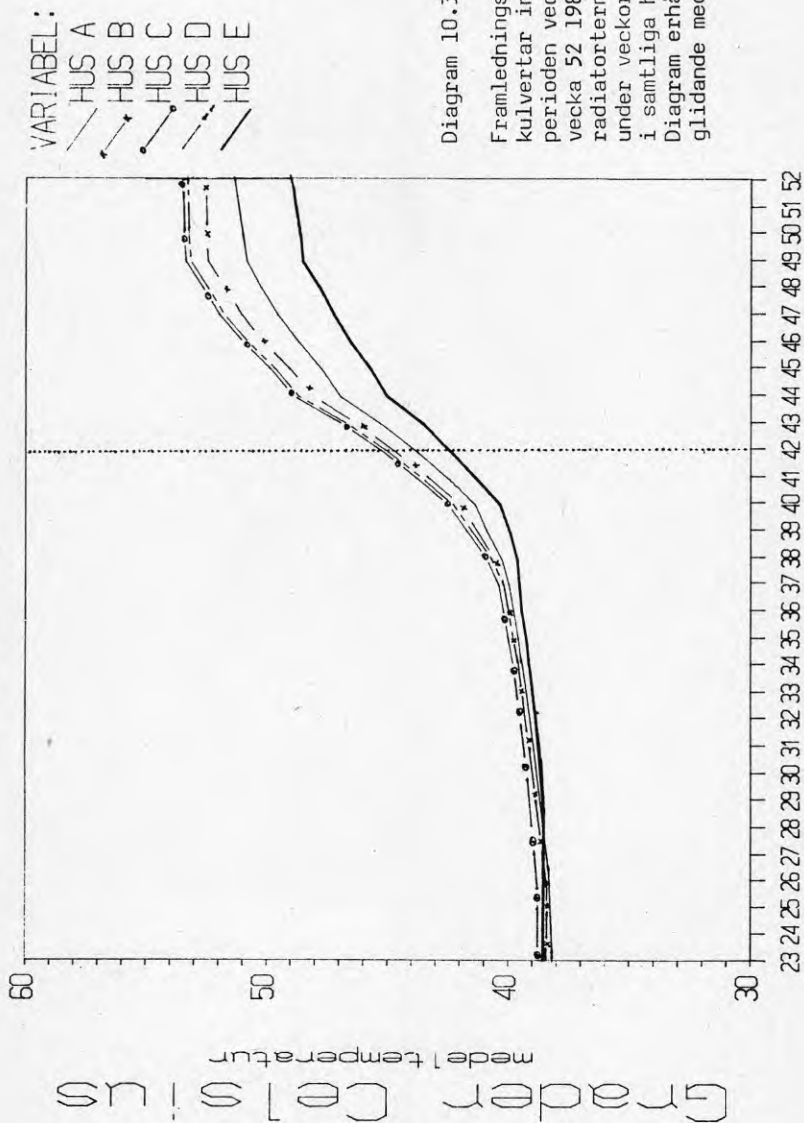


Diagram 10.34

Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden vecka 23 1984 t.o.m vecka 52 1984. Shuntar och radiatortermostat sattes in under veckorna 42 och 43 1984 i samtliga hus på området. Diagram erhållen med hjälp av glidande medelvärden.

Veckonummer (1984)

# Energiprojekt - 86

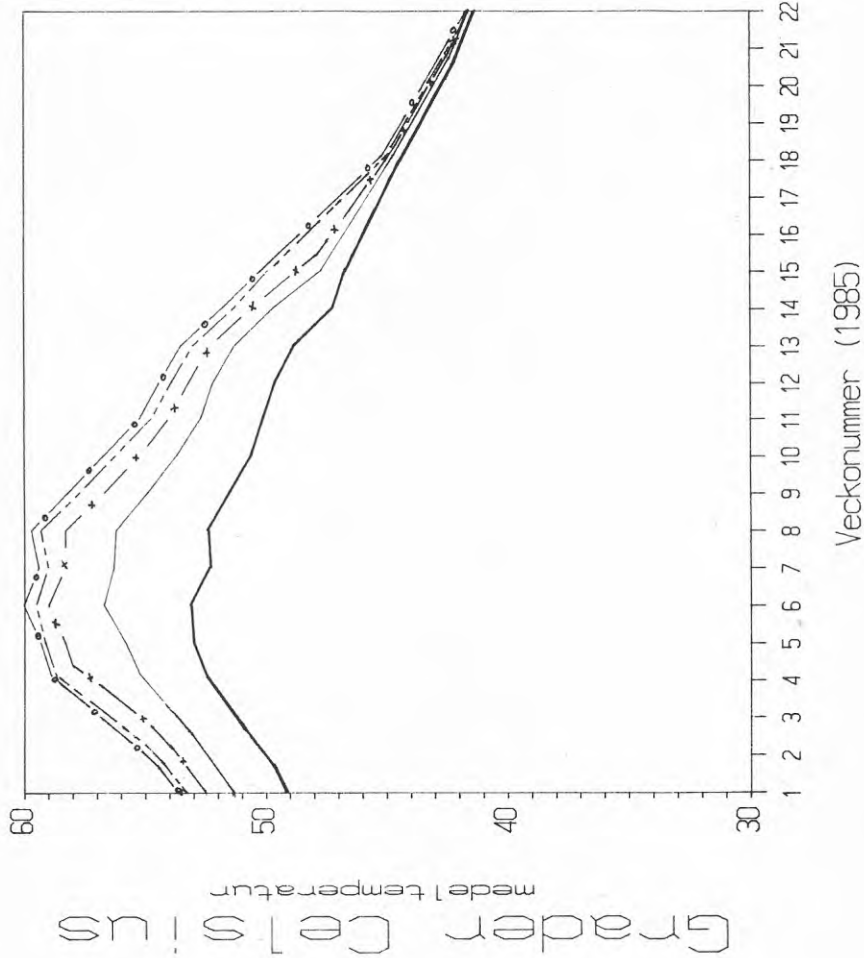
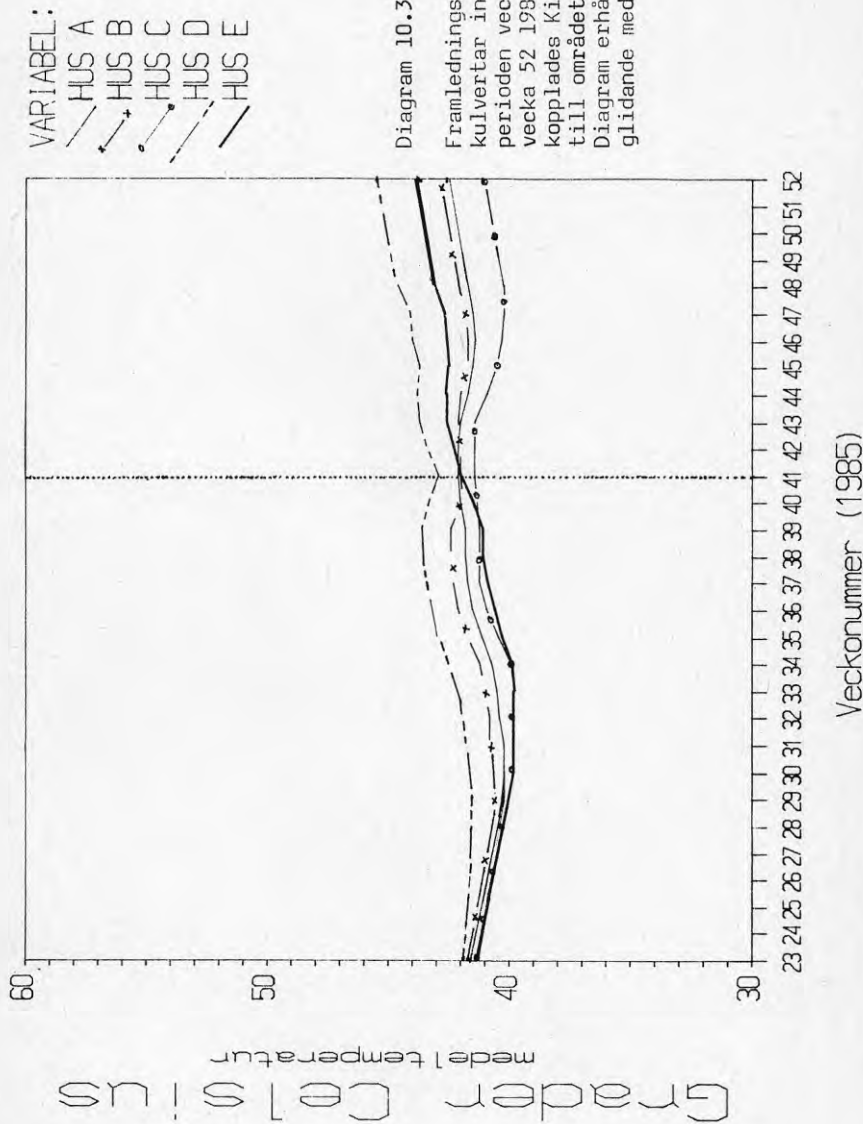


Diagram 10.35

Framledningstemperaturer i kulvertar inom området under perioden vecka 1 1985 t.o.m vecka 22 1985. Det bör observeras att en tydlig temperaturhöjning skett i kulverterna. Diagramet erhålles med hjälp av glidande medelvärden.

# Energiprojekt - 86

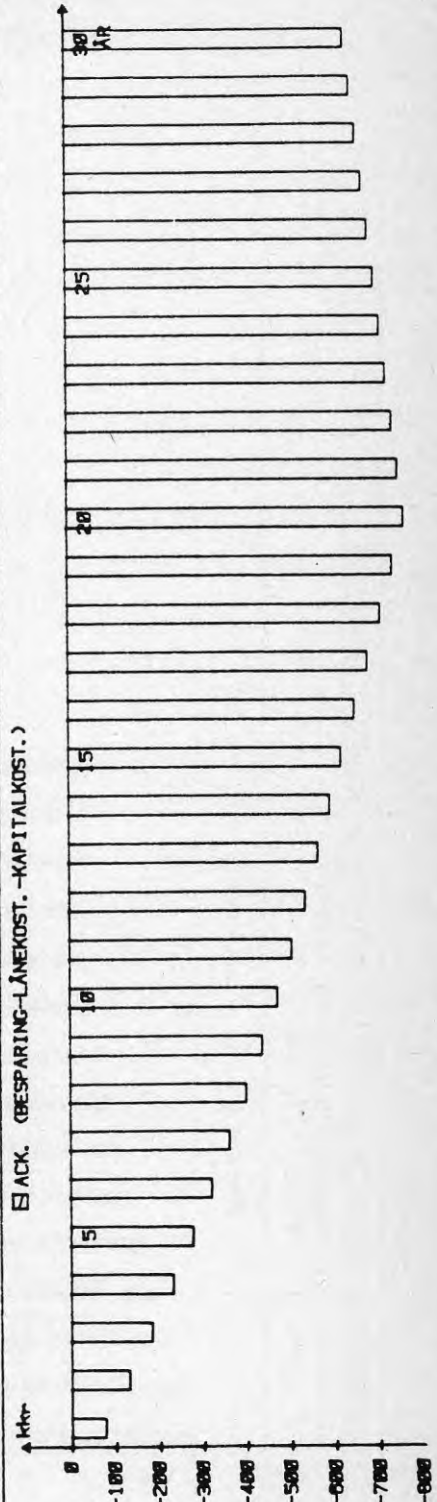
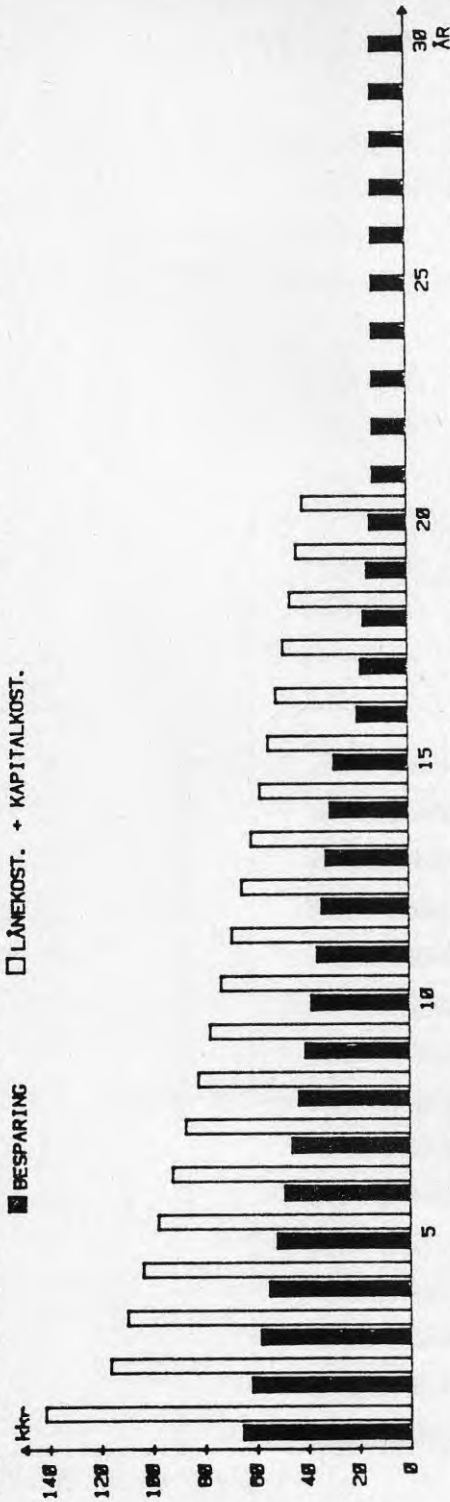


BILAGA 19

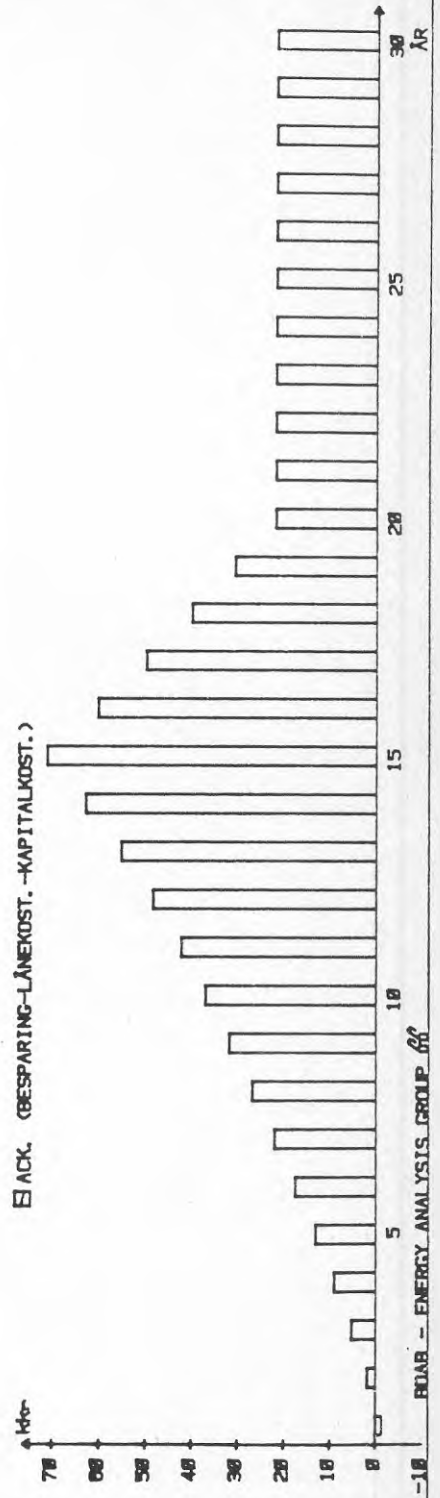
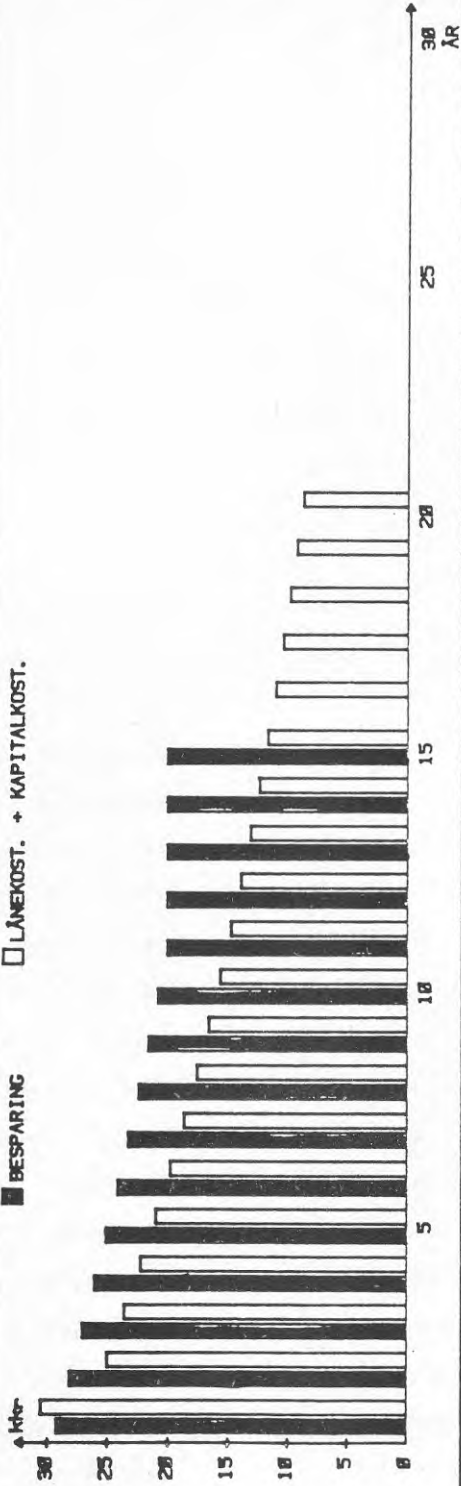
CASHFLOW STAPELDIAGRAM.



SAMMANSTÄLLNING AV BESPARINGAR OCH KOSTNADER (NUVÄRDEN)  
 PROJEKT : ENERGIPROJEKT - 86, KIRUNA  
 ALTERNATIV: HUS C, ÅTG VVS, FASAD, VIND & FÖ. KONV.



SAMMANSTÄLLNING AV BESPARINGAR OCH KOSTNADER (NUVÄRDEN)  
 PROJEKT : ENERGIPROJEKT-86, KIRUNA  
 ALTERNATIV: HUS E, ÅTG VVS



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821060-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till B L Byggkonsult AB,  
Kiruna.**

**R91: 1987**

**ISBN 91-540-4798-6**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6707091**

**Abonnemangsgrupp:  
T. Fastighetsförvaltning  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 63 kr exkl moms**