



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**

**R66:1977**

Byggnadsstatik

149

# **Energiomsättningen i Gävle**

**Metoder för översiktliga studier  
av energiomsättningen samt  
kalkyler över minskning av  
energianvändningen**

**Sven Inge Eriksson  
Hans Fog**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

R66:1977

ENERGIOMSÄTTNINGEN I GÄVLE

Metoder för översiktliga studier av energi-  
omsättningen samt kalkyler över minskning  
av energianvändningen

Sven Inge Eriksson  
Hans Fog

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760589-8 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Reijlers Ingenjörbyrå  
AB/Hans Fog, Gävle.

Nyckelord:  
energiförbrukning  
inventering  
statistik  
tätortsområden  
bebyggelsestruktur  
industri sektorn  
transportsektorn  
besparingsmöjligheter

UDK 620.9.003  
620.9(1-21)  
697.003

R66:1977

ISBN 91-540-2737-3  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**LiberTryck Stockholm 1977**

## INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	6
1.3	Arbetsätt	6
1.4	Mått och termer	6
1.4.1	Energi	7
1.4.2	Effekt	7
1.4.3	Multiplar av måttenheter	7
1.4.4	Verkningsgrad	7
1.4.5	Använda termer	8
2	INVENTERINGSARBETE	10
2.1	Insamling av energidata	10
2.2	Energiproducenter och energidistributörer	12
2.3	Sammanställning av insamlade data	12
3	REDOVISNING AV INVENTERINGEN	15
3.1	Produktions- och distributionsanläggningar	15
3.2	Energiförbrukningen i typområdena	21
3.2.1	Allmänt	21
3.2.2	Typområde 1 - citybebyggelse	22
3.2.3	Typområde 2 - blandad centrumbebyggelse	22
3.2.4	Typområde 3 - småhus	22
3.2.5	Typområde 4 - flerfamiljshus	26
3.2.6	Typområde 5 - småindustri	26
3.2.7	Typområde 6 - bybebyggelse	26
3.2.8	Typområde 7 - fritidsbebyggelse	30
3.2.9	Jämförelse mellan typområdena 1 - 7	30
3.2.10	Total energifördelningskalkyl grundad på typområdenas förhållanden	34
3.3	Elförbrukningen uppdelad på förbrukarkategorier	34
3.4	Energibehovets tidsvariation	42
3.4.1	Dygngnader fördelade på månader	42
3.4.2	Elförbrukningen fördelad på månader	44
3.4.3	Oljeförbrukningen fördelad på månader	44
3.4.4	Dygnsvariationer av el- och oljeförbrukning	47
3.5	Beräknad energiförbrukning för trafiken	49
3.6	Total energiomsättning	53
4	TILLFÖRLITLIGHET OCH ANVÄNDBARHET HOS ANVÄNDA METODER	57
5	FÖRÄNDRINGAR AV ENERGI-FÖRBRUKNINGEN MED BEFINTLIG TEKNIK	59
5.1	Befintligt byggnadsbestånd	59
5.2	Energibesparingar i befintligt byggnadsbestånd	63
5.2.1	Panntrimning	63
5.2.2	Temperaturreglering samt tätning	64
5.2.3	Individuell värmemätning	65
5.2.4	Tilläggsisolering och fönsterbyte	65
5.3	Energibesparing i nybyggnader	66
5.4	Sammanställning av energibesparingar i bostäder	67
5.5	Ökad anslutning till fjärrvärme	71
5.6	Värmeåtervinning inom industrin	72
5.7	Energibesparingar inom industrin	72
5.8	Energiproduktion från avfall	72

5.9	Effekter av ändrade transportmedel	73
5.10	Sammanställning av energibesparingar med befintlig teknik	74
5.11	Ekonomisk överslagskalkyl för installation av radiatortermostater	75
5.11.1	Förutsättningar	75
5.11.2	Beräkningsalternativ	75
5.11.3	Beräkningsresultat	76
6	TILLÄMPNING AV NY TEKNIK	77
6.1	Utnyttjande av förnyelsebara energikällor	77
6.2	Invrekan av förändrade hushållsapparater	78
6.3	Utveckling av värmepumpen	79
6.4	Effekter av ökad återvinning	80
6.5	Effekter av ändrad industriell teknik	80
7	ÄNDRING AV ENERGIANVÄNDNINGEN	81
7.1	Information och motivationsförändringar	81
7.2	Stimulansåtgärder	81
7.3	Prisförändringar	82
7.4	Restriktioner	82
7.5	Ransoneringsåtgärder	83
7.6	Övriga åtgärder	83
8	DISTRIBUTIONSSYSTEM OCH ENERGIANVÄNDNING VID OLKA BEBYGGELSEMÖNSTER	84
8.1	Energidistributionens struktur	84
8.2	Samordning av energidistributionen	84
8.3	Energihushållningssynpunkter	86
8.4	Lämplig fördelning mellan olika distributions-system för energi	87
8.5	Möjligheter att reducera antalet distributions-system	87
8.6	Effekter av ändrad bebyggelsestruktur	88
9	SYNPUNKTER PÅ HUSHÅLLNINGSÅTGÄRDER	89
9.1	Åtgärder som kan vidtagas på kort sikt	89
9.1.1	Minskat energibehov för uppvärmning	89
9.1.2	Andra möjliga hushållningsåtgärder	91
10	SAMMANFATTANDE DISKUSSION	92
10.1	Några väsentliga frågor	92
10.2	Områden där teknisk forskning och utveckling kan leda till förbättrad energihushållning	93
10.3	Tillämpning av studien	94
11	PROJEKETS ORGANISATION	95
12	LITTERATURHÄNVISNINGAR	96

## 1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Genom beslut av riksmötet våren 1975 proposition 1975:30 har Statens råd för byggnadsforskning (BFR) bl.a. fått medel till ett projekt benämnt Energi, Prototyper och Demonstrationsobjekt (EPD). BFR uppdrog åt en särskild arbetsgrupp, EPD-kommittén att svara för EPD-verksamhetens genomförande. Kommitténs arbete har koncentrerats på två uppgifter, panntrimning och kommunal energiplanering. Efter förberedande undersökningar beslöts att ett flertal utredningar av betydelse för kommunal energiplanering skulle genomföras inom Gävle kommun

Följande delprojekt ingår i Gävleprojektet:

Basdatabank.

Handledning i kommunal energiplanering.

Översiktlig studie över energianvändning och energihushållning i kommunen.

Energiplan.

Samordning mellan energiplanering och övrig kommunal planering.

Transportsektorns energibehov.

Olika uppvärmningsformer i befintlig bebyggelse.

Uppföljning av energibesparingslån.

Gasformig energi.

Denna rapport gäller delprojektet "Översiktlig studie över energianvändning och energihushållning inom kommun". Anslag för projektets etapp I med projektnummer EPD 1975-3:5 beviljades 75-12-10. Beslut om etapp II fattades av BFR 76-07-01.

Energiplanering inom en kommun förutsätter som underlag uppgifter om det totala energiflödets fördelning och omfattning. Sådana uppgifter finns idag endast i mycket begränsad omfattning. Försörjningen inom en kommun är ofta uppdelad på flera huvudmän och omfattar flera energislag. Det finns vanligen ingen instans som sammanställer och samordnar de olika energibehoven inom kommunen. Energiflödets sammansättning varierar i hög grad mellan olika kommuner, bl.a. beroende på skillnader i bebyggelse och näringsliv.

## 1.2 Syfte

Studiens syfte är att med Gävle som tillämpningsexempel utveckla praktiska metoder för att översiktligt kartlägga energiomsättningen i en kommun. Utgångspunkt för studien är den begränsade kommunorienterade statistik som för närvarande finns om energi. Strävan har varit att kvantifiera energiomsättningen totalt och att i så stor utsträckning som möjligt visa dess geografiska fördelning och tidsmässiga variation. Metoderna kan ha speciell betydelse under ett övergångsskede till dess fullständig statistik framlagts och noggrannare utredningar utförts.

Med utgångspunkt från denna kartläggning är syftet vidare att ge exempel på hur energiomsättningen kan påverkas och med olika kalkyler antyda storleksordningen av de besparingar, som kan åstadkommas. Vissa sidoeffekter av besparingsåtgärderna tas också upp.

Studien behandlar enbart energiomsättningen inom bebyggelse, industri och trafik.

## 1.3 Arbetsätt

Kartläggningen av energiomsättningen, avsnitten 2-4, har begränsats till år 1975. Insamlingen av data har skett genom personliga besök, varvid enhetliga mallar användes för primäruppgifterna. Närmare redogörelse härför lämnas i avsnitt 2 "Inventeringsarbetet". Siffror för den totala energianvändningen har emellertid inte gått att få genom inventeringar inom studiens ram. Schablonberäkningar har därför tillgripits för vissa delar av energianvändningen för uppvärmning och för trafik. Hur dessa beräkningar gjorts redovisas där beräkningarna presenteras. I avsnitt 4 diskuteras de använda metoderna närmare.

För kalkylerna om besparingsåtgärder, avsnitten 5-8, har underlag hämtats från befintliga utredningar och försöksobjekt. Institutet för bygdokumentation har medverkat i litteratursökning för detta underlag. Från litteraturen har i största möjliga utsträckning valts uppgifter som verifierats genom mätningar eller försök. Källhänvisningarna anges inom parentes. Kalkylerna är endast att betrakta som enkla exempel på hur olika besparingsåtgärder kan belysas. I avsnitt 10 behandlas kalkylernas tillförlitlighet närmare.

## 1.4 Mått och termer

I studien har bl.a. använts nedan angivna mått och termer.



#### 1.4.1 Energi

Energi är arbete. För energi har använts enheten wattimmar (Wh) eller multiplar därav. Bränslen mäts i regel i vikt eller volym. Vid beräkning av energiinnehållet i olika bränsleslag har följande omvandlingstal använts:

1 l tjockolja	motsvarar	10,6 kWh
1 l tunn brännolja	"	9,9 "
1 l dieselolja	"	9,3 "
1 l bensin	"	8,7 "
1 l lut	"	2,7 "
1 kg bark torrsbstans	motsvarar	1,7 kWh

Olika energiformer har olika kvalitet. Grovt sett är kvalitén ett mått på användbarheten och mångsidigheten. El kan användas för elektriska processer, mekaniskt arbete, transporter och uppvärmning. Olja kan användas för mekaniskt arbete, transporter och uppvärmning men med större förluster i användningsledet. Till elektriska processer kan olja inte användas om inte först en omvandling till el sker. Det betyder att elenergi har bättre kvalitet än olja.

Man kan alltså studera dels vilka energiformer som faktiskt används dels vilka energiformer och därmed energikvaliteter som är tillräckliga.

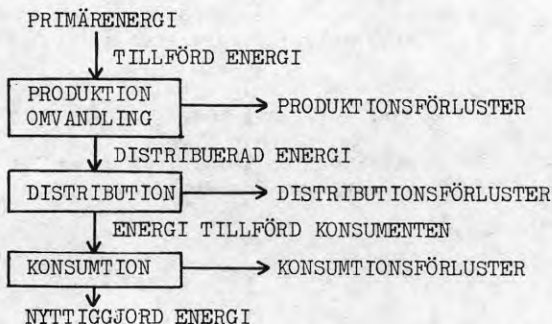
#### 1.4.2 Effekt

Effekt är energi per tidsenhet. Enheten watt (w) eller multiplar därav har använts.

#### 1.4.3 Multiplar av måttenheter

k (kilo)	= $10^3$	=	1 000
M (mega)	= $10^6$	=	1 000 000
G (giga)	= $10^9$	=	1 000 000 000

#### 1.4.4 Verkningsgrad



Schemat avser att visa de olika leden i energikedjan från primär-energi till nyttiggjord energi. Det i studien använda begreppet verkningsgrad definieras för de olika leden på följande sätt

$$\text{Produktionsverkningsgrad} = \frac{\text{Distribuerad energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

$$\text{Distributionsverkningsgrad} = \frac{\text{Energi tillförd konsumenten}}{\text{Distribuerad energi}}$$

$$\text{Konsumtionsverkningsgrad} = \frac{\text{Nyttiggjord energi}}{\text{Energi tillförd konsumenten}}$$

$$\text{Total verkningsgrad} = \frac{\text{Nyttiggjord energi}}{\text{Tillförd energi}}$$

#### 1.4.5 Använda termer

Blockcentral	Anläggning för framställning av hetvatten som levereras till olika abonnenter via ett ledningssystem begränsat till ett eller flera kvarter.
Energiförluster	Förlust av energi är fysikaliskt icke möjlig. Begreppet har i studien använts för att ange den energikvantitet som ej nyttiggöres vid energiomvandling och energidistribution.
Energikonsumtion	Fysikaliskt kan energi ej konsumeras. Begreppet har i studien använts för att ange den energimängd som levereras till olika förbrukare.
Energiproduktion	I fysikalisk mening produceras inte energi. Begreppet har dock använts för att ange omvandling av en energiform till en annan form som är bättre anpassad till behovet.
Fjärrvärme	Distributionsform för värme med hetvatten. Med fjärrvärme avses i studien vattenburen värme från en central anläggning levererad till olika abonnenter via ett ledningssystem som ej är begränsat till fastighet eller kvarter.
Fossilt bränsle	Olja, kol, gas, ved, torv o.d.
Förbrukningsvarmvatten	Vatten med en temperatur under 100°C som användes för disk, bad etc.

Fördelningsyta	Fördelningsyta fås genom att multiplicera bostads- eller lokalyta med en faktor 1,2. Avsikten med detta är att täcka ytor för trapphus och andra uppvärmda ytor som inte ingår i bostads- eller lokalytor. Begreppet används bland annat i fjärrvärmesammanhang.
Hetvatten	Vatten som värmes upp i allmänhet till en temperatur över 100 °C under så högt tryck att det ej övergår i ångform och som distribueras i fjärrvärmenät.
Hetvattencentral	Anläggning för framställning av hetvatten.
Kondenskraftverk	Kraftverk där elgenerator drivs av ångturbin och där ångan kondenseras vid så låg temperatur på kylmediet att kylvattnets värmeinhåll inte kan tillgodogöras.
Kraftverk	Anläggning som omvandlar primärenergi i någon form till el.
Kraftvärmeverk	Anläggning i vilken el och fjärrvärme produceras samtidigt.
Mottrycksverk	Industriellt mottrycksverk där bränslet används för produktion av både el och ånga för industriprocess.
Primärenergi	Avser energi i den form den införes i kommunen.
Värmepump	Anläggning som med hjälp av högvärdig "drivenergi" upptar värme vid en viss temperatur och avger motsvarande energimängd vid en högre temperaturnivå.
Värmeverk	Anläggning för produktion av fjärrvärme. Värmeverk kan utgöras av hetvattencentral eller kraftvärmeverk.

## 2.1 Insamling av energidata

För den totala energiförbrukningen gjordes inledningsvis en genomgång av omfattning och karaktär av erforderliga data. Därefter listades och preciserades erforderliga uppgifter.

De data som insamlades var följande:

PRODUKTION AV mottryckskraft, kondenskraft, hetvatten, vattenkraft.

INKÖPT ELKRAFT

FÖRBRUKNING AV tjockolja, diesel, bensin, fotogen, kol, koks, ved, bark, gas, gasol, lut, el och hetvatten.

Det direkta insamlingsarbetet utfördes under mars månad 1976.

Enligt direktiv för EPD-verksamheten skulle arbetet inom de olika delprojekten bedrivas så att dubbelarbete undveks. Det beslöts därför att insamling av data från centrala register skulle ske inom ramen för delprojekt EPD 1975-3:1 "Basdatabank".

I slutet av mars månad stod det klart att uppgifter om olje- och drivmedelsförsäljning inte skulle kunna erhållas från centrala register inom studiens tidsram. När det visat sig att datainsamling ej kunde ske via basdatabankprojektet skedde en manuell insamling av uppgifter under april månad. Av tids- och resursskäl innebär manuell datainsamling att detaljeringsgraden inte kunde drivas alltför långt. Personliga besök vid olika förvaltningar och företag var därvid den snabbaste och enklaste lösningen. Tabellstommar över önskade energidata utarbetades och användes som underlag vid besöken. En sammanställning av tabellutformningen finns i figur 1. Samtliga el- och fjärrvärmedistributörer inom kommunen kontaktades. Förfrågningarna bemöttes välvilligt och i huvudsak erhöles de önskade uppgifterna. I några fall fanns dock inte den önskade detaljeringsgraden av energidata. Insamling av uppgifter angående olja och drivmedel visade sig vara ett svårare problem. Oljebolagens lokalkontor ansåg sig inte kunna lämna önskade uppgifter utan hänvisade till respektive huvudkontor. Vid tidpunkten för förfrågan pågick emellertid ett samarbete mellan Statiska Centralbyrån (SCB) och oljebolagen om en riksomfattande kommunorienterad statistik. Med anledning härav ville huvudkontoren inte lämna ytterligare uppgifter. Det beslutades därför att den del av olje- och drivmedelsförbrukningen som inte uppgavs vid direktkontakt med förvaltningar och industrier skulle beräknas. Som en följd härav erfordrades uppgifter om fastighetsbeståndet inom kommunen. Dessa uppgifter inhämtades genom kontakter med kommunens utredningsavdelning, stadsarkitektkontor och fastighetskontor samt med lokala skattemyndigheten. Arbetet var tidskrävande då fullständiga register saknades. Insamlade uppgifter måste dessutom kontrolleras så att dubbelrapportering undveks. Drivmedelsförbrukningen har beräknats med hjälp av uppgifter dels från centrala bilregistret i Örebro vad gäller antalet registrerade fordon inom Gävle kommun, dels från Svensk bilprovning vad gäller körsträckor.

## AVSEENDE INOM GÄVLE KOMMUN PRODUCERAD OCH INKÖPT ENERGI

ÅR 1975	P R O D U K T I O N					INKÖPT ELKRAFT MWh	F Ö R B R U K N I N G								
	MOTTRYCK MWh	TON ÅNGA	KONDENS MWh	HETVATTEN MWh	VATTENKRAFT MWh		TJOCKOLJA m <sup>3</sup>	DIESEL m <sup>3</sup>	BENSIN m <sup>3</sup>	FOTOGEN m <sup>3</sup>	KOL TON	KOKS TON	VED TON	BARK TON	GAS TON

## AVSEENDE INOM GÄVLE KOMMUN PRODUCERAD MOTTRYCKSKRAFT

ANLÄGGNING	ANLÄGG- NINGSS- ÅR	TILL- GÄNLIGT VÄRME- FALL	UTBYGGD PRODUKTIONS- KAPACITET kVA	TONÅNGA/h	P R O D U K T I O N E L				P R O D U K T I O N HETVATTEN		BRÄNSLES- LAG EV. ALTERNATIV- BRÄNSLE	LAGRINGS- KAPACITET	FÖRBRUKNING BRÄNSLE		AVNÄMARE AV HETVATTEN	AVNÄMARE AV EL
					1975	MEDEL 5 ÅR	1975	MEDEL 5 ÅR	1975	MEDEL 5 ÅR			1975	MEDEL 5 ÅR		

## AVSEENDE INOM GÄVLE KOMMUN PRODUCERAD KONDENSKRAFT

ANLÄGGNING	ANLÄGG- NINGSSÅR	UTBYGGD PRODUKTIONS- KAPACITET kVA	TON ÅNGA/h	P R O D U K T I O N E L				BRÄNSLES- LAG EV. ALTERNATIV- BRÄNSLE	LAGRINGS- KAPACITET m <sup>3</sup>	FÖRBRUKNING BRÄNSLE		AVNÄMARE AV EL
				1975	MEDEL 5 ÅR	1975	MEDEL 5 ÅR			1975	MEDEL 5 ÅR	

## AVSEENDE INOM GÄVLE KOMMUN PRODUCERAT HETVATTEN

ANLÄGGNING	ANLÄGG- NINGSS- ÅR	UTBYGGD PRODUKTIONS- KAPACITET TON ÅNGA/h	FÖRBRUKNING EL		BRÄNSLES- LAG EV. ALTERNATIV- BRÄNSLE	LAGRINGS- KAPACITET m <sup>3</sup>	FÖRBRUKNING BRÄNSLE		P R O D U K T I O N HETVATTEN		DISTRIBUTIONSOMRÅDE FÖR HETVATTEN
			1975	MEDEL 5 ÅR			1975	MEDEL 5 ÅR	1975	MEDEL 5 ÅR	

## AVSEENDE INOM GÄVLE KOMMUN PRODUCERAD VATTENKRAFT

ANLÄGGNING	ANLÄGG- NINGSS- ÅR	FALLHÖJD M	VATTENFÖRING			UTBYGGD EFFEKT kVA	P R O D U K T I O N				REGLERINGS- FÖRHÅLLANDEN	
			MEDEL	LÅG	HÖG		1975	NORMALÅR	1975	MEDEL 5 ÅR	TID	MAGASIN

## AVSEENDE INKÖPT ELEKTRISK KRAFT

LEVERANTÖR	LEVERANSPLATS	LEVERANS- SPÄNNING kV	LEVERANS- KAPACITET kW	TRANSFORMERING I LEVERANSPUNKT		LEVERANS EFFEKT kW	1975 ENERGI MWh
				kV/kV	kVA		

## 2.2 Energiproducenter och energidistributörer

Inom Gävle kommun är antalet företag som producerar eller distribuerar energi uppdelat enligt följande:

Oljedistributörer:	16 st
Bensindistributörer:	11 st med sammanlagt 49 försäljningsställen
Kol- och kokedistributörer:	5 st
Eldistributörer:	9 st varav 5 st har viss egen produktion inom kommunen
Elproducenter utan distribution:	2 st
Fjärrvärmedistributörer:	3 st vilka samtliga har egna hetvattencentraler

Härutöver finns ett antal större industrier som utnyttjar energiinnehållet i bark och lut som erhålles som avfallsprodukter vid industrierna.

Inom kommunen finns således ett stort antal huvudmän för produktion och distribution av energi.

## 2.3 Sammanställning av insamlade data

De uppgifter som vid insamlandet erhöles i tabellform överfördes succesivt till kartor och diagram. En fullständig inventering av energiförbrukningens geografiska fördelning var inte avsedd att ske inom denna studies ram. Därför valdes en översiktlig metod, som innebär att ett antal områden med karakteristisk sammansättning av bebyggelsen detaljinventerades. Sju olika bebyggelse typer utvaldes. Dessa områden kallas typområden. I samråd med stadsarkitekten utvaldes lämpliga områden som uppfyllde de ställda kraven på bebyggelsesammansättning.

Följande sju typområden har använts:

Typområde nr	Geografiskt område	Bebyggelsekaraktär
1 Citybebyggelse	Kvarteren mellan Stortorget och Gavleån	Citybebyggelse, dominerad av affärs- och kontorslokaler.
2 Blandad centrumbebyggelse	Fem kvarter väster om S.Kungsgatan och norr om Kaserngatan	Blandad city- och bostadsbebyggelse. Inom området finns affärer, bostäder, kontor och serviceinrättningar
3 Småhus	Fridhem söder om Västerbågen och Höjersdal	Bostadsområde, dominerat av enfamiljs- och radhusbebyggelse

4	Flerfamiljshus	Sex kvarter väster om Sätrahöjden och söder om Sättra Centrum inom Sättra	Bostadsområde med flerfamiljshus
5	Småindustri	Industriområde öster om E4 och norr om järnvägen mot Sandviken	Småindustriområde med blandad tillverkningsindustri samt grossistföretag
6	Bybebyggelse	Bäcks By	Bybebyggelse med både bostäder och jordbruk
7	Fritidsbebyggelse	Drakberget, Eskön	Fritidsbebyggelse

För varje sådant typområde framtoqs genomsnittliga energivärden för konsumtionsenheter, som kan återfinnas i centrala register. Kommunen indelades därefter i områden där vart och ett hade samma bebyggelsemönster som något av typområdena. Dessa områden benämns delområden.

#### 8 Institutioner

Inom flera av delområdena finns institutioner, vilkas energiförbrukning till storlek och karaktär avviker från omgivningens, t.ex. sjukhus och skolor. Sådana institutioners energiförbrukning har ej inräknats i delområdenas förbrukning utan har summerats separat för varje delområde och särredovisats under rubriken "Institutioner".

#### 9 Tung industri

Vissa områden domineras av tung industri vars energiuppgifter erhållits direkt från respektive industriföretag. Enligt önskemål från uppgiftslämnarna inom industrin har ej geografisk särredovisning av förbrukningen gjorts. Industrins energiförbrukning har redovisats under rubriken "Tung industri".

Energiförbrukningen för jord- och skogsbruk ingår i redovisade värden dels för industrin dels för typområden med bybebyggelse. För de olika typområdena har framtagits el- och fjärrvärmeförbrukningen från distributörernas debiteringsjournaler. Denna insamling har skett manuellt. För fastigheter med enskilda uppvärmningsanordningar har energiförbrukningen framräknats på grundval av insamlade ytuppgifter. Allmänna fakta om ytor och boende har insamlats från kommunens fastighetskontor, stadsarkitektkontor, utredningsavdelning samt från lokala skattemyndigheten och lokala bostadsföretag.

Varje typområde redovisas på en ritning med stapeldiagram, som visar totala energiförbrukningen, karta över området, genomsnittsvärden för energiförbrukningen per boende, lägenhet och ytenhet samt faktaruta med allmänna uppgifter för området. Ytangelserna avser uppvärmda ytor i affärer, bostäder, kontor industrier m.m. Genomsnittsvärdena har beräknats med utgångspunkt från den totala energiförbrukningen inom området. På grund av typområdenas olika karaktär är inte samtliga genomsnittsvärden jämförbara. På varje ritning anges endast de värden som kan jämföras med andra typområden.

Sammanställning av genomsnittliga energivärden samt boendes åldersfördelning inom respektive typområde har gjorts i separata diagram.

I form av stapeldiagram redovisas energiförbrukningens uppdelning på energislag och förbrukarkategori. Dessutom redovisas energiförbrukningens tidsvariationer.

Olika produktions- och distributionsanläggningar redovisas i kartform.

Det totala energiflödet redovisas dels i stapeldiagram dels i form av flödesschema. Flödesschemat har utförts för att jämförelse lättare skall kunna ske med energiflöden inom andra kommuner.

Samtliga kartor och diagram kommenteras i avsnitt 3.



### 3.1 Produktions- och distributionsanläggningar

I samband med övrig datainsamling begärdes även uppgifter om det geografiska läget av produktions- och distributionsanläggningar. Av säkerhetsskäl kunde dock inte uppgifter erhållas om anläggningar för oljelagring. Läget av övriga anläggningar framgår av figur 2-5. I figur 2 finns angivet kraftstationer och mottagningsstationer utanför Gävle tätort. När det gäller elektriska transformatorstationer har endast medtagits anläggningar för mottagning av elkraft som matas in i kommunen från annat håll. Dessutom finns inom kommunen ca 600 transformatorstationer i distributionsnätet, vilka inte redovisats geografiskt i denna studie.

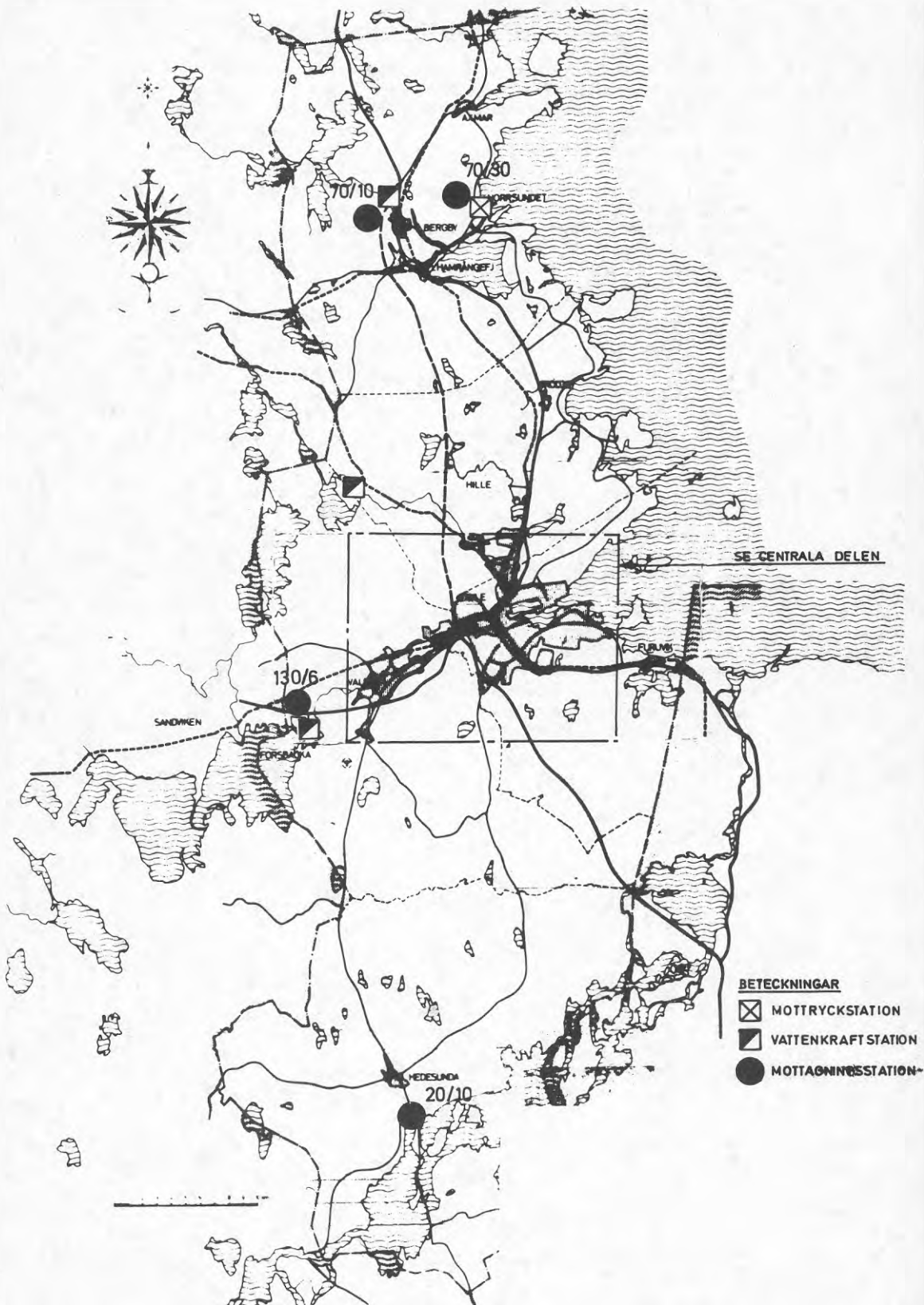
I figur 3 har redovisats motsvarande anläggningar inom Gävle tätort. Här tillkommer dessutom hetvattencentraler för produktion av hetvatten för fjärrvärmedistribution. Det kan konstateras att det finns sammanhängande distributionsanläggningar för el inom centralorten och de tidigare kommunerna Hille och Valbo, där distributionen handhaves av Energiverken i Gävle. Övriga kommundelar matas däremot från distributionsnät som ej sammanhänger med Energiverkens.

Distributionsnät för fjärrvärme finns endast inom vissa delar av centrala Gävle samt inom Hille och Valbo. På kartbilagan har endast medtagits större hetvattencentraler som distribuerar till flera olika fastigheter.

I figurerna 4 och 5 har redovisats bensinstationernas geografiska lägen utanför respektive inom Gävle tätort.

För att underlätta bedömningen av de olika distributionsanläggningarnas lägen har kommunens markdisposition redovisats i figur 6. Som framgår av figuren utgöres kommunen huvudsakligen av skogsmark. Större jordbruksområden finns i kommunens södra delar, i Valbo och i Hamrånge. De tätbebyggda områdena är koncentrerade till avsnittet Gävle-Valbo-Forsbacka samt Hedesunda, Hille och Norrsundet.

FIG 2 ELANLÄGGNINGAR OCH HETVATTENCENTRALER UTOM TÄTORTEN



ELANLÄGGNINGAR OCH HETVATTENCENTRALER INOM TÄTORTEN

BETECKNINGAR

- VÄRMEKRAFTSTATION
- ⊠ MOTTRYCKSTATION
- ▣ VATTENKRAFTSTATION
- MOTTAGNINGSSTATION
- ▲ PANNCENTRAL FÖR HETVATTENPROD.
- GRÄNS FÖR HETVATTENDISTRIBUTION

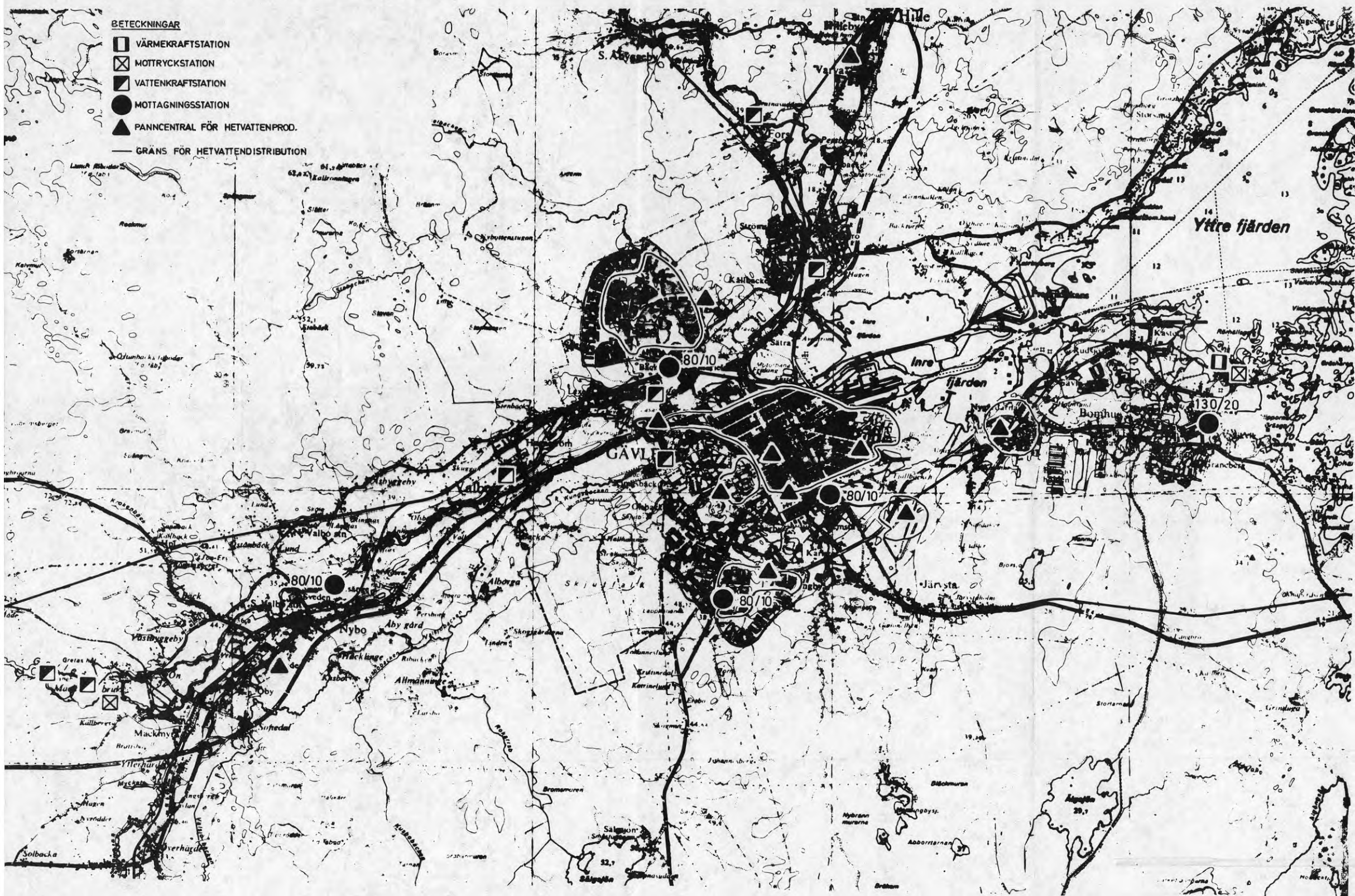


FIG 4 BENSINSTATIONER UTOM TÄTORTEN

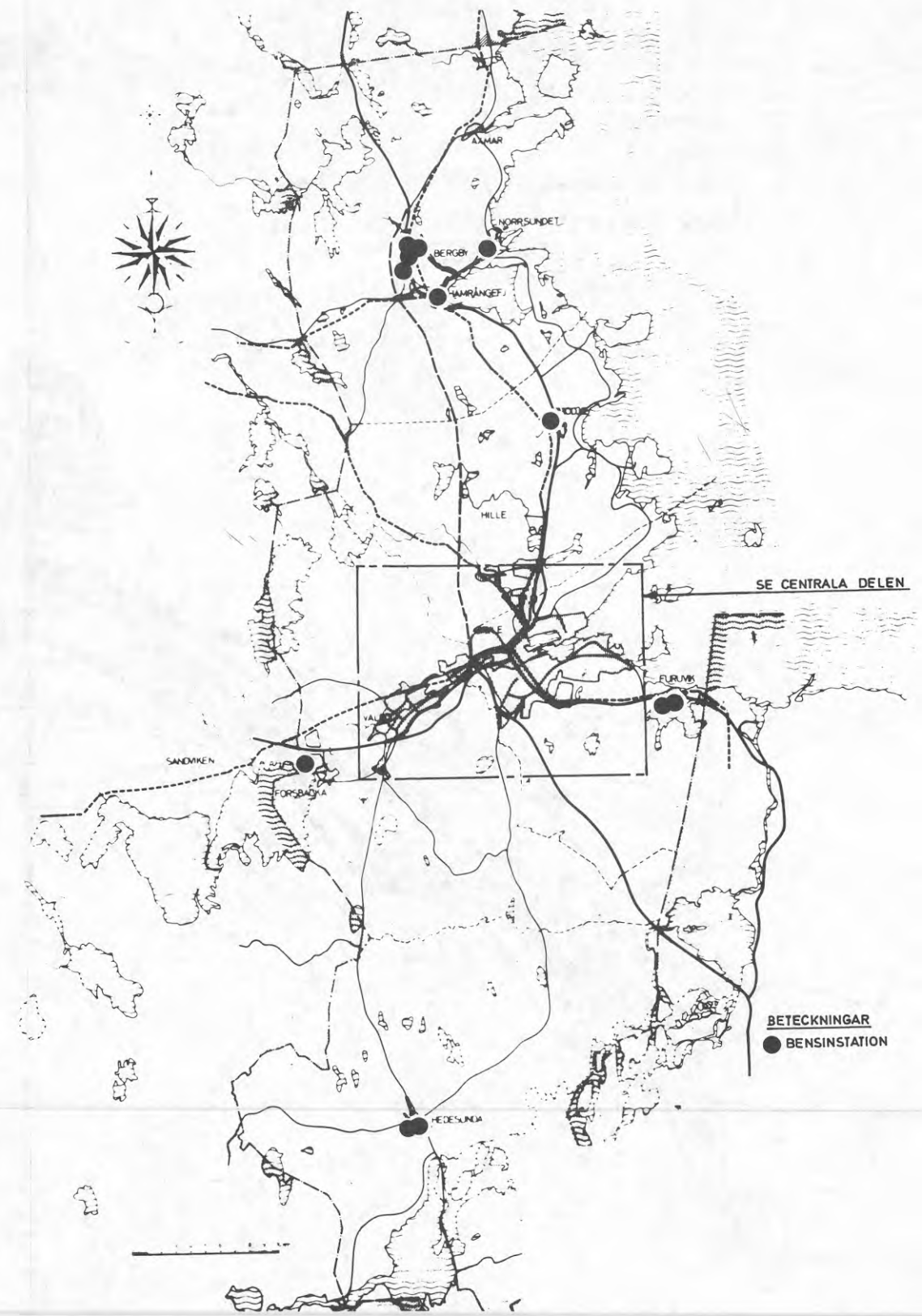


FIG 5  
BENSINSTATIONER INOM TÄRTORTEN

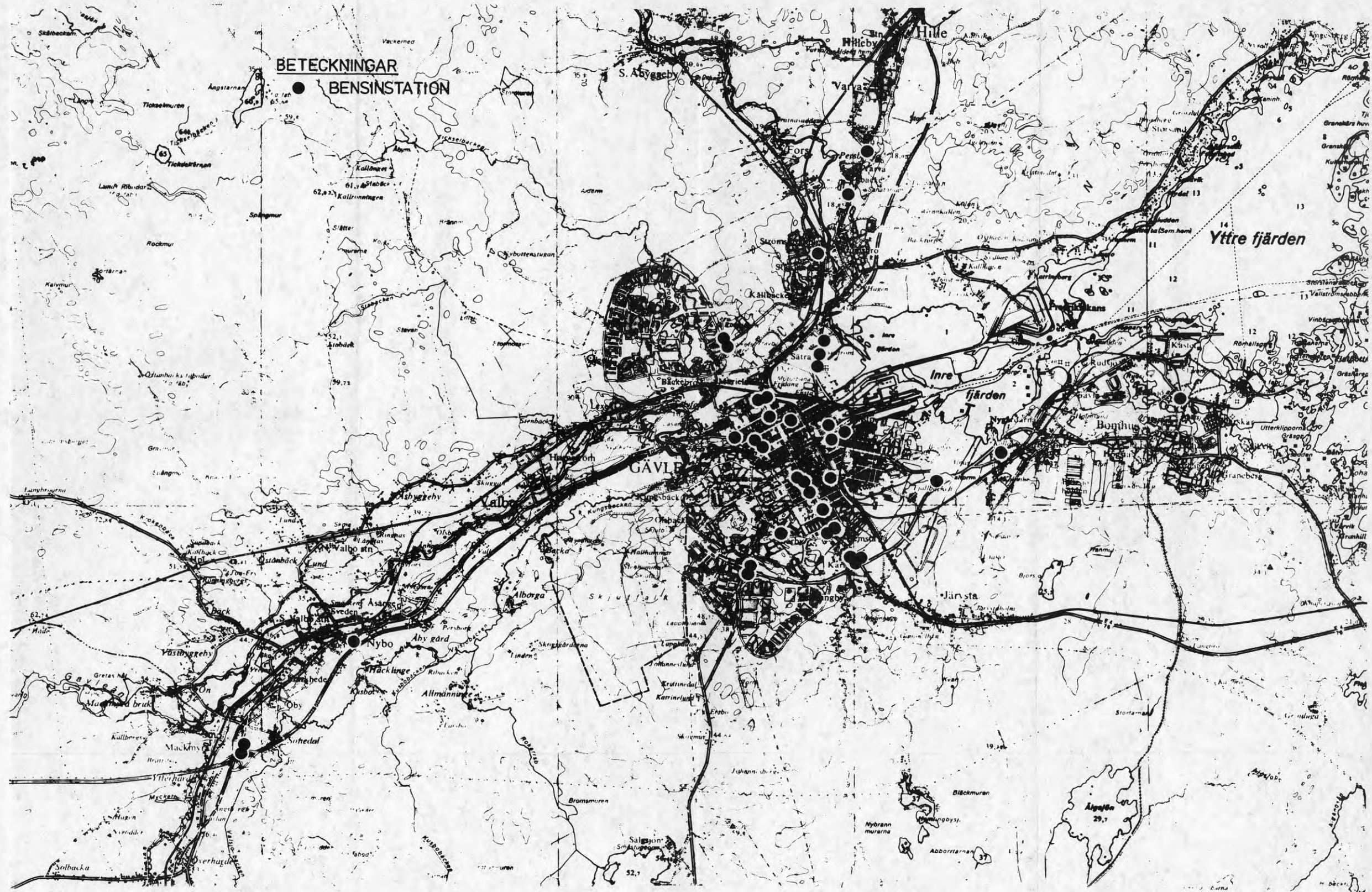
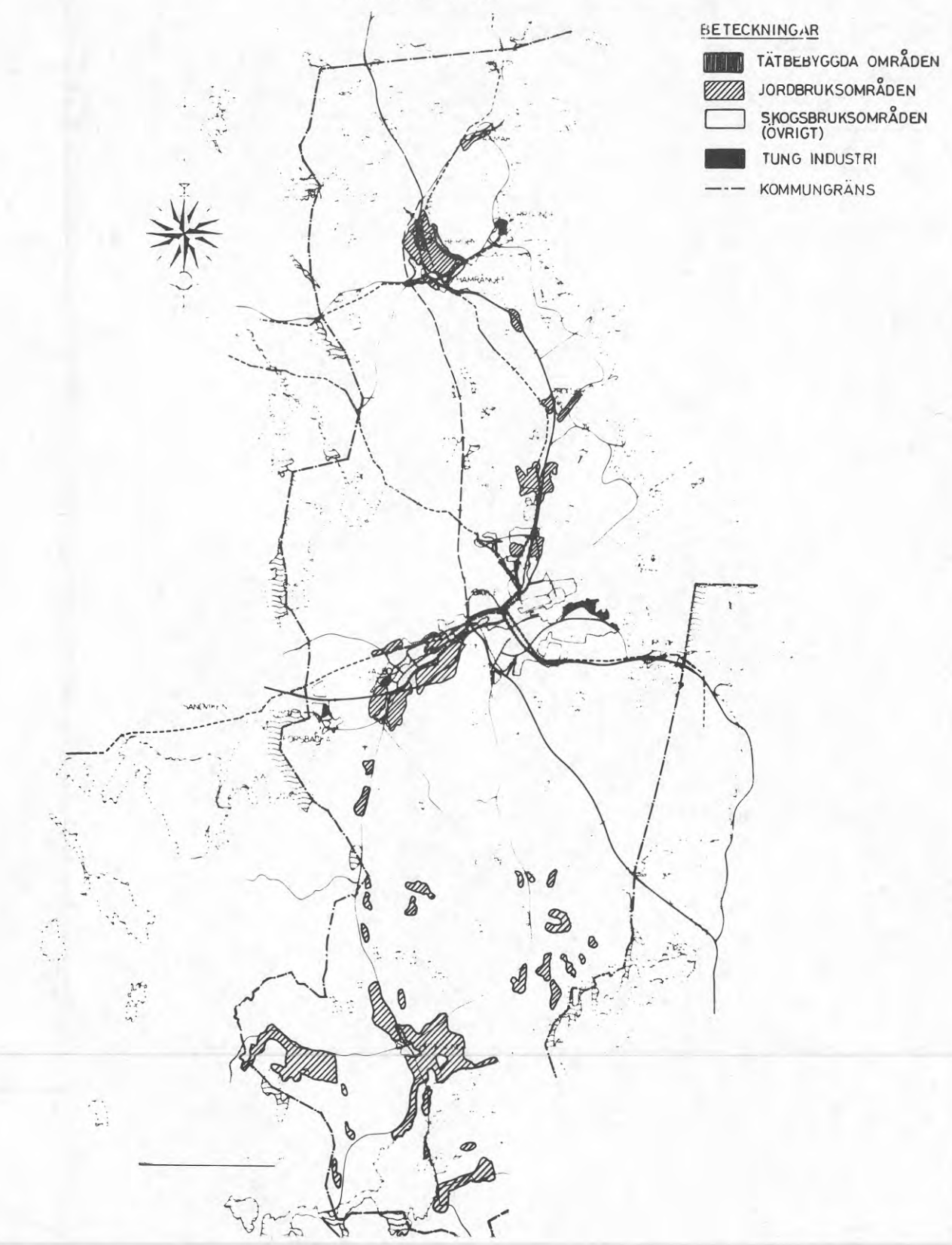


FIG 6 FÖRDELNING AV TUNG INDUSTRI, JORD- OCH SKOGSBRUK  
INOM GÄVLE KOMMUN



## 3.2 Energiförbrukningen i typområdena

### 3.2.1 Allmänt

I figurerna 7-13 har redovisats insamlade uppgifter för typområdena 1-7. Varje områdes geografiska utsträckning framgår av den infällda kartan.

Genom att studien är geografiskt avgränsad till Gävle kommun uppkommer problemet med brutto- och nettoenergi vid jämförelse mellan olika energiformer. Vid t.ex. uppvärmning med oljeeldning sker omvandlingen av primärenergien inom kommunen och uppkomna produktionsförluster ingår i redovisade siffror. För el sker omvandlingen till största delen utanför kommunens gränser varför produktions- och distributionsförluster endast delvis ingår i det visade siffermaterialet. En strikt kommunorienterad analys av energifrågor kan därför inte utan väsentliga omräkningar läggas till grund för en nationell energikalkyl.

Uppgifter om el-, elvärme- och fjärrvärmeförbrukning har hämtats ur energiverkens debiteringsjournaler. Dessa värden är alltså baserade direkt på utförda mätaravläsningar.

Från energiverken har också hämtats uppgifter om fjärrvärmeabonnenternas fördelningsyta. Fördelningsytan har i studien omräknats till bostadsyta genom division med faktorn 1,2.

För att få fram årsenergin för elvärme har den avlästa totala elförbrukningen för elvärmeabonnenter reducerats för hushållsel med 4 500 kWh per lägenhet och år. El för hushållsändamål redovisas under övrig elenergi. Förbrukningen av olja har beräknats på basis av värmeförbrukningen för de ytor inom området som ej är uppvärmda med fjärrvärme eller el. Härvid har räknats med förbränning i egen panna, varvid följande schblonvärden har använts för förbrukningen:

Lägenheter i flerfamiljshus	2,5 m <sup>3</sup>	olja/år
Lägenheter i småhus	5,0 m <sup>3</sup>	"
Lägenheter i bytebyggelse	6,0 m <sup>3</sup>	"
Affärer, kontor m.m	30 l	olja/m <sup>2</sup> och år.

Med detta beräkningssätt kommer även förlusterna i pannan att ingå. För att i viss mån kompensera detta har staplarna för fjärrvärme korrigerats för produktions- och distributionsförluster med 18 % medan staplarna för el- och elvärme endast korrigerats för distributionsförluster med 6,5 % inom kommunen. Anledningen härtill är att större delen av elkraften inköpes via till stamlinjenätet anknutna ledningar och att sammansättningen av matande produktionsanläggningar varierar. Som information kan nämnas att den totala produktionsverkningsgraden för all elproduktion i Sverige år 1975 uppgick till 80 % enligt uppgifter från kraftverksföreningen.

Vid beräkning av förlustprocentalen har beräkning skett utifrån uppgifter om total produktion (inkl köp) samt total försäljning under 1 år. Detta förfarande ger naturligtvis inte helt korrekta värden beroende på att områdena ligger på olika avstånd från mottagningsstationer och hetvattencentraler. Metoden bör dock ge erforderlig noggrannhet för en fördelning av den totala energiförbrukningen geografiskt inom kommunen.

Statistiska uppgifter saknas helt om den geografiska fördel-

ningen av drivmedelsförbrukningen. Drivmedelsförbrukningen har därför inte redovisats för de olika typområdena. Fördelning har däremot gjorts på olika trafikleder se avsnitt 3.5.

### 3.2.2 Typområde 1 - citybebyggelse

Uppgifterna för typområde 1 framgår av figur 7. Området utgöres av citybebyggelse med en blandning av gamla och nya hus. Knappt hälften av fastigheterna värms via fjärrvärme. Inom området finns endast ett begränsat antal bostäder och antalet boende är 119. Antalet boende per lägenhet är 1,08. Den låga siffran kan bero på att vissa lägenheter har gjorts om till kontor. Förhållandet antal boende till antal arbetande är 0,19.

Värdena för el respektive fjärrvärme är baserade på utförda avläsningar, korrigerade med distributionsförluster respektive distributions- och produktionsförluster. Ca 48 % av totala energimängden baseras på avläsningar.

### 3.2.3 Typområde 2 - blandad centrumbebyggelse

Uppgifterna för typområde 2 redovisas i figur 8. Inom området finns utöver bostäder även affärer, kontor samt vissa mindre verkstäder och serviceanläggningar. Större delen av området uppvärms via fjärrvärme. Antalet lägenheter uppgår till 228 och antalet boende till 429. Jämfört med området med citybebyggelse finns ungefär dubbelt så många lägenheter och fyra gånger så många boende. Förhållandet antal boende till antal arbetande är 2,85.

Fördelningskurvan för de boende grupperade med avseende på ålder i 5 års-intervaller är relativt jämn.

Värdena för el, elvärme respektive fjärrvärme är baserade på utförda avläsningar, korrigerade med distributionsförluster respektive distributions- och produktionsförluster. Ca 68 % av totala energimängden inom området är baserad på måtaravläsningar.

### 3.2.4 Typområde 3 - småhus

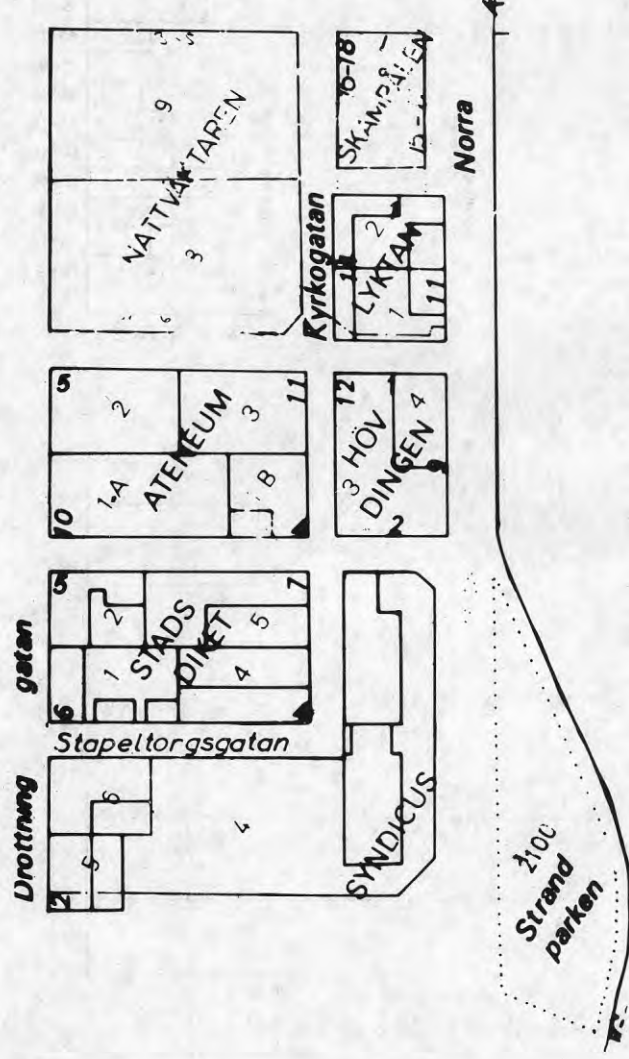
Uppgifter för typområde 3 redovisas i figur 9. Området är i huvudsak ett rent bostadsområde med övervägande småhus. De arbetsplatser som finns inom området utgöres av en skola och ett par mindre affärer. Uppvärmning sker med individuella parmanläggningar eller el-uppvärmning. Av totalt 608 småhus uppvärms 129 med elvärme. Av befolkningskurvan framgår att antalet barn och medelålders dominerar. Endast ett begränsat antal pensionärer finns inom området.

I likhet med övriga typområden är värdena för el och elvärme baserade på avläsningar korrigerade med distributionsförluster. Energimängden för individuell uppvärmning är framräknade värden. Endast ca 18 % av totala energiförbrukningen är baserad på avläsningar.



FIG 7  
ENERGIFÖRBRUKNING ÅR 1975 INOM TYPOMÅDE NR 1 CITY OCH KONTORSLOKALER

CITYBYGGELSE DOMINERAD AV AFFÄRS- OCH KONTORSLOKALER. BLANDNING AV GAMLA OCH NYA HUS  
UPPVÄRMNING I ÄLDRE HUS MED EGNA PANNCENTRALER OCH I NYA MED FJÄRRVÄRME. SKILDA ÄGARE,

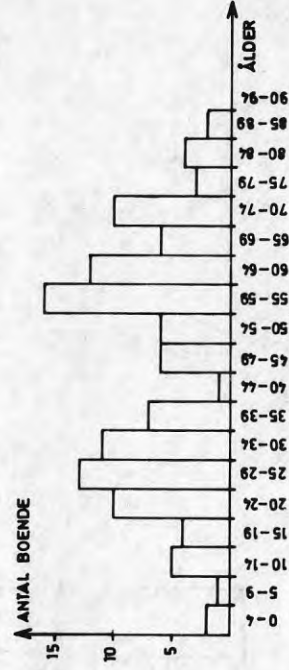
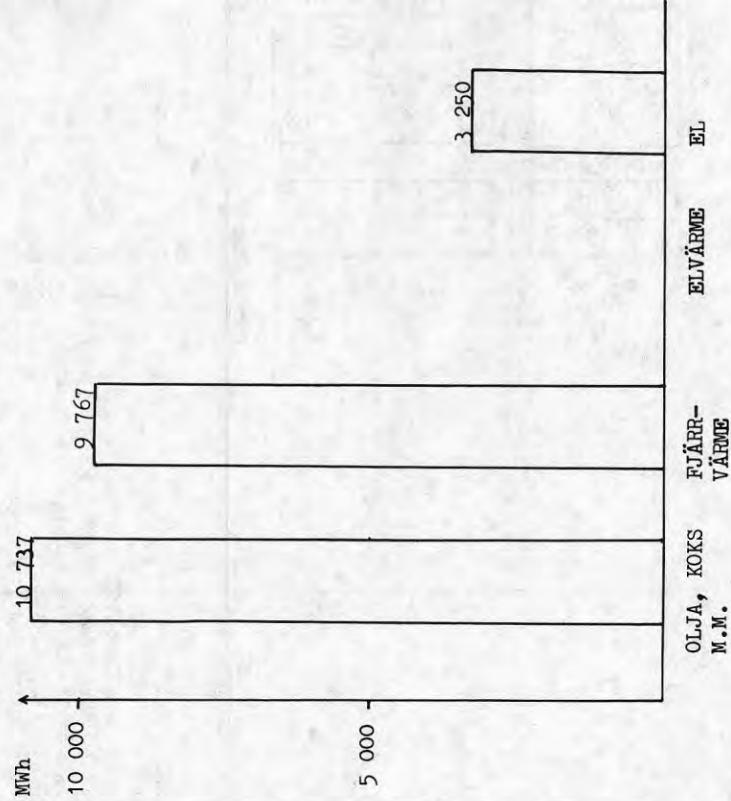


ANTAL BOENDE 119 ST  
ANTAL LÄGENHETER 110 ST  
ANTAL SMÅHUS - ST  
ANTAL ARBETANDE 625 ST  
ANTAL ELABONNENTER 194 ST  
VARAV ELVÄRMEABONNENTER -  
ÅRSENERGI FÖR UPPVÄRMNING VID ELVÄRME - MWh  
ÖVRIG ÅRSENERGI 3 250 MWh  
ANTAL FJÄRRVÄRMEABONNENTER 6 ST  
ÅRSENERGI FÖR FJÄRRVÄRME-  
ABONNENTER 9 767 MWh

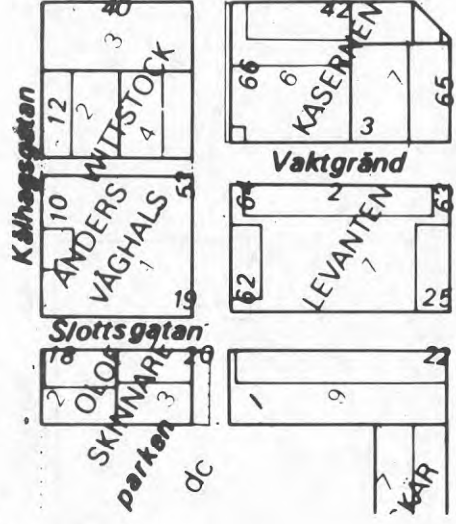
UPPVÄRMD YTA UTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALYTA

BOSTÄDER	7 000	FJÄRRVÄRME	33 058
KONTOR	23 354	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	32 478
AFFÄSER	22 182	ELVÄRME	-
INDUSTRI	-		
EJ SPECIFICERAT	13 000		
SUMMA	65 536	SUMMA	65 536

GENOMSNITTSVÄRDE AV TOTALA ENERGIFÖRBRUKNINGEN  
ÅRSENERGI PER m<sup>2</sup> 362 kWh



STÖRRE HUS MED BOSTÄDER, AFFÄRER OCH KONTOR. DE FLESTA HUSEN UPPVÄRMDA MED FJÄRRVÄRME. HUSEN BYGGDA I HUVUDSAK 1947-48, 59-61, 69. UNGEFÄR HÄLFTEN AV FASTIGHETENA ÄGS AV BOSTADSRÄTTIS- ELLER FASTIGHETSFÖRENINGAR.



ANTAL BOENDE 419 ST  
 ANTAL LÄGENHETER 228 ST  
 ANTAL SMÅHUS - ST  
 ANTAL ARBETANDE 80 ST  
 ANTAL ELABONNENTER 318 ST  
 VARAV ELVÄRMEABONNENTER 2 ST  
 ÅRSENERGI FÖR UPPVÄRMNING VID ELVÄRME 35 MWh  
 ÖVRIG ÅRSENERGI 1400 MWh  
 ANTAL FJÄRRVÄRMEABONNENTER 7 ST  
 ÅRSENERGI FÖR FJÄRRVÄRMEABONNENTER 4 280 MWh  
 GENOMSNITTSVÄRDEN AV TOTALA ENERGIFÖRBRUKNINGEN  
 ÅRSENERGI PER m<sup>2</sup> 331 MWh

UPPVÄRMND YTA UTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALITYTA

BOSTÄDER	16 000	FJÄRRVÄRME	17 025
KONTOR	830	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	4 964
AFFÄRER	2 274	ELVÄRME	200
INDUSTRI	-		
EJ SPECIFICERAT	3 085		
SUMMA	22 189	SUMMA	22 189

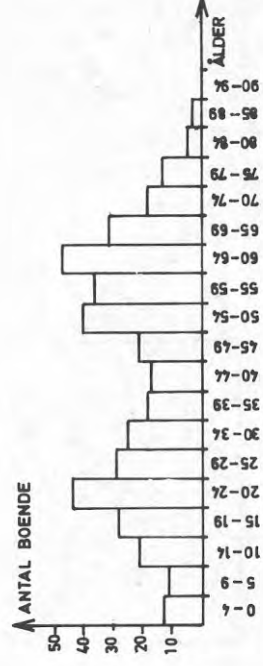
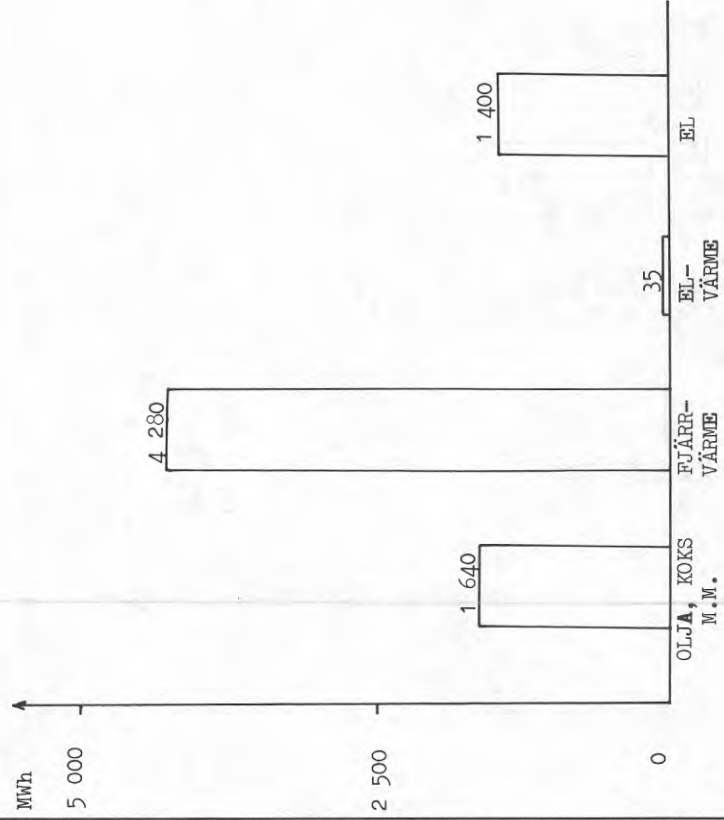


FIG 9  
ENERGIFÖRBRUKNING ÅR 1975 INOM TYFOMRÅDE 3 SMÅHUS

SMÅHUS I ENFAMILJSHUS OCH RADHUS BYGGDA ÅREN 1961-70. RADHUSEN ÄGS AV BOSTADSÄRÄFTSFÖRENINGAR.  
UPPVÄRMNING MED ELVÄRME ELLER SEPARATA PANNOR.

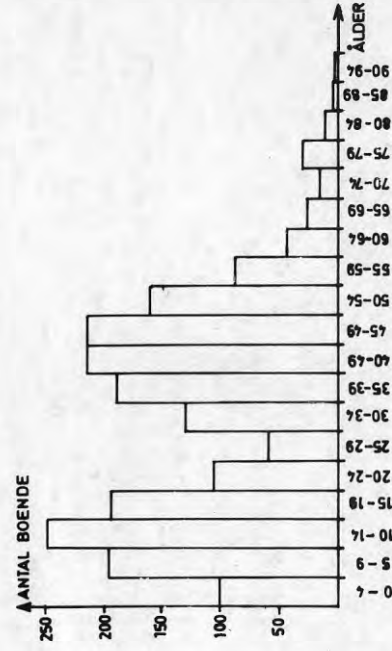
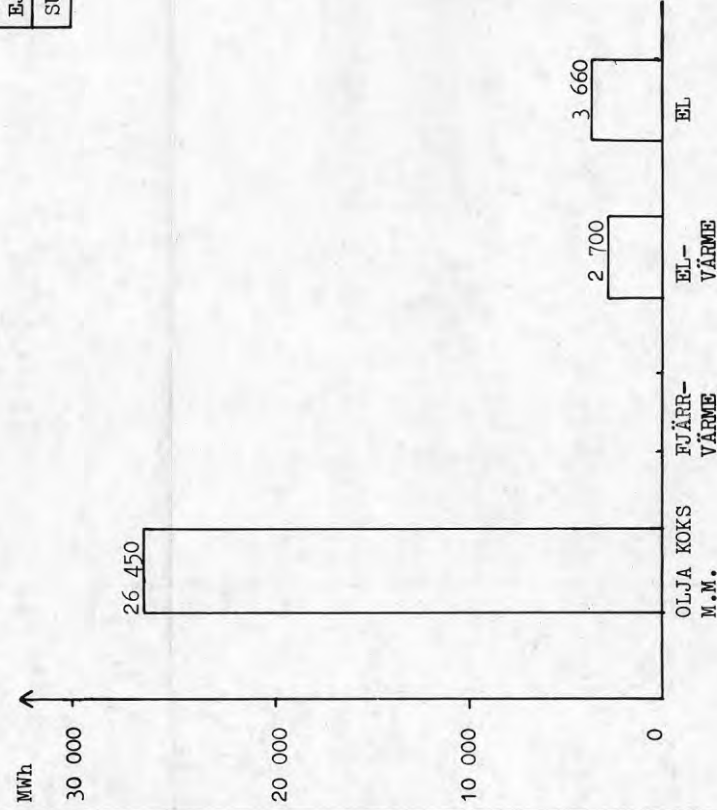


ANTAL BOENDE 2 016 ST  
 ANTAL LÅGENHETER - ST  
 ANTAL SMÅHUS 608 ST  
 ANTAL ARBETANDE 62 ST  
 ANTAL ELABONNENTER 662 ST  
 VARAV ELVÄRMEABONNENTER 129 ST  
 ÅRSENERGI FÖR UPPVÄRMNING VID ELVÄRME 2 700 MWh  
 ÖVRIG ÅRSENERGI 3 660 MWh  
 ANTAL FJÄRRVÄRMEABONNENTER - ST

GENOMSNIITTVÄRDEN AV TOTALA ENERGI FÖRBRUKNINGEN  
 ÅRSENERGI PÅR BOENDE 16,3 MWh  
 " " PÅ STAD 54,0 MWh  
 " " PÅ m<sup>2</sup> 357 kWh

UPPVÄRMD YTA UTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALAYTA

BOSTÄDER	91 500	FJÄRRVÄRME	-
KONTOR	-	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	72 520
AFFÄRER	370	ELVÄRME	19 350
INDUSTRI	-		
EJ SPECIFICERAT	-		
SUMMA	91 870	SUMMA	91 870



## 3.2.5 Typområde 4 - flerfamiljshus

Typområde nr 4 finns redovisat i figur 10. Området är ett bostadsområde med uteslutande flerfamiljshus. I områdets östra del finns några småindustrier med sammanlagt 31 arbetstillfällen. Uppvärmningen sker med fjärrvärme. Av befolkningskurvan framgår att området domineras av unga barnfamiljer.

I likhet med övriga typområden är värdena för el respektive fjärrvärme baserade på utförda avläsningar, korrigerade med distributionsförluster respektive distributions- och produktionsförluster. All energi är uppmätt vilket innebär att av totala energimängden baseras ca 86 % på avläsningar.

## 3.2.6 Typområde 5 - småindustri

Typområde 5 finns redovisat på figur 11. Inom området finns endast småindustrier. Där finns både tillverkande industri och serviceinrättningar.

Uppvärmningen sker till största delen med individuella pannanläggningar. I begränsad omfattning finns fjärrvärme och elvärme.

Värdena för el, elvärme respektive fjärrvärme är baserade på utförda avläsningar, korrigerade med distributionsförluster respektive distributions- och produktionsförluster.

Av den totala energiförbrukningen är ca 23 % baserad på avläsningar. Inom området finns inga boende. Antalet anställda uppgår till 584 st.

Den genomsnittliga energiförbrukningen per anställd inom området uppgår till 44,7 MWh/anställd och år. Som jämförelse till denna siffra kan ställas några siffror ur Energiprognosutredningens (EPU:s) lägesrapport gällande förhållandena år 1970. För verkstadsindustri anger EPU 47 MWh/anställd och under rubriken annan industri 23 MWh/anställd. Med hänsyn till att området består av endast småindustrier pekar en jämförelse med EPU:s siffror på att den beräknade energiförbrukningen är realistisk.

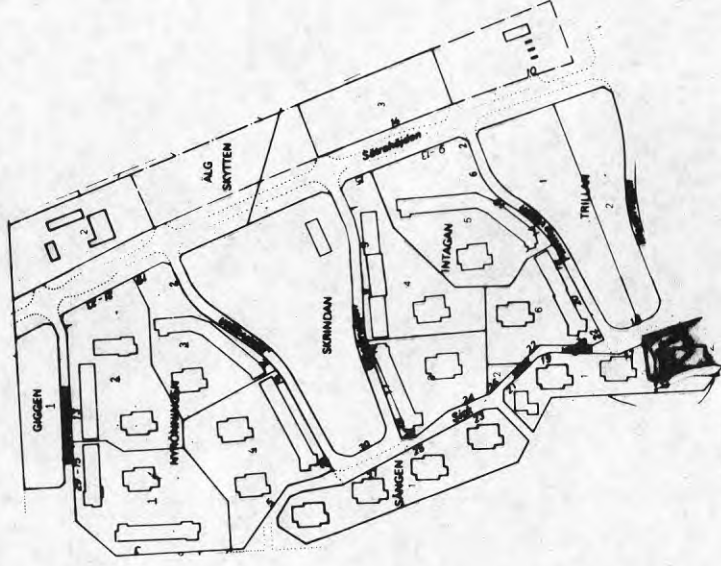
## 3.2.7 Typområde 6 - bybebyggelse

Uppgifter om typområde 6 redovisas i figur 12. Området utgöres av en by inom jordbruksdistriktet i Valbo. Bebyggelsen utgöres av en blandning av renodlade bostäder och jordbruksbebyggelse. Uppvärmningen sker till större delen med individuella pannor och i övrigt med elvärme.

Värdena för el är uppmätta värden som korrigerats för distributionsförluster.

Av den totala energiförbrukningen baseras ca 20 % på avläsningar.

FLERFAMILJSHUS INOM SÄTRA BYGGDA ÅREN 1965-70. BOSTADSHUSEN ÄR GENOMGÅENDE UPPVÄRMDA MED FJÄRRVÄRME. FASTIGHETERNA ÄGS AV GAVLEGÅRDARNA. ENDAST HYRESLÄGENHETER.



ANTAL BOENDE	2 023 ST
ANTAL LÄGENHETER	747 ST
ANTAL SMÅHUS	- ST
ANTAL ARBEFTANDE	31 ST
ANTAL ELABONNENTER	765 ST
VARAV ELVÄRMEABONNENTER	2 ST
ÅRSENERGI FÖR UPPVÄRMNING VID ELVÄRME	33 MWh
ÖVRIG ÅRSENERGI	3 072 MWh
ANTAL FJÄRRVÄRMEABONNENTER	16 ST
ÅRSENERGI FÖR FJÄRRVÄRMEABONNENTER	19 234 MWh

GENOMSNIITTSVÄRDEN AV TOTALA ENERGI FÖRBRUKNINGEN	11,0 MWh
ÅRSENERGI PER BOENDE	29,9 MWh
" " BOSTAD	361 kWh
" " m <sup>2</sup>	

UPPVÄRMNINGSYTA UTTRECKT I m <sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALYTA			
BOSTÄDER	58 677	FJÄRRVÄRME	61 722
KONTOR	930	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	-
AFFÄRER	-	ELVÄRME	175
INDUSTRI	1 110		
EJ SPECIFICERAT	1 180		
SUMMA	61 897	SUMMA	61 897

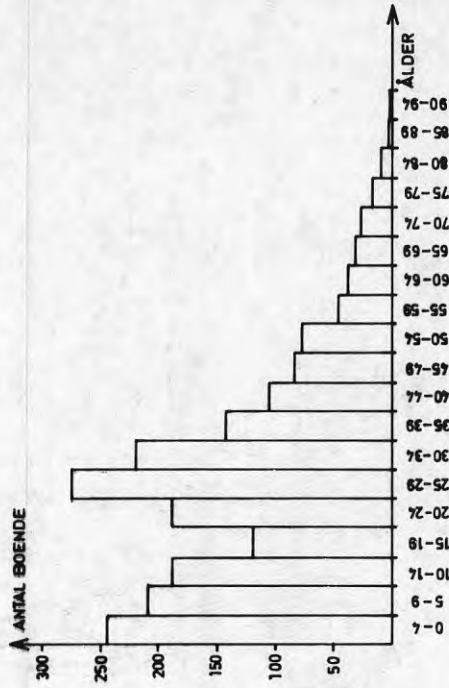
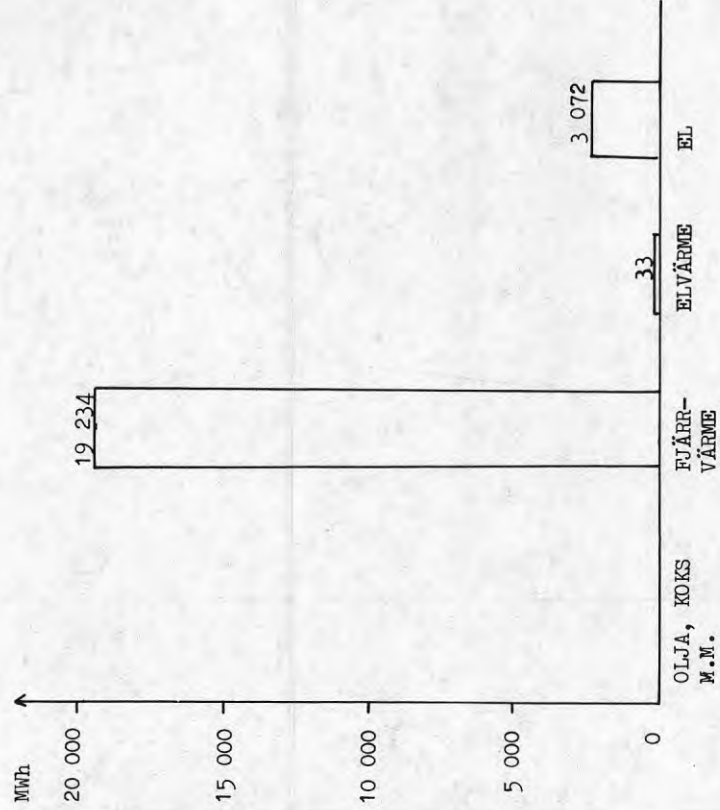
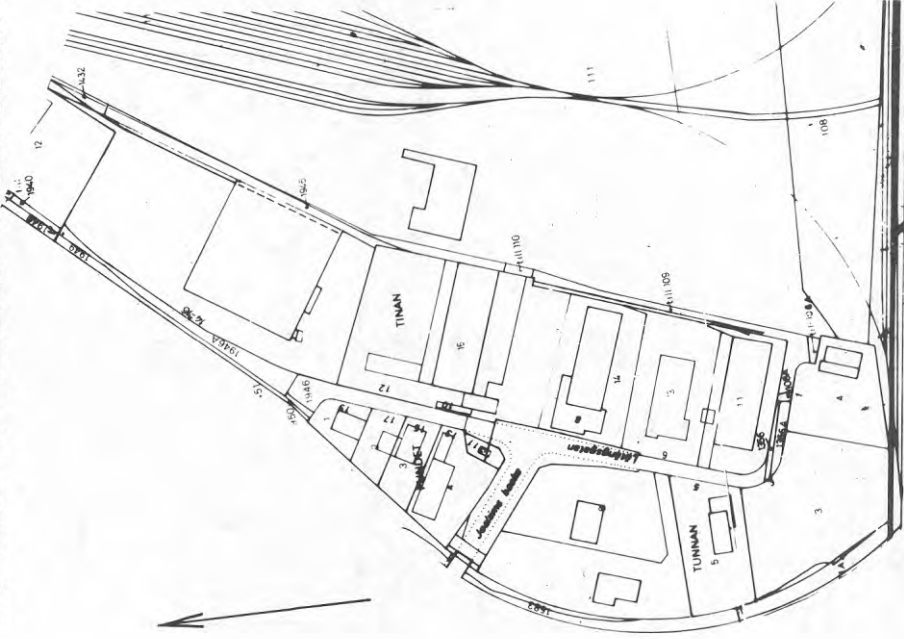


FIG 11

ENERGIFÖRBRUKNING ÅR 1975 INOM TYPPOMRÅDE NR 5 SMÅINDUSTRIOMRÅDE

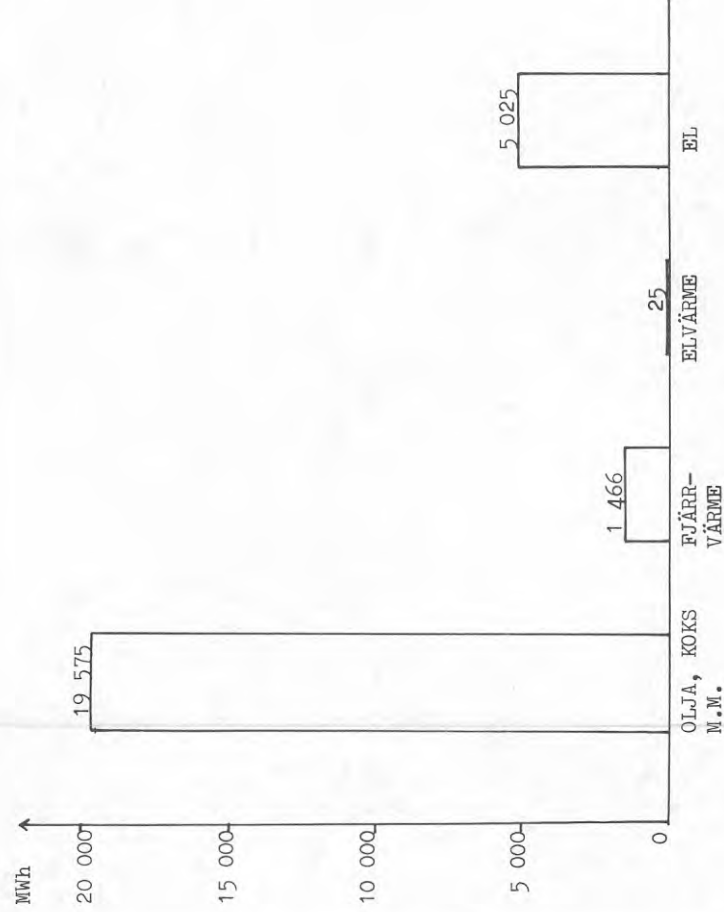
SMÅINDUSTRIOMRÅDE. FASTIGHETERNA BYGGDA 1964-70. UPPVÄRMINING TILL STÖRSTA DELEN VIA EGENA PANNOR. VISS TILLVERKANDE MEKANISKA INDUSTRI SAMT GROSSISTER.



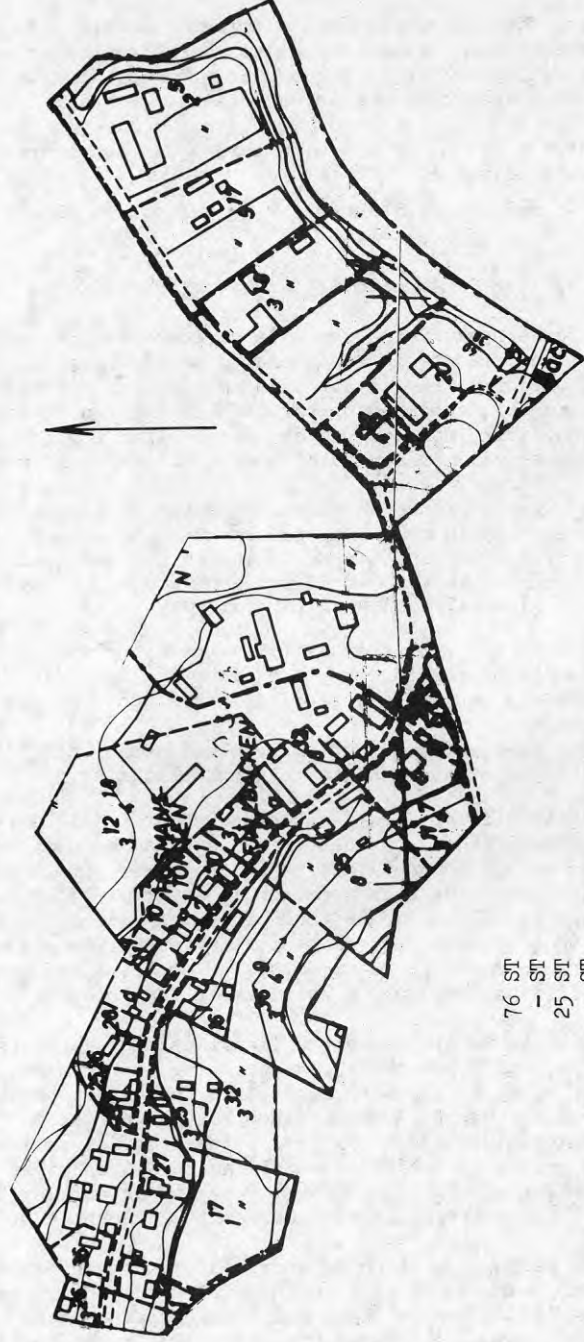
- ST
- ST
- ST
- 584 ST
- 20 ST
- 1 ST
- 25 MWh
- 5 025 MWh
- 3 ST
- 1 466 MWh
- GENOMSNITTSVÄRDEN AV TOTALA ENERGIFÖRBRUKNINGEN
- ÅRSENERGI PER ANSTÄLLD 44,7 MWh
- " " 669 kWh

UPPVÄRMD YTA UTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALITYTA

BOSTÄDER	-	FJÄRRVÄRME	3 341
KONTOR	4 000	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	35 533
AFFÄRER	-	ELVÄRME	126
INDUSTRI	35 000		
EJ SPECIFICERAT	-		
SUMMA	39 000	SUMMA	39 000



BYBÄYGGELSE UPPFÖRD FÖRE 1930. FRISTÅENDE HUS. DELVIS INGÅENDE I JORDBRUKSFASTIGHETER.  
UPPVÄRMNING MED ELVÄRME ELLER EGNA PANNOR.

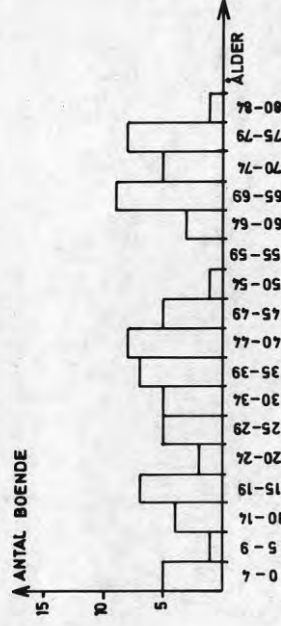
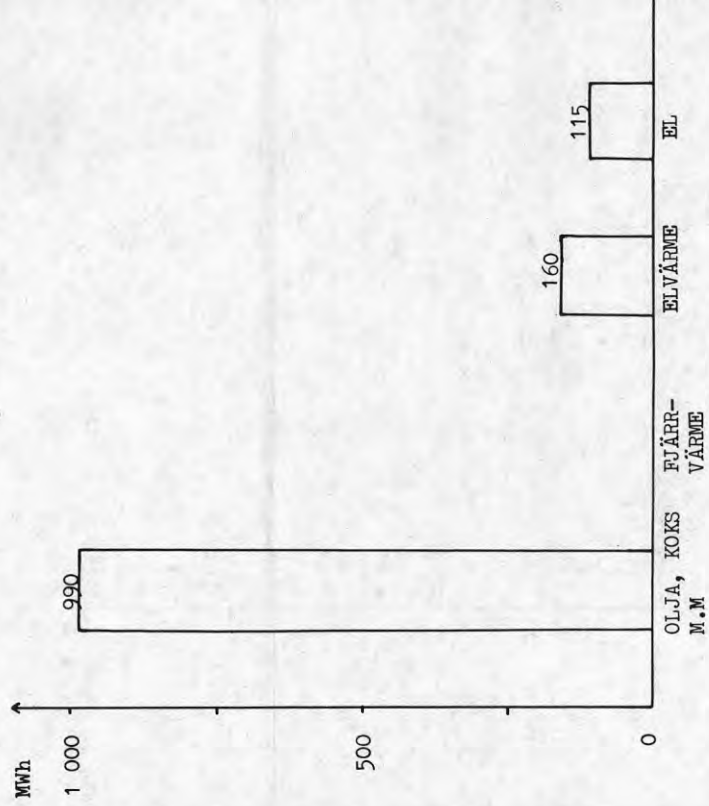


ANTAL BOENDE 76 ST  
 ANTAL LÅGENHETER - ST  
 ANTAL SMÅHUS 25 ST  
 ANTAL ARBETANDE - ST  
 ANTAL ELABONNENTER 40 ST  
 VARAV ELVÄRMEABONNENTER 10 ST  
 ÅRSENERGI FÖR UPPVÄRMNING VID ELVÄRME 160 MWh  
 ÖVRIG ÅRSENERGI 115 MWh  
 ANTAL FJÄRRVÄRMEABONNENTER - ST  
 ÅRSENERGI FÖR FJÄRRVÄRMEABONNENTER - MWh

GEMSNITTSVÄRDEN AV TOTALA ENERGIFÖRBRUKNINGEN  
 ÅRSENERGI PER BOENDE 16,6 MWh  
 " " BOSTAD 50,6 MWh  
 " " m<sup>2</sup> 349 MWh

UPPVÄRMNINGSUTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALITYTAN

BOSTÄDER	3 625	FJÄRRVÄRME	-
KONTOR	-	INDIVIDUELL OLJEUPPV.	2 625
AFFÄRER	-	ELVÄRME	1 000
INDUSTRI	-		
EJ SPECIFICERAT	-		
SUMMA	3 625	SUMMA	3 625



### 3.2.8 Typområde 7 - fritidsbebyggelse

Uppgifter om typområde 7 återfinns på figur 13. Området består av renodlad fritidsbebyggelse. Samtliga hus är elektrifierade. Energiförbrukningen per hus är 4,5 MWh. Inom området finns varken fast boende eller arbetande.

Värdena för el är uppmätta värden som korrigerats för distributionsförluster.

94 % av energiförbrukningen är baserad på mätavläsningar.

### 3.2.9 Jämförelse mellan typområdena 1 - 7

Befolkningskurvorna för alla områdena förutom småindustri- och fritidsområdet finns sammanställda på figur 14. För de utvalda typområdena framgår att barnfamiljerna företrädesvis bor i renodlade bostadsområden. Barnlösa familjer och äldre personer bor i huvudsak inom centrumbebyggelse eller i glesbyggd. Denna bild stämmer väl med den totala befolkningsbildens inom Gävle kommun.

På figur 15 finns en sammanställning på genomsnittliga årsförbrukningen av energi per boende, bostad och  $m^2$ . De genomsnittliga värdena har beräknats så att den totala energiförbrukningen alltså summan av uppmätt och beräknad energi fördelats på antalet enheter inom området.

Värdena för den genomsnittliga energiförbrukningen per boende, översta stapeldiagrammet på figur 15, är endast jämförbara för områdena med småhus, flerfamiljshus och bybebyggelse.

Inom övriga typområden utgör bostädernas energiförbrukning en liten andel av områdets totala förbrukning.

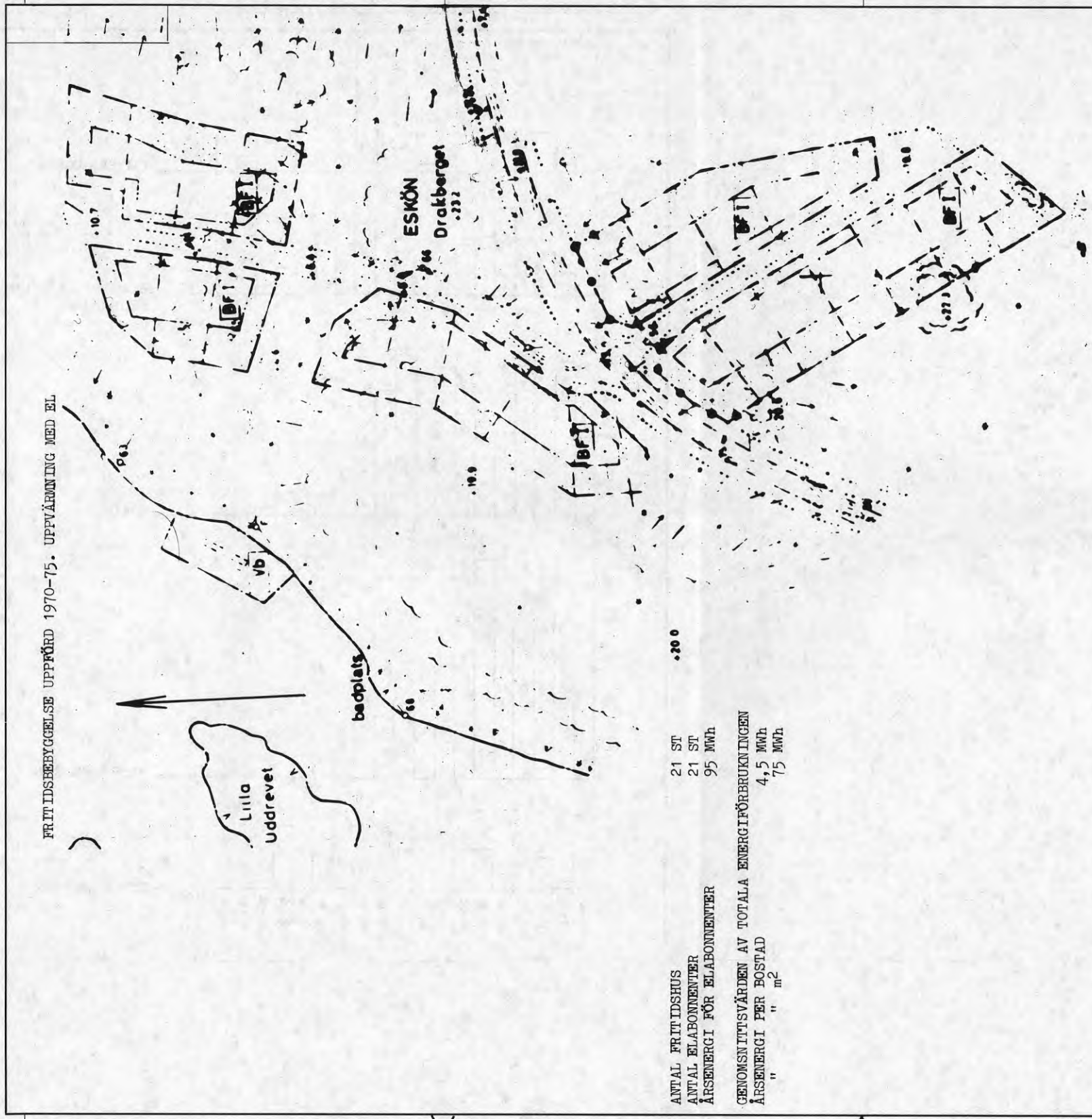
Lägsta siffran 10,7 MWh/boende och år erhålles inom området med flerfamiljshus. Området är ett ganska renodlat bostadsområde med en hög boendetäthet på 2,7 personer per lägenhet. Motsvarande medelvärde för hela kommunen i januari 1976 är 2,3 personer per lägenhet. Inom området med citybebyggelse finns alltför få boende för att det genomsnittliga energivärdet per boende skall vara intressant. Detsamma gäller områdena med småindustri och fritidsbebyggelse som helt saknar fast boende.

I mellersta diagrammet på figur 15 anges genomsnittlig energiförbrukning per bostad. Redovisning sker endast för de områden för vilka förbrukning per boende beräknats. Högsta värdena erhålles här för småhus och bybebyggelse med ca 50 MWh/bostad. Inom småhusområdet finns i princip endast enfamiljshus och radhus vilket innebär att medelytan per lägenhet är större än inom området med flerfamiljshus. Dessutom är antalet boende per bostad stort och utrustningsstandarden i allmänhet hög.

För samtliga områden är energiförbrukningen per  $m^2$  uppvärmd yta jämförbar. Här ligger småindustriområdet högst med 669 kWh/ $m^2$  och år. Av övriga ligger citybebyggelsen högst. Skillnaderna är dock inte så stora med undantag från fritidsområdet.

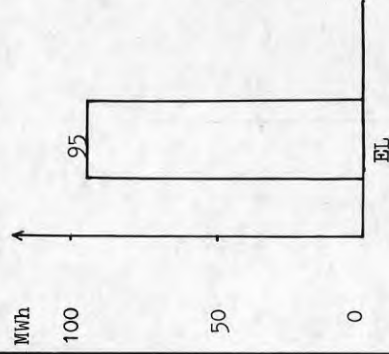


FIG 13  
ENERGIFÖRBRUKNING ÅR 1975 INOM TYPMÅRÅDE NR 7 FRITIDSBEBYGGELSE



UPPVÄRMD YTA UTTRYCKT I m<sup>2</sup> BOSTADSYTA, LOKALITÄT

BOSTÄDER	1 260	FJÄRRVÄRME	-
KONTOR	-	INDIVIDUELL OLVÄRME	1 260
AFFÄRER	-	ELVÄRME	
INDUSTRI	-		
EJ SPECIFICERAT	-		
SUMMA	1 260	SUMMA	1 260



ÅLDERSFÖRDELNING FÖR BOENDE INOM OLIKA TYPMRÅDEN

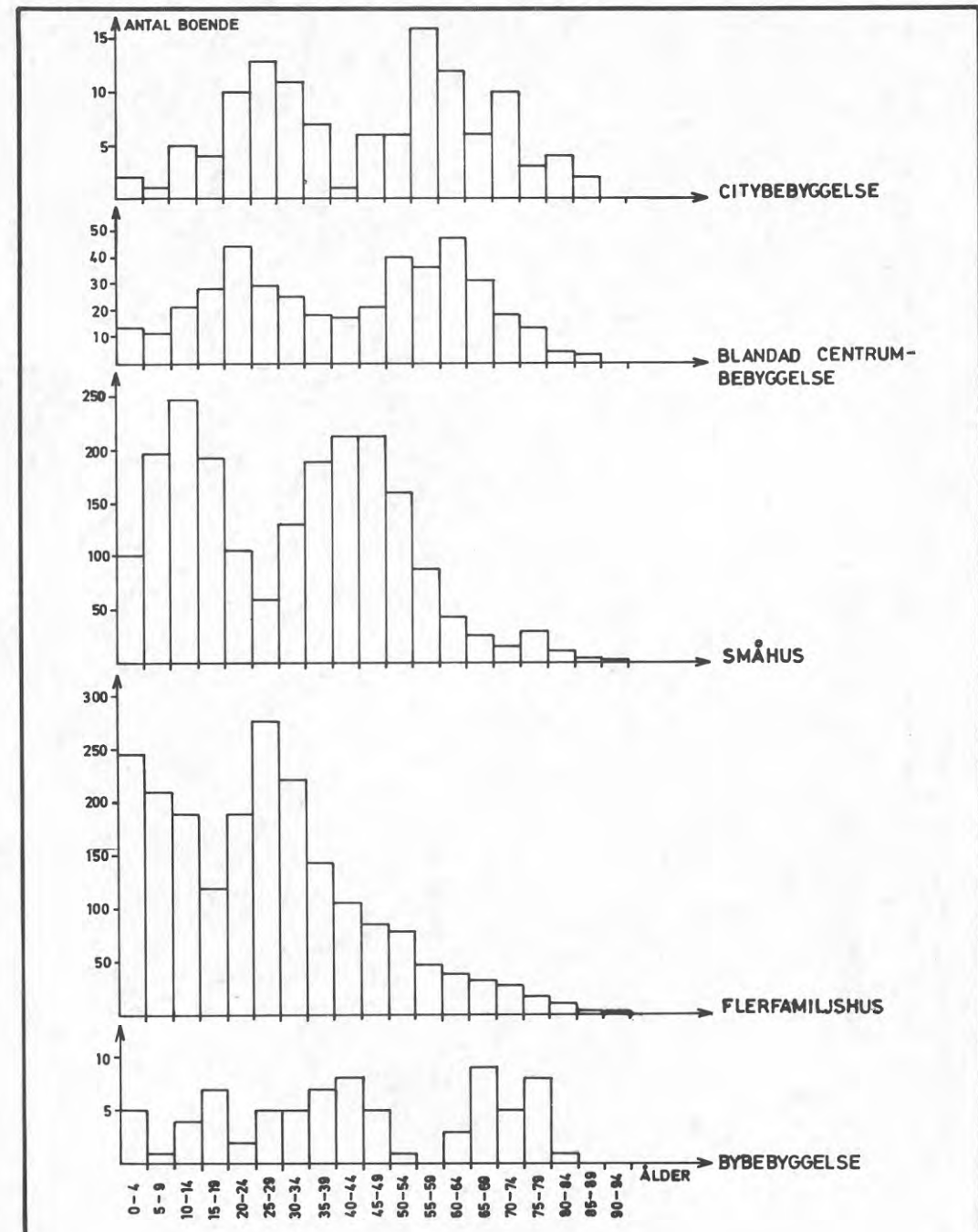
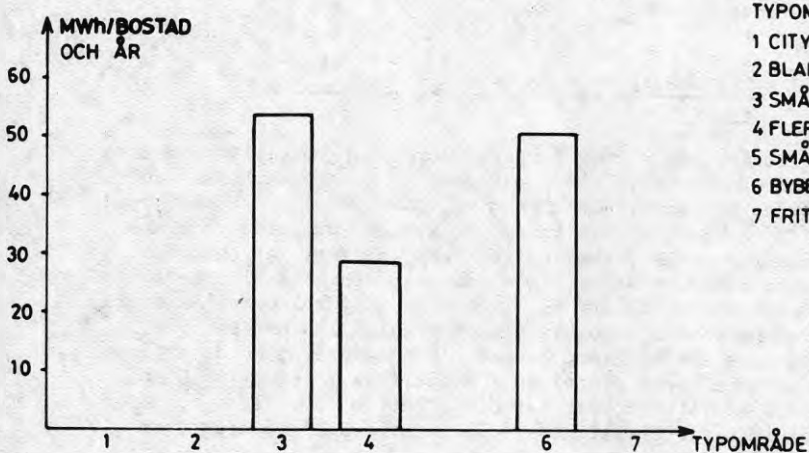
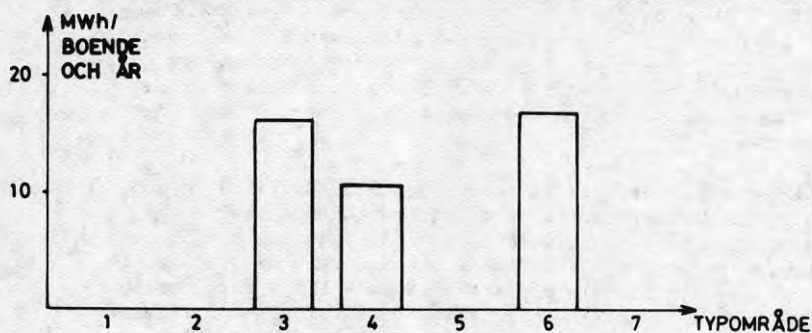
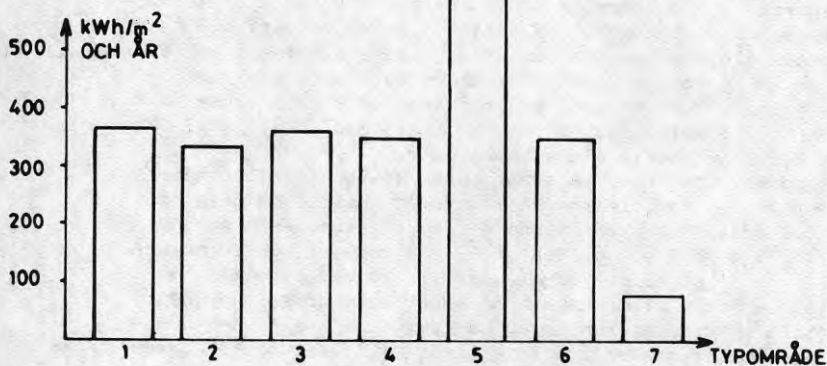


FIG 15 GENOMSnittLIG ENERGIVÄRDEN FÖR OLIKA TYPOMRÅDEN



TYPOMRÅDEN:  
 1 CITYBEBYGGELSE  
 2 BLANDAD CENTRUMBEB.  
 3 SMÅHUS  
 4 FLERFAMILJSHUS  
 5 SMÅINDUSTRI  
 6 BYBEBYGGELSE  
 7 FRITIDSBEBYGGELSE



### 3.2.10 Total energifördelningskalkyl grundad på typområdenas förhållanden

Utgående från de medelvärden av energiförbrukningen som framräknats för de olika typområdena samt för institutioner och tung industri (se avsnitt 2.3) och med tillämpning av den gjorda uppdelningen av kommunen i delområden, motsvarande typområdena, har en kalkyl gjorts över den totala energifördelningen inom kommunen.

Detaljarbetet har utförts på kartor 1:5 000 för tätorten och 1:50 000 för glesbygden. Av redovisningstekniska skäl anges detaljuppgifterna i tabellform i figur 16. En sammanställning av energins geografiska fördelning visas i form av staplar uttryckt i % av den fördelningsbara energin - för glesbygden i figur 17 och för tätorten i figur 18. Dessutom anges i figurerna den totala energiförbrukningen inom kommunen uppdelad på tung industri, transporter samt energi som fördelats geografiskt. Det framgår att endast ca 26 % av totala förbrukningen går att fördela geografiskt.

### 3.3 Elförbrukningen uppdelad på förbrukarkategorier

Eldistributörerna lämnar varje år uppgifter om elförsörjningen till SCB. Därvid tillämpas en indelning av abonnenterna i olika kategorier nämligen: elproducenter, jordbruk och skogsbruk med och utan elvärme, tillverkningsindustrier, byggnads- och anläggningsverksamhet, kommunaltekniska anläggningar, handel, kommunikationer, tjänster, bostäder med och utan elvärme samt fritidsbostäder. För att möjliggöra en jämförelse mellan olika kommuner har samma kategoriindelning valts i denna studie. Den del av elenergin inom kommunen som levereras av detaljdistributörerna finns redovisad i stapelform i figur 19. Genom att flera eldistributörer har distribution inom flera kommuner har det inte varit möjligt att för samtliga år få uppgifter från alla distributörerna.

Från och med år 1973 ingår i statistiken även abonnenter inom kommundelarna Hille och Valbo. Leverantör till dessa abonnenter har tidigare varit Storviks Kraft AB. År 1974 har abonnenter inom Forsbacka tillkommit med totalt 5,7 GWh, d.v.s. 1,5 % av den totala eldistributionen år 1974. Fagersta AB, som är leverantör, har ej någon statistik för enbart Forsbacka tidigare än 1974. Tidigare var statistiken ihopslagen för alla brukena. År 1975 tillkommer dessutom Bergvik & Ala med totalt 11,7 GWh d.v.s. 2,6 % av totala eldistributionen.

De kategorier som ökar sin förbrukning snabbast är bostäderna med respektive utan elvärme. Anledningen härtill är dels ökat antal bostäder dels ökad standard i bostäderna. Antalet bostäder år 1970 var 33 688 st och år 1975 37 369 st. Ökningen uppgår till 3 681 st eller 10,9 %. Härtill kommer att ca 4 545 lägenheter sanerats eller utgått på annat sätt under perioden. Den totala nyproduktionen under samma tid blir alltså 8 226 bostäder. De lägenheter som saneras är till övervägande delen äldre med låg standard.

FIG 16

## ENERGIFÖRDELNING UTGÅENDE FRÅN TYPOMRÅDEN

	1		2		3		4		5		6		7		8		TOTALT	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%
<u>Kommunkarta</u>																		
Hamrånge					21 280	1,27	17 940	1,07	1 000	0,06	39 266	2,34	1 000	0,06	1 670	0,10	82 156	4,90
Hille					31 920	1,90	8 970	0,54	1 000	0,06	33 143	1,98	4 500	0,27	1 130	0,07	80 663	4,81
Bomhus					72 623	4,33	77 642	4,63	1 000	0,06					3 543	0,21	154 808	9,24
Valbo					79 800	4,76	65 780	3,92	4 000	0,24	44 808	2,67	1 500	0,09	3 935	0,23	199 823	11,92
Hedesunda					23 355	1,39	8 700	0,52	1 000	0,06	17 907	1,07	500	0,03	450	0,03	51 912	3,10
Summa					228 978	13,66	179 032	10,68	8 000	0,48	135 124	8,06	7 500	0,45	10 728	0,64	569 362	33,97
<u>Norra Gävle</u>																		
Sätra					56 892	3,39	94 125	5,61							6 107	0,36	157 124	9,38
Stigslund					44 055	2,63	32 243	1,92							2 165	0,13	78 463	4,68
Näringen					371	0,02			42 000	2,50							42 371	2,53
Fredriksskans					8 197	0,49			4 000	0,24					1 762	0,10	13 959	0,83
Summa					109 515	6,53	126 368	7,54	46 000	2,74					10 034	0,59	291 917	17,42
<u>Södra Gävle</u>																		
Tolvfors					11 527	0,68											11 527	0,68
Lasarett															33 883	2,02	33 883	2,02
Nynäs							109 835	6,55	1 000	0,06					3 249	0,19	114 084	6,81
Regemente															17 272	1,03	17 272	1,03
Norr	53 915	3,22	16 823	1,00					2 000	0,12					4 341	0,26	77 079	4,60
Söder	25 032	1,49	78 271	4,67					23 500	1,40					14 358	0,86	141 161	8,42
Hemsta							87 693	5,23									87 693	5,23
Villastaden					107 494	6,41									16 994	1,01	124 488	7,43
Andersberg							40 066	2,39			1 711	0,10			41 777	2,50	41 777	2,50
Brynäs			119 373	7,12					14 000	0,83					4 637	0,28	138 010	8,23
Sörby urfjäll									19 000	1,13							19 000	1,13
Hemlingby					8 567	0,51									110	0,01	8 677	0,52
Summa	78 947	4,71	214 467	12,79	127 588	7,61	237 594	14,18	59 500	3,55	1 711	0,10			94 844	5,66	814 651	48,61
<b>Totalt summa</b>	<b>78 947</b>	<b>4,71</b>	<b>214 467</b>	<b>12,79</b>	<b>466 081</b>	<b>27,81</b>	<b>542 994</b>	<b>32,40</b>	<b>113 500</b>	<b>6,77</b>	<b>136 835</b>	<b>8,16</b>	<b>7 500</b>	<b>0,45</b>	<b>115 606</b>	<b>6,90</b>	<b>1675 930</b>	<b>100,00</b>

FIG 17 GEOGRAFISK ENERGIFÖRDELNING FÖR GLESBYGDEN UTTRYCKT I % AV DEN FÖRDELNINGSBARA ENERGIN INOM GÄVLE KOMMUN 1975

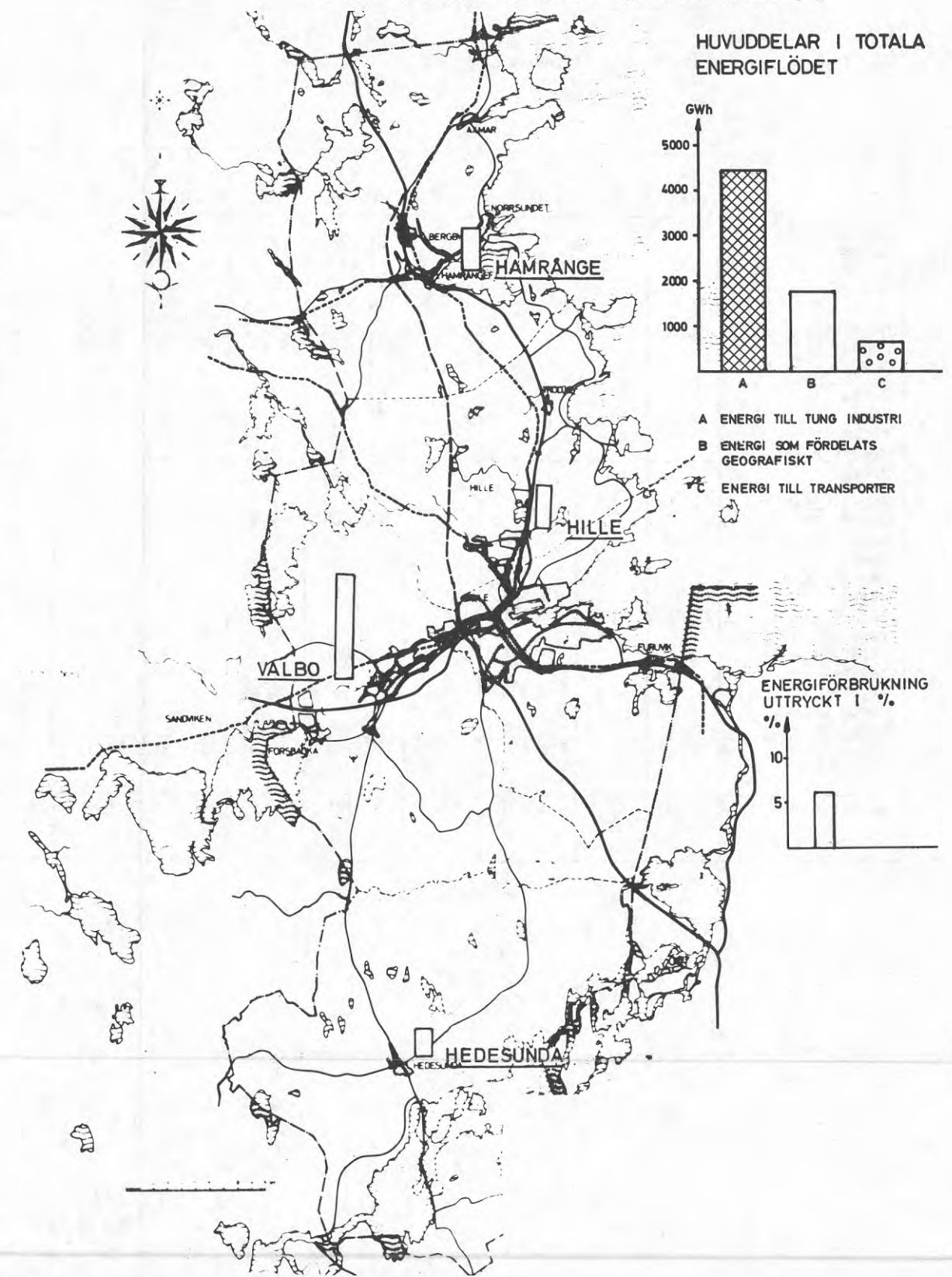
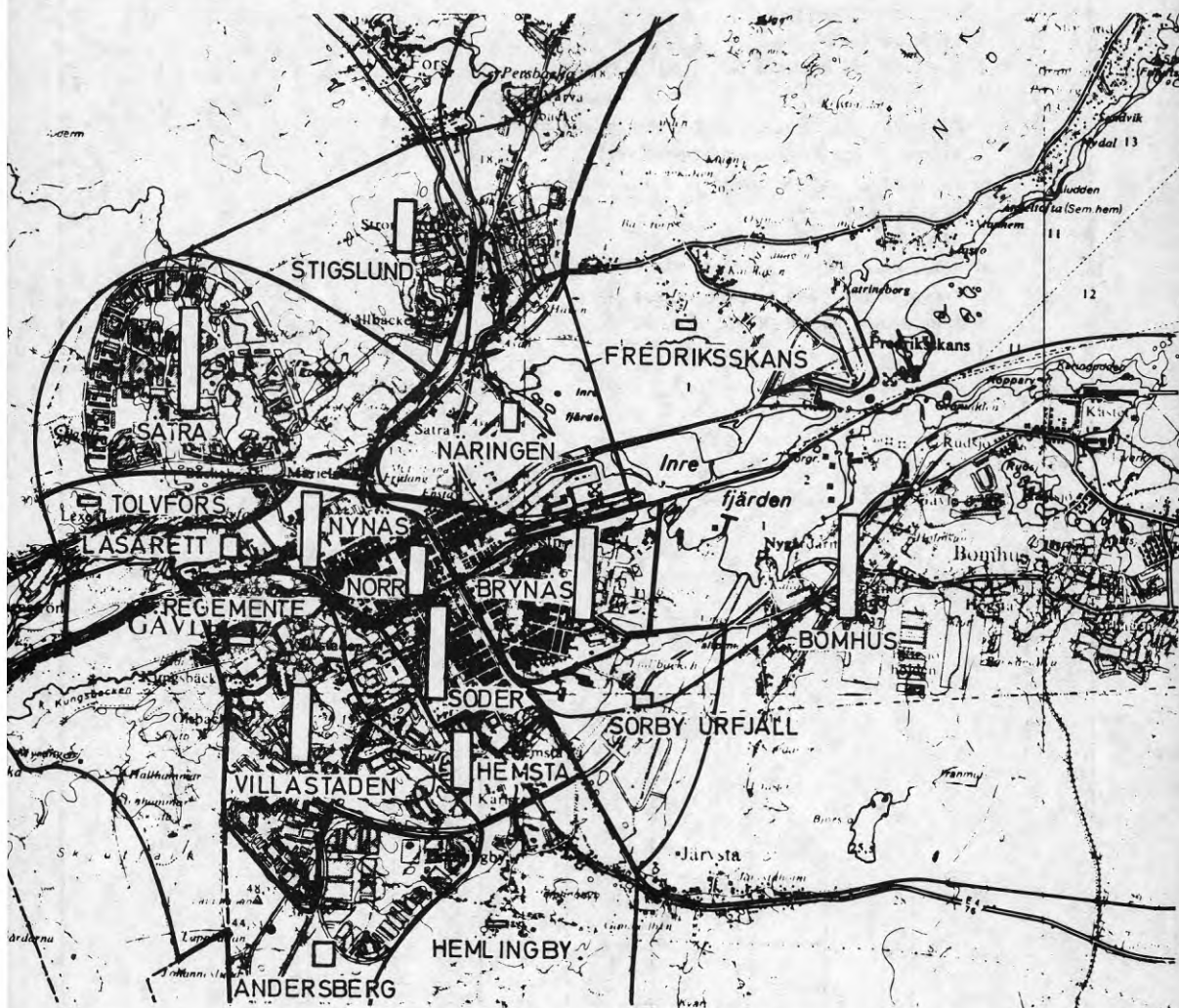
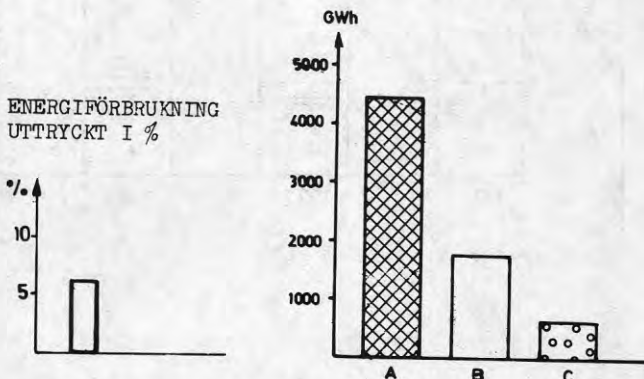


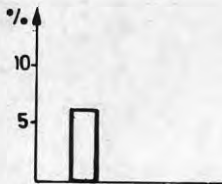
FIG 18 GEOGRAFISK ENERGIFÖRDELNING FÖR TÅRTORTEN UTTRYCKT I % AV DEN FÖRDELNINGSBARA ENERGIN INOM GÄVLE KOMMUN 1975



HUVUDEDELAR I TOTALA ENERGIFLÖDET



ENERGIFÖRBRUKNING  
UTTRYCKT I %



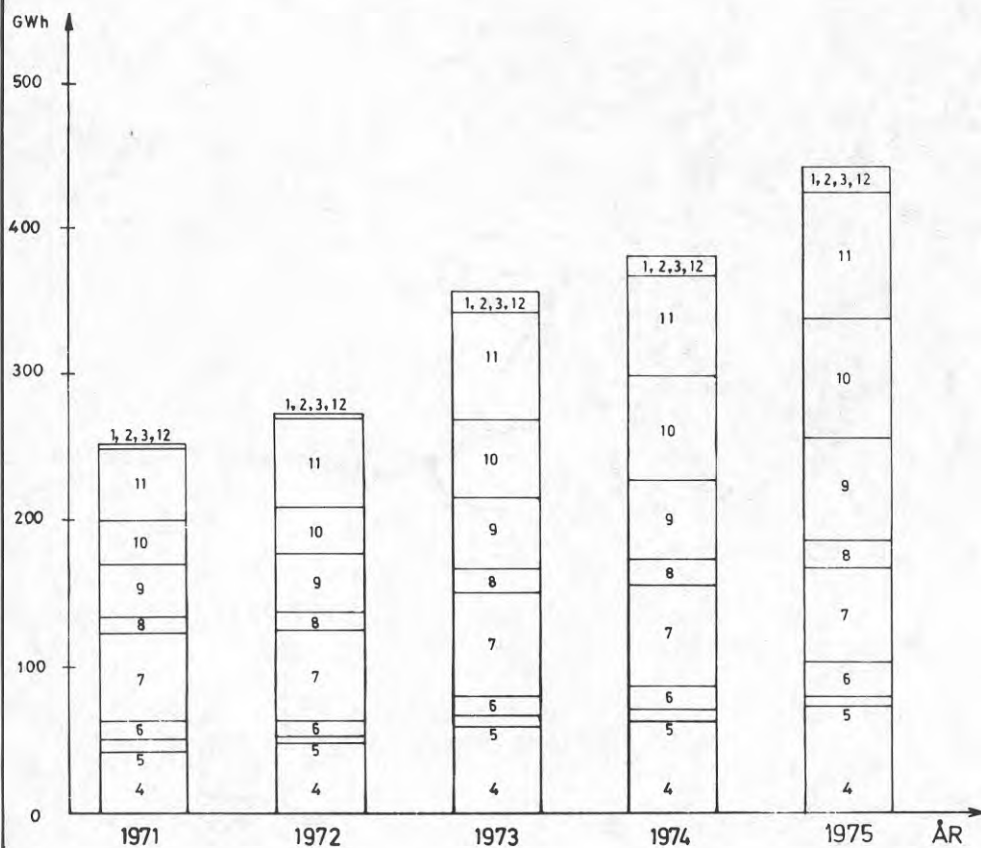
OMRÅDESGRÄNS

- A ENERGI TILL TUNG INDUSTRI
- B ENERGI SOM FÖRDELATS GEOGRAFISKT
- C ENERGI TILL TRANSPORTER

FIG 19 ELFÖRBRUKNING HOS OLIKA KONSUMENTKATEGORIER

## FÖRTECKNING ÖVER KATEGORIER

- 1 ELPRODUCENTER
- 2 JORDBRUK OCH SKOGSBRUK INKL. HUSHÅLL ELVARME
- 3 " " " " " " UTAN ELVARME
- 4 TILLVERKN. INDUSTRIER, GRUVOR OCH MINERALBROTT
- 5 BYGGNADS OCH ANLÄGGNINGSVERKSAMHET
- 6 GAS-, VÄRME-, VATTEN-, AVLOPPS-, RENINGS- OCH RENHÅLLNINGSVÄRK
- 7 HANDEL
- 8 KOMMUNIKATIONER
- 9 TJÄNSTER OCH ÖVRIG EJ SPEC. VERKSAMHET
- 10 PERMANENTA BOSTÄDER MED ELVÄRME
- 11 " " " " " " UTAN " "
- 12 FRITIDSBOSTÄDER





År 1970 fanns 3,58 rumsenheter per lägenhet. Motsvarande siffra år 1975 var 3,69. Utrymmesmässigt har alltså skett en standardökning vilket innebär en ökad energiförbrukning. Även när det gäller utrustningen i lägenheterna har det skett en kontinuerlig ökning.

Mellan åren 1973 och 1975 har elförbrukningen i bostäder utan elvärme ökat med 9,4 GWh vilket motsvarar ca 6,0 % per år. Under samma tid har elförbrukningen i elvärmda bostäder ökat med 27,4 GWh eller ca 23 % per år. Denna kraftiga ökning beror på ökad anslutning av elvärme och inte på högre förbrukning hos befintliga abonnenter. I figur 20 och 21 anges den genomsnittliga förbrukningen per abonnent för 12 olika kategorier under åren 1971 - 75. Dessutom anges för samma tidsperiod antalet abonnenter för respektive kategori.

Av dessa figurer kan följande utläsas:

Tydliga öknings- och avlopps-, renings- och renhållnings- verk, kategori 6, och inom sektorn tjänster och övrig ej specificerad verksamhet, kategori 9. Detsamma gäller permanenta bostäder utan elvärme kategori 11.

Kategori 6 omfattar kommunala anläggningar. För denna kategori ökar även antalet abonnenter. Den ökande trenden beror av flera orsaker bl.a. utbyggd kommunal service, allt större och alltmer automatiserade anläggningar. Under den studerade tidsperioden har också en snabb utbyggnad skett av fjärrvärmeanläggningarna.

Kategori nr 9 omfattar förvaltningar och institutioner. För denna kategori kan utläsas en markant stigande trend för både förbrukning per abonnent och antal abonnenter. Här har den statliga utlokaliseringen inverkat.

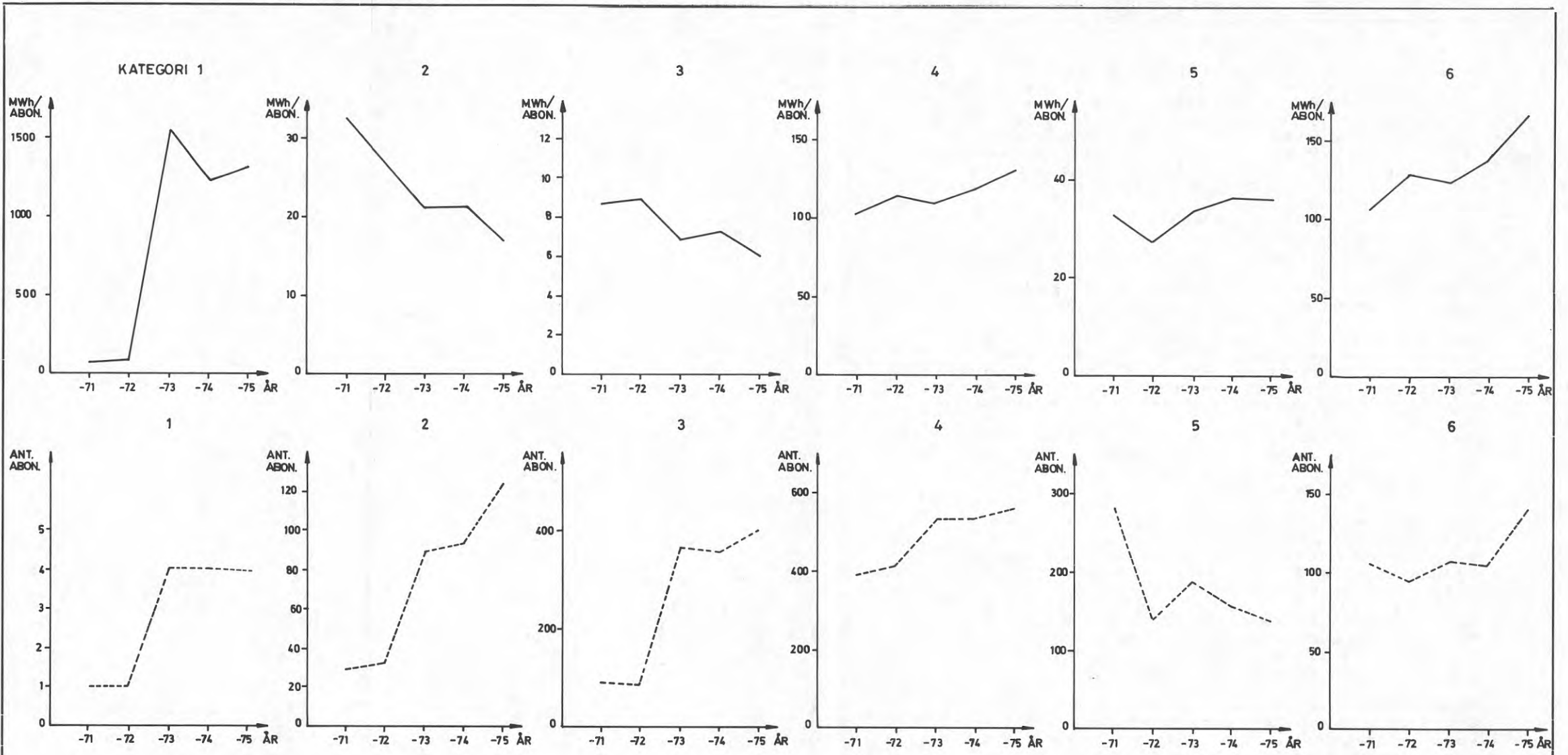
Förbrukningen för bostäder utan elvärme, kategori 11, ökar. Detta hänger samman med vad som tidigare sagts om standardökning i bostäderna. Antalet bostadsabbonenter har stagnerat och anledningen härtill är att övergången till elvärme i stort sett motsvarar nettoökningen av bostäder.

Antalet bostäder med elvärme, kategori 10, ökar konstant. Däremot sjunker årsförbrukningen per abonnent. En anledning kan vara att andelen grupphus ökar och att uppvärmda ytor i medeltal är mindre i grupphus än i egnahemsbyggen.

Förändringarna i antal abonnenter för elproducenter, kategori 1, beror i sin helhet av ändrat rapporteringsunderlag. Förbrukningen per abonnent visar ingen tydlig trend, beroende på att dessa leveranser är tillskott för att täcka variation i egen produktion.

Antalet abonnenter inom jordbruk och skogsbruk med och utan elvärme, kategorierna 2 och 3, ökar. Förbrukningen per abonnent visar däremot en sjunkande tendens. Abonnentökningen kan i huvudsak hänföras till förändringar i statistikunderlaget. Den sjunkande förbrukningen kan bero på att jordbruken upphör och enbart användes som bostäder.

ELFÖRBRUKNING PER ABONNENT OCH ÅR INOM OLIKA KATEGORIER



FÖRTECKNING ÖVER KATEGORIER

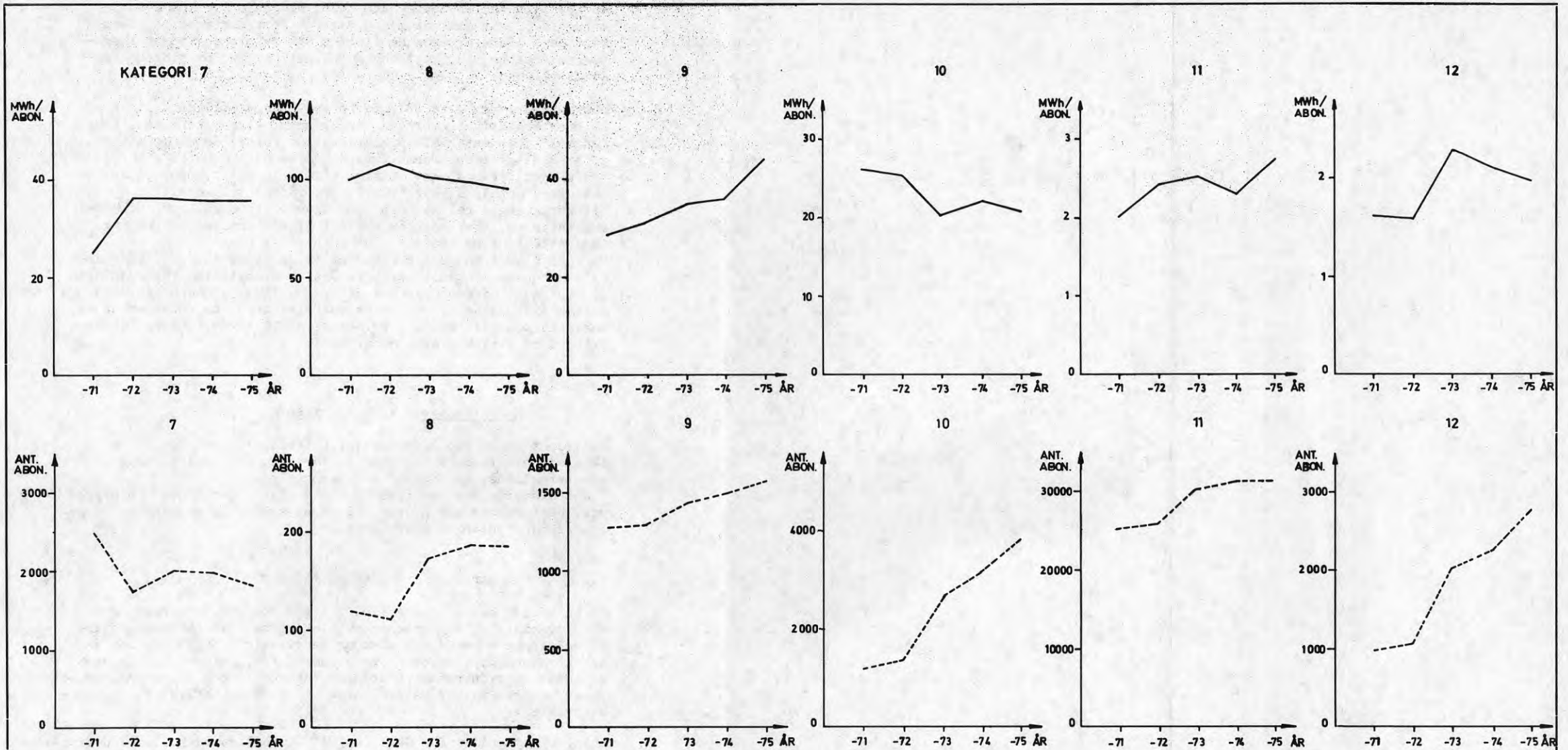
1. ELPRODUCENTER
2. JORDBRUK OCH SKOGSBRUK INKL. HUSHÅLL ELVÄRME
3. " " " " " " UTAN ELVÄRME
4. TILLVERKN. INDUSTRIER, GRUVOR OCH MINERALBROTT
5. BYGGNADS- OCH ANLÄGGNINGSVERKSAMHET
6. GAS-, VÄRME-, VATTEN-, AVLOPPS-, RENINGS- OCH RENHÅLLNINGSVÄRK

BETECKNINGAR

- GENOMSNITTLIG ENERGI FÖRBRUKNING
- - - - - ANTAL ABONNENTER

FIG 21

## ELFÖRBRUKNING PER ABONNENT OCH ÅR INOM OLIKA KATEGORIER



## FÖRTECKNING ÖVER KATEGORIER

- 7. HANDEL
- 8. KOMMUNIKATIONER
- 9. TJÄNSTER OCH ÖVRIG EJ SPEC. VERKSAMHET
- 10. PERMANENTA BOSTÄDER MED ELVÄRME
- 11. " " UTAN "
- 12. FRITIDSBOSTÄDER

## BETECKNINGAR

- GENOMSnittlig energiförbrukning
- - - - - ANTAL ABONNENTER

Antalet tillverkningsindustrier, kategori 4, ökar. Årsförbrukningen per abonnent har för den undersökta perioden legat relativt konstant. Abonentantalet inom byggnads- och anläggningsverksamheten, kategori 5, har minskat medan däremot förbrukningen per abonnent ökat. Förklaringen härtill är att småbyggen typ egnahemsbyggen ersatts med gruppbebyggelse, vilket medför större byggarbetsplatser.

För kategori nr 7, handel, finns en tendens till minskat antal abomenter. Elförbrukningen per abonnent ligger konstant. Nedgången i abonentantal förklaras av de senare årens omfattande affärsnedläggelser. Normalt borde detta ha inneburit att förbrukningen per abonnent ökat. Att så inte skett beror på att ett stort antal butiker från ytterområdena tillkommit. Elförbrukningen per abonnent har sjunkit inom kategori 8, kommunikationer. Förklaringen härtill är att antalet abonnemang för gatubelysning ökat. När det slutligen gäller kategori 12, fritidsbostäder, ökar antalet abonnemang kontinuerligt. Den genomsnittliga förbrukningen per abonnent däremot har avtagit sedan 1973. Orsaken kan vara dels kvardröjande effekt av de restriktioner som infördes under energikrisen dels höjda elpriser dels att sannolikt även äldre fritidshus elektrifieras efter hand.

#### 3.4 Energibehovets tidsvariation

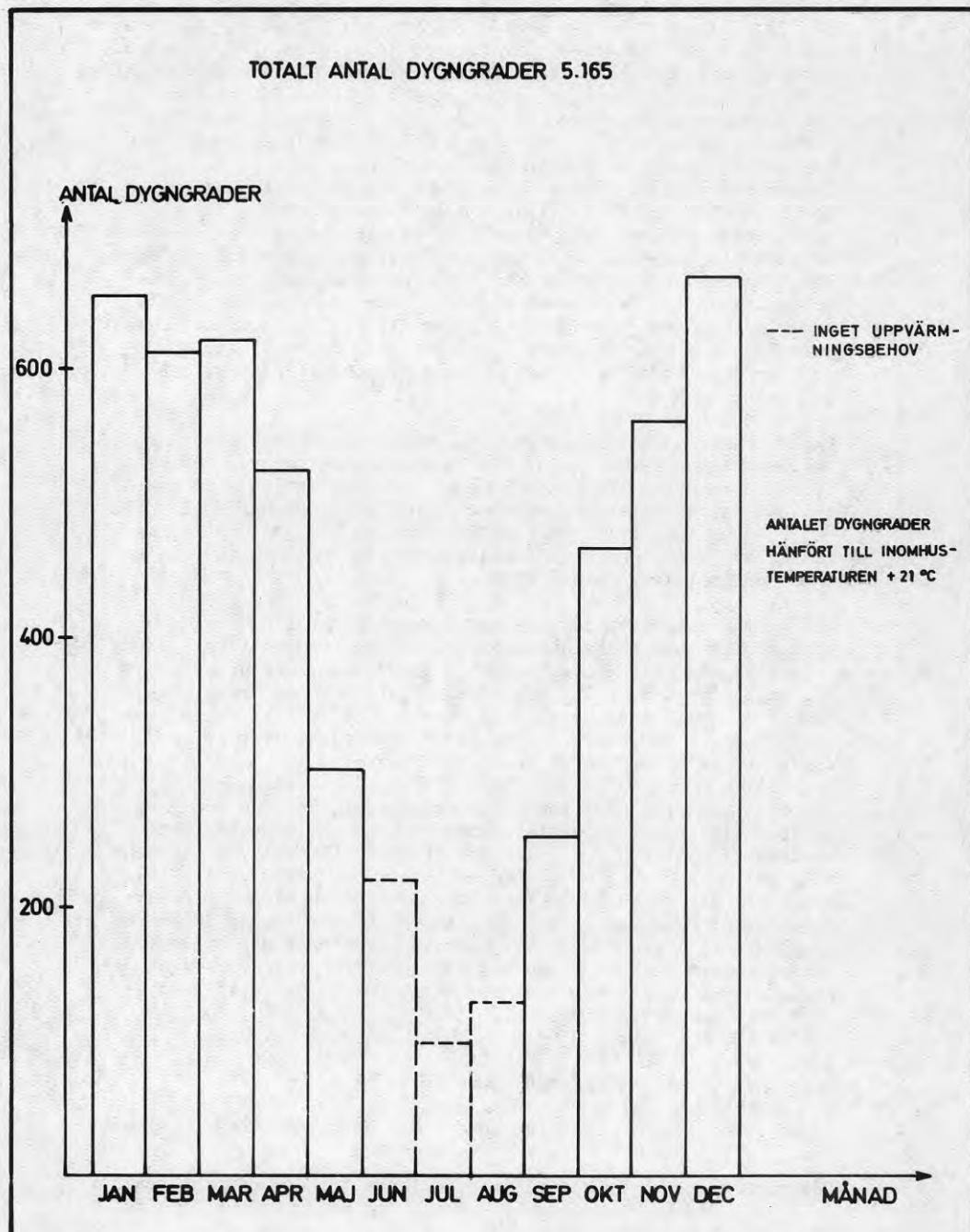
Det finns idag inte erforderligt underlag för att bedöma det totala energiflödet tidsmässiga variationer. Endast för delar av energiflödet är tidsvariationerna kända. I denna studie har nedbrytning i tid gjorts per månad och dygnvis. Jämförelser har gjorts mellan energiförbrukningens och dygngradernas fördelning under året.

##### 3.4.1 Dygngrader fördelade på månader

En betydande del av energiflödet åtgår för uppvärmningsändamål. Då uppvärmningen är beroende av utetemperaturen har temperaturfördelningen under olika månader redovisats i figur 22. Som enhet har använts begreppet dygngrader definierat som skillnaden mellan dimensionerande innetemperatur +21 °C och dygnmedeltemperaturen enligt Statens meteorologiska instituts (SMHI:s) temperaturöversikter.

Antalet dygngrader för Gävle år 1975 är enligt ovanstående definition 5165. Normalåret omfattar 5 670 dygngrader. Under år 1975 var alltså antalet dygngrader ca 9 % lägre än normalt. Av totala antalet dygngrader ligger 48 % under månaderna november till och med februari. Under månaderna juni - augusti sker normalt ingen uppvärmning. Uppvärmningsbehovet under dessa månader täcks i regel av i byggnader lagrad överskottsenergi från solinstrålning.

FIG 22 FÖRDELNING AV DYGNGRADER MÅNADSVIS UNDER ÅR 1975



### 3.4.2 Elförbrukningen fördelad på månader

På figur 23 har redovisats elförbrukningens fördelning på månader under år 1975. Som framgår av figuren är nedgången av elförbrukningen under sommarmånaderna inte så markant som för dygngraderna. Detta förhållande beror givetvis på att en stor del av industribelastningen är oberoende av temperaturvariationer. Även hos bostäder, affärer m.m. finns många belastningsobjekt som utnyttjas oberoende av temperaturen utomhus. Januari-mars är de månader som ligger högst. Skillnaden mellan dessa månader är mycket liten och vilken-som normalt ligger högst torde variera från år till år beroende av utetemperatur. December ligger något lägre och förklaringen härtill torde vara att industrin i många fall har driftinskränkningar under jul- och nyårshelger. Den lägsta elenergiförbrukningen föreligger under juli månad. Bidragande orsaker härtill är bl.a. att semesterperioden till stor del infaller under juli och att belysnings- och uppvärmningsförbrukningarna är små. Förhållandet mellan högsta och lägsta månad är 1,4.

Vattenkraftproduktionen inom kommunen är i huvudsak koncentrerad till Gavleån och Testeboån. För båda dessa vattendrag var vattenföringen relativt låg år 1975. Även vid goda vattenår är emellertid den vattenkraft som produceras inom kommunen begränsad till ca 3,5 % av 1975 års totala elförbrukning. Som jämförelse kan nämnas att denna energimängd motsvarar elförbrukningen i ca 8 300 enfamiljshus utan elvärme.

Den värmekraft som produceras inom kommunen är i huvudsak mottryckskraft inom processindustrier. Elproduktionen blir i detta fall avhängig av industrins övriga produktion. Med undantag av maj och juli månader ligger värmekraftproduktionen relativt jämn över året. Nedgången i maj föranleddes av tillfällig avställning vid en industri. Det låga julivärdet beror av inskränkningar i driften på grund av semester.

Den elförbrukning som inte täcks med produktion inom kommunen inköpes utifrån. I allmänhet löper de idag gällande kraftkontrakten på mellan 5 och 15 år. De största råkraftleverantörerna till kommunen är Statens Vattenfallsverk och Krångede AB. Inköpen rör sig om ca 75-80 % av totala elförbrukningen. Produktionsförlusterna för el kan inte anges då övervägande delen inköpes via till stamlinjenätet anknutna ledningar och sammansättningen av matande produktionsanläggningar varierar. I studien anges därför endast som tidigare nämnts distributionsförluster inom kommunens gränser.

### 3.4.3 Oljeförbrukningen fördelad på månader

Oljeförbrukningens variation under 1975 har redovisats på figur 24.

Förbrukningen har indelats efter följande tre användningsändamål:

- I Olja för bostadsuppvärmning med hetvatten (fjärrvärme, blockcentraler)
- II Olja för industri
- III Olja för individuell uppvärmning

FIG 23 PRODUCERAD OCH INKÖPT ELKRAFT INOM GÄVLE KOMMUN ÅR 1975

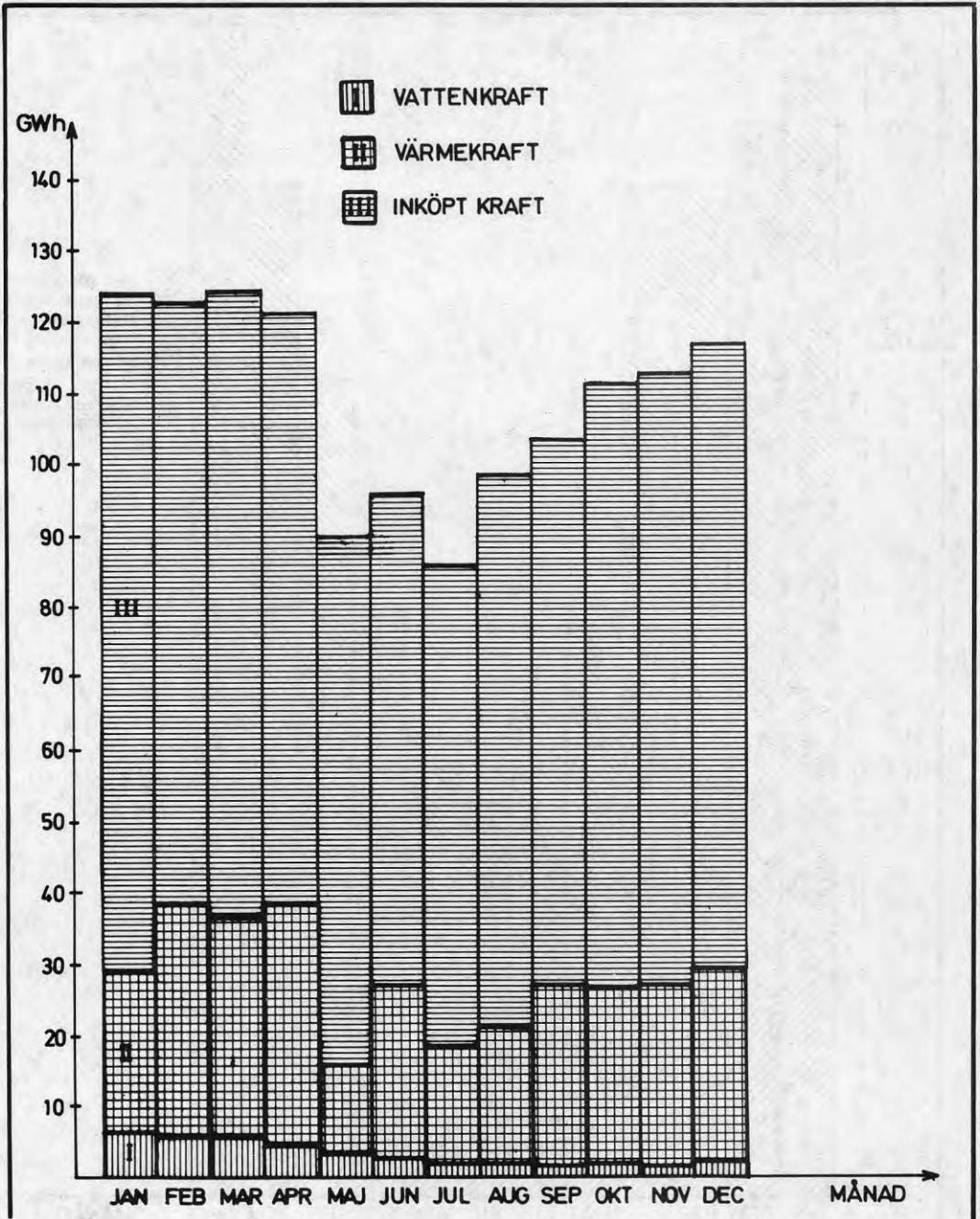
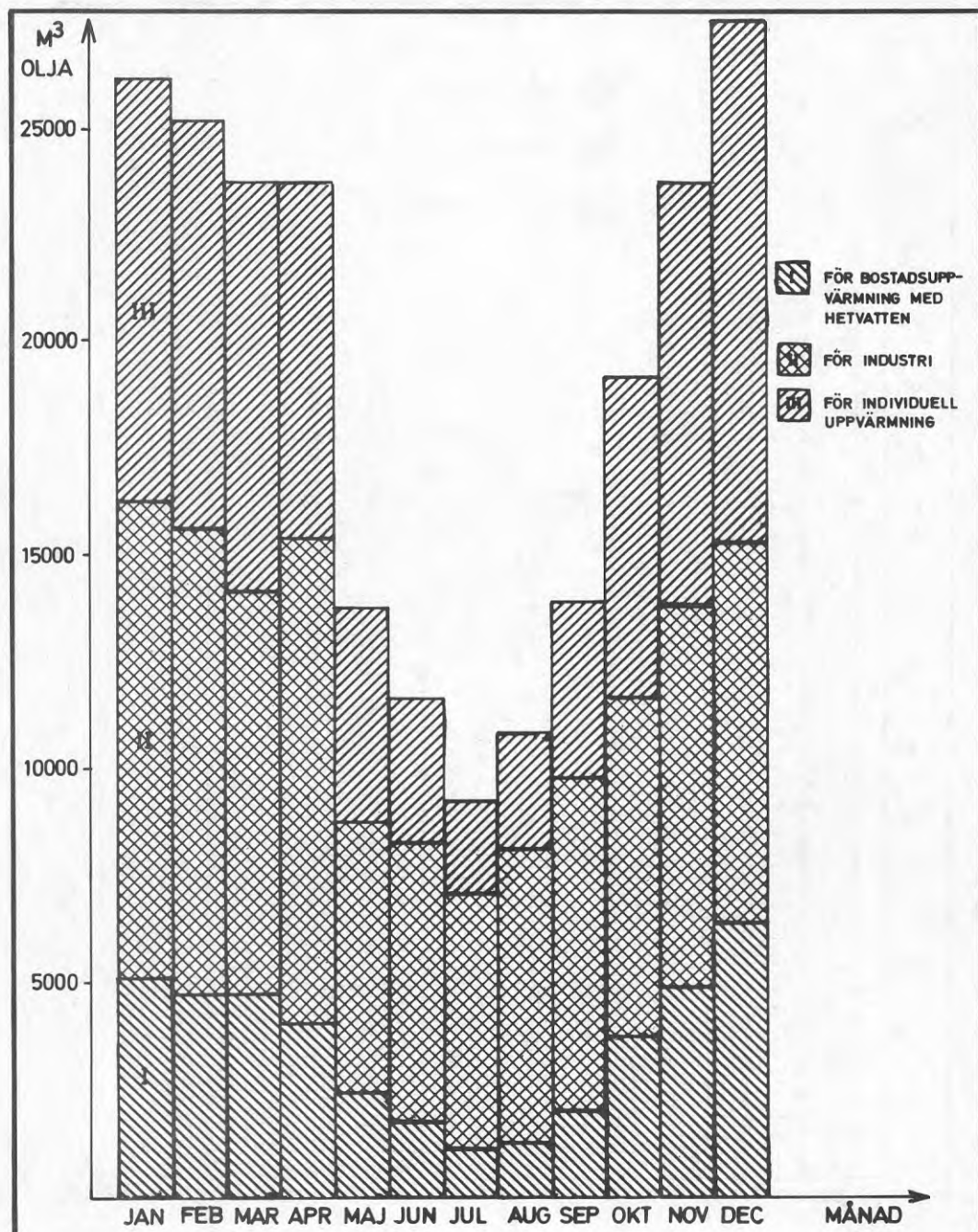


FIG 24 FÖRBRUKNING AV OLJA MÅNADSVIS UNDER ÅR 1975





Anledningen till indelningen är svårigheten att via centrala register få uppgifter om oljeleveranser. Förbrukningsuppgifter för grupperna I och II har erhållits direkt från respektive företag. Förbrukningen är i dessa fall baserad på journalförda uppgifter. För den tredje gruppen däremot har förbrukningen beräknats på grundval av ytuppgifter från fastighetstaxeringsregistret och genomsnittliga energibehov. Fördelningen av oljekonsumtionen på årets olika månader har gjorts likadan som fördelningen av fjärrvärmeleveranser.

Vid jämförelse mellan oljeförbrukningen och antalet dygngrader fås en relativt god överensstämmelse. Kurvan för oljeförbrukningen har dock inte så stor nedgång under sommaren som kurvan för dygngraderna. Anledningen härtill är att delar av uppvärmningsbehovet, t.ex. varmvatten och industrivärme, är oberoende av yttertemperaturen.

Vid jämförelse mellan de olika grupperna framgår att för industrin är förhållandet mellan högsta och lägsta oljeförbrukning per månad 1,9, medan motsvarande siffra för bostadsuppvärmning med hetvatten är 5,7. Förklaringen härtill är att en stor del av industrins oljeförbrukning används i tillverkningsprocesserna och därmed är oberoende av yttertemperaturen. När det gäller den totala oljeförbrukningen är förhållandet mellan högsta och lägsta månadsförbrukningen 2,9.

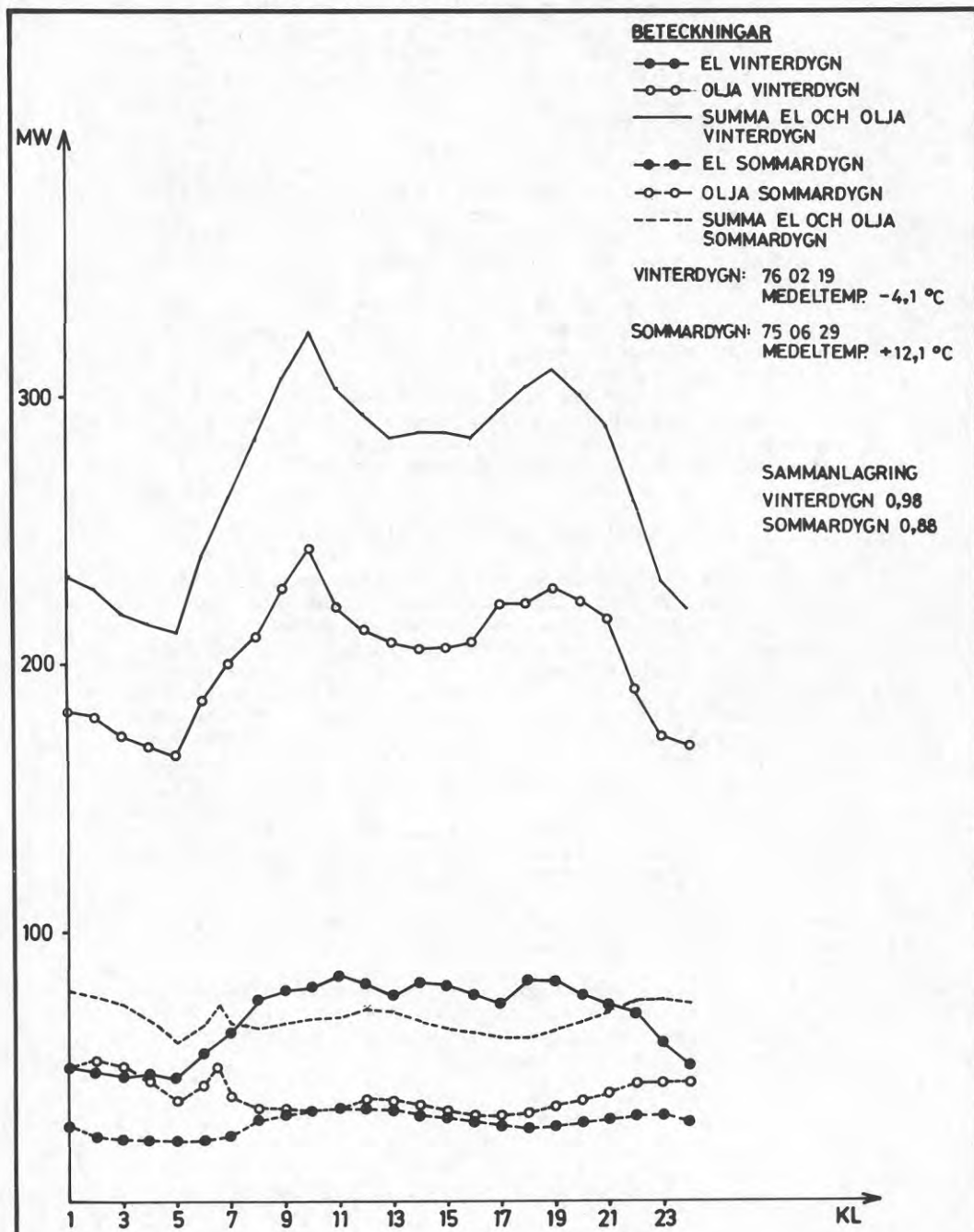
#### 3.4.4 Dygnsvariationer av el- och oljeförbrukning

För att se hur effektbehoven för de ledningsbundna energiformerna el och fjärrvärme inträffar tidsmässigt i förhållande till varandra har i figur 25, redovisats el- och oljebehovens fördelning under ett vinterdygn och ett sommarygn. Endast effektbehov för detaljdistributionen finns medtagen. Den tunga industrin är mindre aktuell i detta sammanhang eftersom den kontinuerliga driften medför ett i princip konstant effektbehov. Toppbelastningarna för olja respektive el inträffar på olika tidpunkter. Därför blir det totala effektbehovet lägre än summan av toppbelastningarna. Anläggningarna dimensioneras efter maximala effektbehoven under vintertid. För det undersökta vinterdygnet blev det verkliga behovet 98 % av summa toppbelastningar vilket tyder på att några större dimensioneringsvinster inte kan uppnås genom anordning för överflyttning av belastning från ett energislag till ett annat.

För båda energislagen framgår att dygnsvariationerna är stora. Förhållandena mellan dag- och natteffekten är för oljesidan 1,3 och för el 1,8.

För det undersökta sommarygnet blev det verkliga effektbehovet endast 88 % av summa toppbelastningar. Det beror på att oljebehovet för uppvärmning är störst under kvällar och nätter medan elbehovet är störst under dagtid.

FIG 25 DYGNSVARIATION AV EL OCH OLJA FÖR FÖRBRUKNING UNDER SOMMAR- OCH VINTERDYGN



### 3.5 Beräknad energiförbrukning för trafiken

Befintligt underlag för bedömning av trafikens energiförbrukning inom kommunen är mycket bristfälligt. För närvarande finns inga tillgängliga uppgifter om drivmedelsförsäljningen inom kommunen. Ett samarbete pågår dock mellan de större oljebolagen och SCB om en kommunorienterad försäljningsstatistik. Denna statistik kombinerad med en systematisk trafikmätning kan i framtiden ge bättre underlag för bedömning av drivmedelsförbrukningen. Uppgifter om verklig energiförbrukning har erhållits genom direkt-kontakter med bussbolagen, flyget och SJ samt av eldistributörerna med avseende på trafikbelysningen. All annan förbrukning har beräknats på basis av insamlade uppgifter om fordonsantal och årliga körsträckor. Vid dessa beräkningar förekommer felkällor som med tillgängligt underlag inte kan elimineras. Det är exempelvis osäkert hur stor del av den årliga körsträckan som tillryggalägges inom kommunens gränser, och hur stor del av den årliga drivmedelsåtgången som inköpes inom kommunen.

Antalet registrerade fordon i Gävle kommun var vid räkningar 75 11 25 enligt centrala bilregistret följande:

	I drift	Tillfälligt avställda
Personbilar	28 068	1 675
MC	368	353
Lastbilar	2 071	273
Bussar	235	18
Traktorer	1 053	52
Övriga fordon	70	1

Medelkörsträcka för personbilar enligt Svensk bilprovning:

Gävleborgs län 1 432 mil/bil och år

Gävle-Sandviken regionen 1 370 mil/bil och år

I genomförda beräkningar har använts siffran 1 400 mil/bil och år.

Enligt uppgift från Volvo kan verkningsgraderna för bilmotorer sättas till ca 25 % för bensinmotorer och 35 % för dieselmotorer.

Den totala verkningsgraden för trafikarbetet är dock lägre och uppges i amerikanska källor endast uppgå till ca 10 % för bensindrivna bilar i stadstrafik. Den totala verkningsgraden påverkas av många olika faktorer bl.a. typ av vägbeläggning, kör-sätt, däckstyp och transportvikt. I denna studie har som förluster endast angivits förbränningsförlusterna i motorerna.

Genomsnittlig bränsleförbrukning har antagits vara 1,2 liter/mil för personbilar och 3 liter/mil för lastbilar, traktorer och övriga fordon. Endast ca 13,3 % av totala transportenergin är baserade på direkta förbrukningsuppgifter.

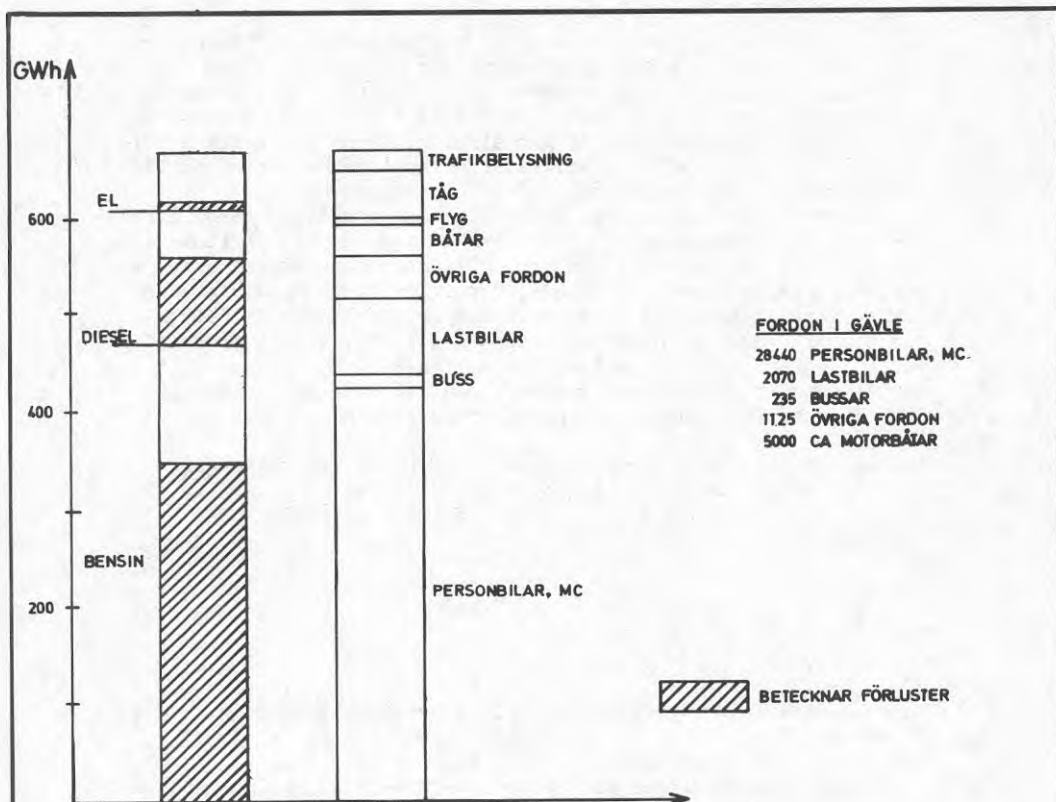
Den procentuella fördelningen av den beräknade totala energiförbrukningen för transporter är enligt figur 26 följande:

Personbilar, MC	63,5 %
Bussar	3,1 "
Lastbilar	11,7 "
Tåg	7,3 "
Båtar	4,9 "
Flyg	1,0 "
Övriga motorfordon	6,5 "
Trafikbelysning	3,0 "

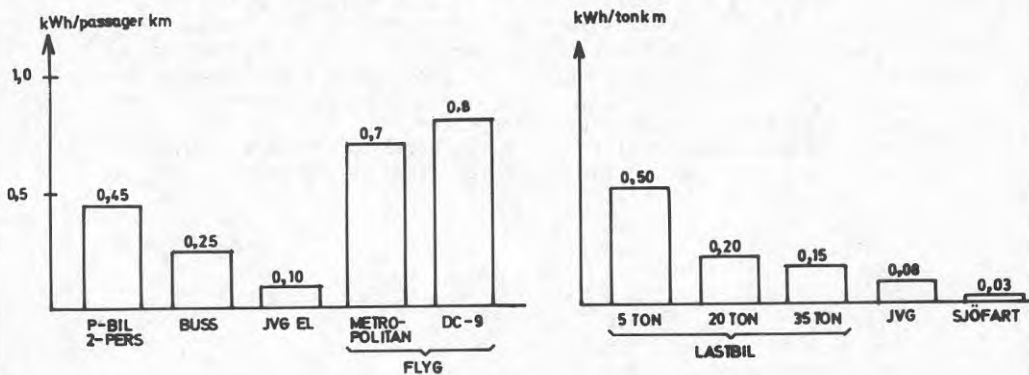
där det totala energibehovet är 669 GWh.

De största energiförbrukarna är personbilar. Kollektivtrafiken svarar för en mycket liten del.

FIG 26 ENERGIFÖRBRUKNING ÅR 1975 FÖR TRAFIKEN I GÄVLE KOMMUN



## GENOMSnittliga energivärden enligt Prof. Björkman



För att få en uppfattning om transportenergens geografiska fördelning har vissa beräkningar genomförts, baserade på trafikräkningar i Gävle tätort under 1975. Trafikvolymen på trafikräknade gator har beräknats så att uppmätt fordonsmängd har multiplicerats med respektive gatas längd. Utgående från den så beräknade trafikvolymen i fordonskilometer har energiförbrukningen för de trafikräknade gatorna framräknats. Den på så sätt beräknade energiförbrukningen har redovisats per trafikräknad gata i figur 27. Bandbredden är proportionell mot energiförbrukningen per kilometer och dag. Den i trafikräkningen registrerade körsträckan har beräknats till 525 500 km/dygn vilket motsvarar energiförbrukningen 615 MWh/dygn. Om den totalt beräknade energimängden i hela kommunen fördelas lika över året erhålles en förbrukning av 1 535 MWh/dygn. De gator som omfattas av 1975 års trafikräkning har en sammanlagd längd av 87 km vilket är ca 7 % av totala väglängden inom kommunen. Av beräkningarna framgår alltså att ca 40 % av trafiksektorns vägburna energiförbrukning sker på gator inom tätorten som endast omfattar 7 % av totala väglängden.

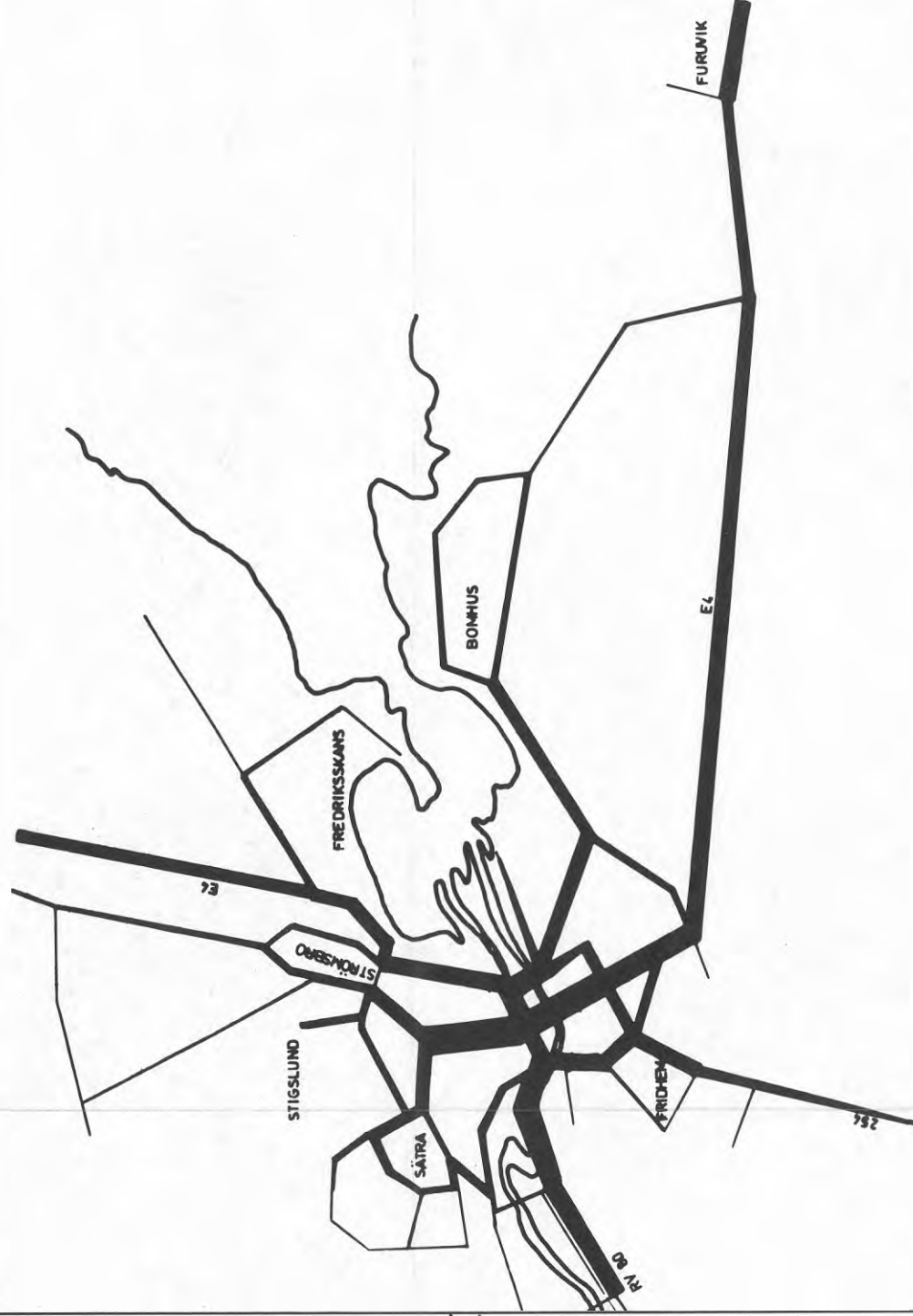
I redovisningarna av trafikmängder och trafikfördelning ingår både lokal och regional trafik. På kommunal nivå är det främst den lokala trafiken som kan påverkas. Ur 1975 års trafikräkning kan inte den regionala trafikens omfång särskiljas. Av en av kommunen utförd trafikmätning år 1971 framgår att genomfartstrafiken uppgår till ca 24 % av trafikflödet över tätortsgränsen. Fördelningen framgår av figur 27.

Den genomsnittliga energiförbrukningen per passagerarkilometer och tonkilometer kan anses vara (1):

	kWh/passagerarkm
Personbil, 2 personer	0,45
Buss	0,25
Tåg, el	0,10
	kWh/tonkm
Lastbil	0,20
Tåg, el	0,08
Sjöfart	0,03

Transporternas andel av landets totala energiförbrukning utgjorde 13,9 % 1971 (2). Energiförbrukningen för transporter inom Gävle kommun år 1975 utgör 9,5 % av totala energiförbrukningen inom kommunen. I en förenklad energibalans som upprättats av Uppsala kommun för år 1975 utgör transportenergin 23,9 % av det totala energiflödet. Denna höga siffra förklaras delvis av att Uppsala saknar tung processindustri. Spridningen i övrigt mellan värdena beror sannolikt på att kommunerna är olika när det gäller transportbehov och energianvändning i näringsliv.

■ BÅNDEKEDD MÖTSVAREAR 10 MW<sub>h</sub>/km



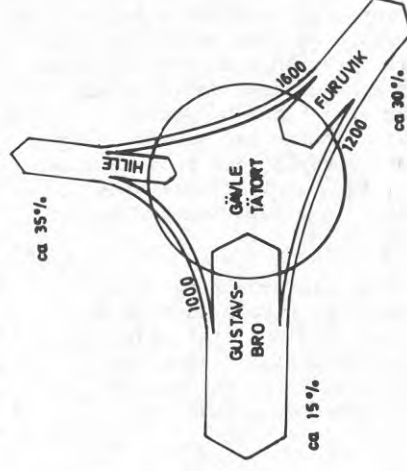
ENERGIFÖRBRUKNING PER DMGN FÖR BILAR, BUSSAR, LASTBILAR, MC OCH ÖVRIGA FORDON

1535 MW<sub>h</sub> TOTALT FÖR GÄVLE KOMMUN  
(TOTAL VÄGLÄNGD 1009 km)

615 MW<sub>h</sub> FÖRDELAD ÖVER GÄVLE TÄTORT I  
VIDSTÄENDE FIGUR  
(UPPMÄTT VÄGLÄNGD 87 km)

BERÄKNINGAR VISAR ATT CA 40% AV TRANSPORT-  
SEKTORNS TOTALA ENERGIFÖRBRUKNING SKER  
PÅ CA 7% AV DEN TOTALA VÄGLÄNGDEN INOM  
KOMMUNEN

GENOMFARTSTRAFIKENS OMFATTNING UTTRYCKT I %  
ENLIGT MÄTNINGAR 1971



1000  
1800  
1200

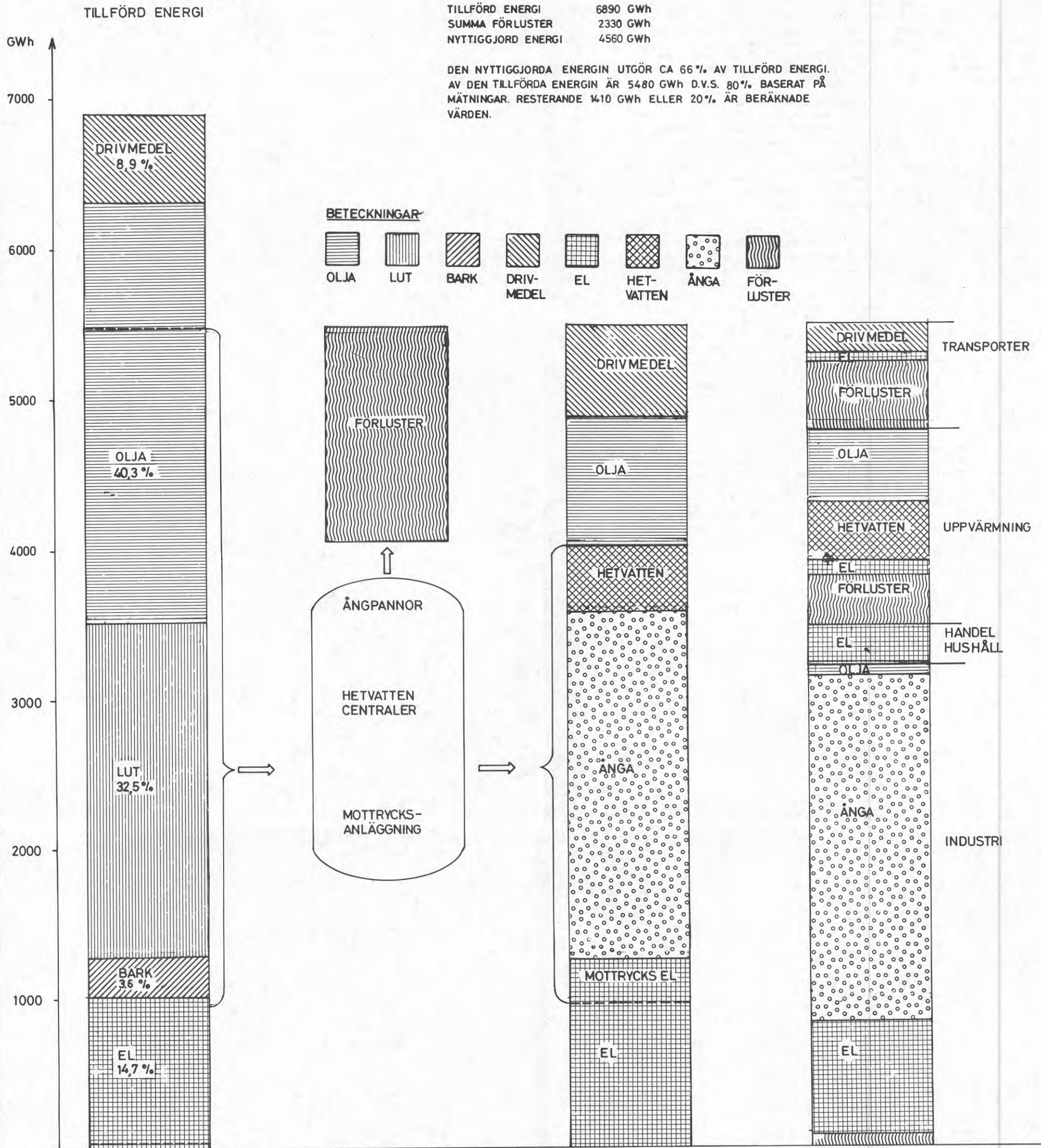
### 3.6 Total energiomsättning

Endast inom få svenska kommuner finns en sammanställning av det totala energiflödet. En av studiens huvuduppgifter var därför att inventera och sammanställa det totala energiflödet inom Gävle kommun år 1975. En sammanställning finns i form av stapeldiagram i figur 28. Det totala energiflödet finns även i ett flödesschema i figur 29, vilket möjliggör jämförelser med motsvarande redovisningar i andra kommuner.

Stapeldiagrammet är så uppbyggt att den vänstra stapeln anger mängden av tillförd energi samt fördelningen mellan olika energislag. En del av den tillförda energin överföres till annan energiform innan den utnyttjas hos förbrukaren. Som exempel kan anges olja som i hetvattencentraler användes för uppvärmning av vatten vilket därefter distribueras till fjärrvärmeabonenter för att utnyttjas för uppvärmning. Ca 65 % av den totalt tillförda energin omvandlas innan den distribueras till förbrukarna. Processindustrin använder vissa avfallsprodukter som bränsle vilket för Gävles del utgör 36 % av totalt tillförd energi. Av den tillförda energin är 5 480 GWh d.v.s 80 % baserat på mätningar medan resterande 20 % är beräknade värden. De beräknade värdena avser individuell uppvärmning samt person- och lastbilstrafiken. Den tillförda elkraften motsvarar 14,7 % av den totalt tillförda energin.

Av den energimängd 4 473 GWh som omvandlas, åtgår 1 429 GWh till produktionsförluster. Kvar blir 3 044 GWh att distribuera. Produktionsverkningsgraden ligger alltså vid 68 %. För Gävles del kommer detta förhållande att avsevärt förbättras från år 1978. Enligt ett avtal mellan kommunen och Krångede AB kommer då hetvatten för kommunens fjärrvärmeleveranser att tas från Karskärsverket. Krångede AB har nu ett kondensverk som skall byggas om till mottryck. Enligt gjorda beräkningar kommer härvid ca 550 GWh att år 1979 levereras i form av hetvatten från Karskärsverket.

I figur 30 har totala energiförbrukningen för transporter, industri samt hushåll och handel utslagen per invånare för Gävle jämförts med tidigare utförda energiutredningar i andra kommuner och orter (20, 21, 22). Även rikets totala energifördelning är medtagen. Då de olika utredningarna avser olika år och då de ej är utförda på samma sätt är jämförbarheten begränsad. För Gävle framgår dock att det finns mycket energikrävande industri samt att energiförbrukningen per invånare för hushåll och handel ligger ungefär som för hela riket.





FLÖDESSCHEMA FÖR ENERGIOMSÄTTNINGEN I GÄVLE ÅR 1975

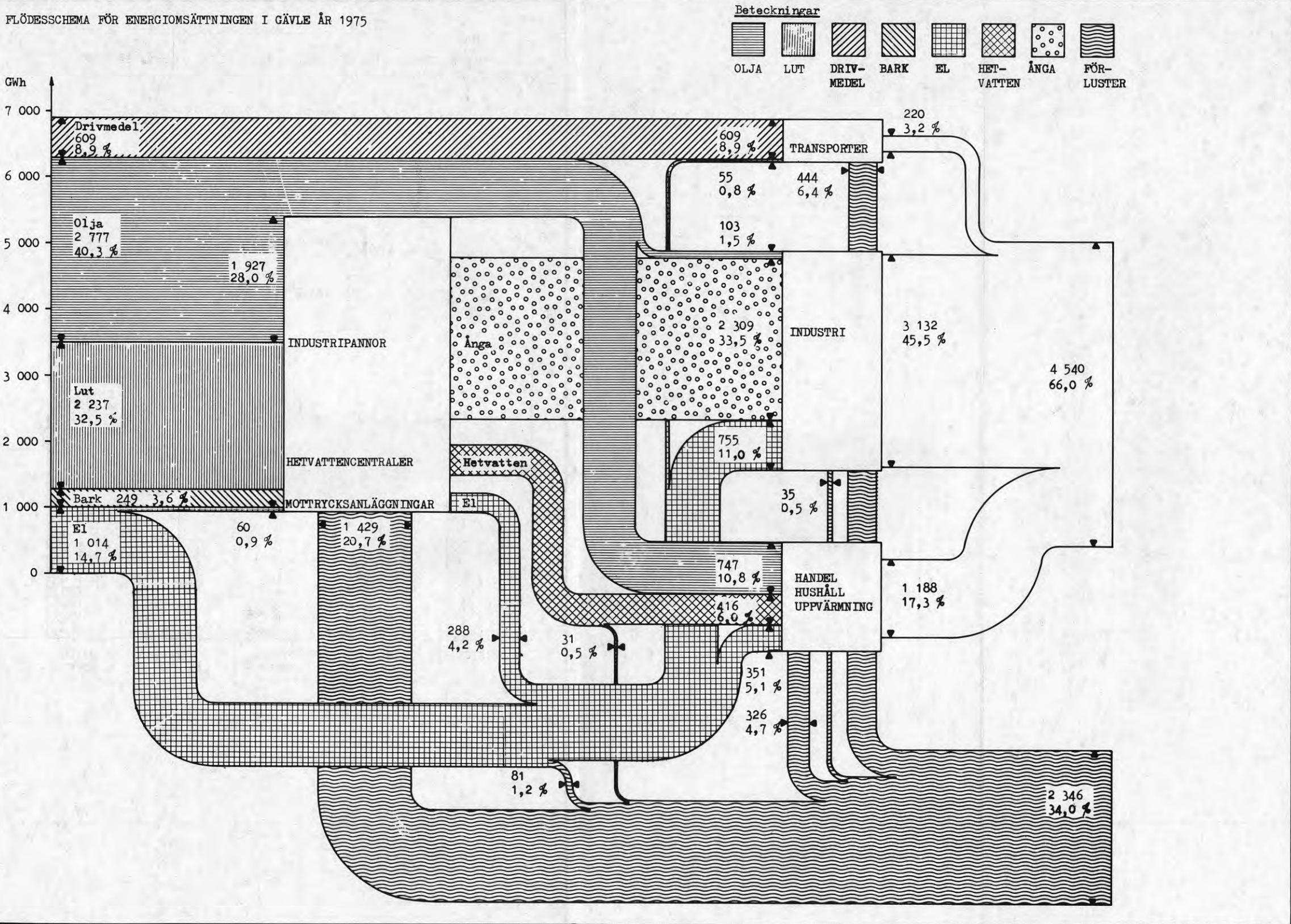
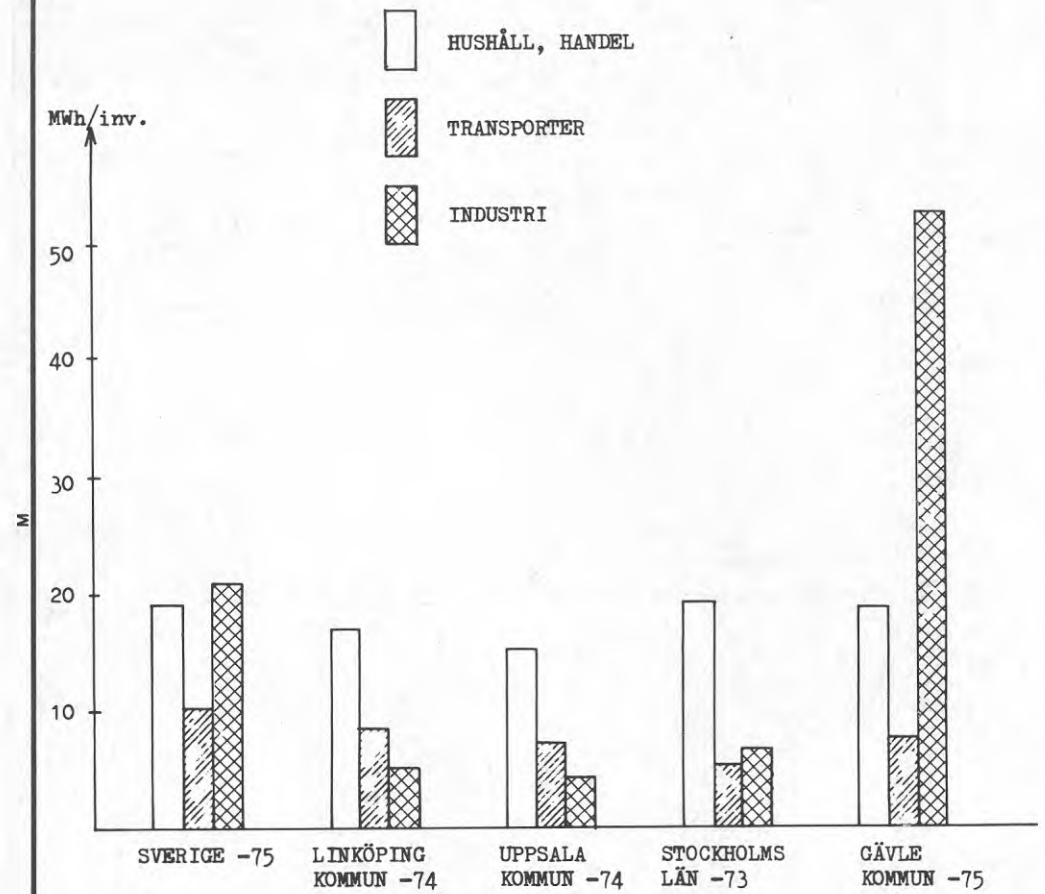


FIG 30

ENERGIFÖRBRUKNINGENS VARIATION MELLAN NÅGRA OLIKA SVENSKA TÄTORTER  
OCH FÖR RIKET TOTALT



Vid kommunal energiplanering bör det vara värdefullt att i ett tidigt skede kunna få en översiktlig bild över energiomsättningen inom kommunen. Med nuvarande register kan man med relativt begränsad arbetsinsats få fram en geografisk fördelning av el och fjärrvärme. Övrig energiförbrukning kan emellertid inte tas fram med rimlig arbetsinsats. Arbetet kompliceras också av att olika register inte har samma geografiska nedbrytning. Som exempel på sorteringsområden i olika register kan nämnas demopac-områden, rektorsområden, församlingar, traktsindelningar, kvarter och kabelskåpsområden. Det torde vara praktiskt ogenomförbart att manuellt sortera samhörande uppgifter så att en energifördelning kan göras för en kommun. Om basdatabanken blir fullt utbyggd för alla kommuner kan naturligtvis en energifördelning utarbetas maskinellt. Den maskinella metoden var av tidsskäl ej möjlig att utnyttja för denna studie. Med anledning härav valdes en metod att detaljstudera energiförbrukningen inom vissa typområden och därefter klassa bebyggelsen inom kommunen enligt de valda typområdena. Vid denna indelning av kommunen är det nödvändigt dels att de valda typområdena är typiska för kommunen dels att de olika delområdenas gränser överensstämmer med sorteringsgränser i befintliga register för använda enheter t.ex. boende, bostäder eller m<sup>2</sup> lokalyta.

Naturligtvis skall korrigeringar göras i de fall uppenbar risk för fel föreligger.

Val av typområden kan i princip göras enligt två alternativa vägar:

1. Typområdena väljes så att homogen bebyggelsestruktur erhålles. Fördelen härmed är att energiflödet inom varje område kan fastställas med god noggrannhet. Metoden är dock arbetskrävande genom att många olika typområden måste väljas och svårighet att dela in kommunens totala yta i korrekta delområden uppstår.
2. Större typområden med viss blandning av bebyggelsen kan väljas. I detta fall krävs större arbetsinsats för att klarlägga energiflödena inom varje typområde. Klassningen av kommunens totala bebyggelse i typområden blir emellertid betydligt enklare.

I denna studie har i princip det andra alternativet valts. Utöver de sju valda typområdena särbehandlas institutioner, förvaltningar och industrier.

Energiflödet inom kommunen har beräknats på två olika sätt. Dels har sammanställts insamlade och beräknade energiuppgifter, dels har på grundval av de detaljstuderade typområdena proportionerats en förbrukning för hela kommunen. Genom att de medelvärden för energiförbrukningen som beräknats för typområdena innehåller både uppmätta och beräknade värden sker beräkningen av totala energiflödet på två av varandra oberoende sätt. Den från delområdena framräknade energiförbrukningen har visat god överensstämmelse med det totala energiflödet som framtogs för kommunen.

Det totala energiflödet enligt den första metoden uppgick till 6 886 GWh. Av denna energi åtgick 668 GWh till transporter och 4 461 GWh härrörde från den tunga industrin. Resterande 1 757 GWh är den energimängd som kan jämföras med den från typområdenas

värden beräknade totala energiförbrukningen.

I en första ansats då kommunen indelades i totalt 47 delområden uppgick den från typområdena beräknade totala energimängden till 1 470 GWh.

Avvikelsen mellan de båda metodernas resultat uppgick alltså till ca 16 %. En andra proportioneringsstapp utfördes med sammanlagt 64 delområden vilket gav energin 1 676 GWh. Skillnaden hade då reducerats till ca 5 %.

Av det totala energiflödet enligt den första metoden baseras ca 80 % på mätningar av verkliga förbrukningen. Återstående 20 % är beräknade enligt schablonmetoder. Den stora del av det totala energiflödet som berör den tunga industrin är baserad på faktiska uppgifter. De energivärden som använts vid schablonberäkningen är inte grundade på speciella mätningar i Gävle. Om schablonvärdena varierar  $\pm 25$  % påverkas storleken av det totala flödet med  $\pm 5,5$  %.

För översiktliga studier ger även metoden med proportionering från typområden erforderlig noggrannhet. Som angivits ovan kommer man redan vid en relativt grov indelning av kommunen fram till en differens mellan metoderna på ca 5 %. Med hänsyn till osäkerhetsfaktorerna i inventeringen finns det därmed ingen anledning att ytterligare förfinas områdesindelningen. Metodens tillämplighet är naturligtvis avhängig av den arbetsvolym som är disponibel och hur erforderliga uppgifter finns tillgängliga inom respektive kommun. Med relativt begränsade insatser kan dock en god översiktssbild erhållas. Genom att göra speciella mätningar och undersökningar inom typområdena kan metoden förfinas. Metoden möjliggör även en enkel å jourhållning av den översiktliga energisituationen från år till år. Det är dock viktigt att metoden endast användes vid proportionering av det totala energiflödet. Metoden är inte lämplig för detaljstudium av energiflödet inom ett delområde.

Föreliggande lagförslag om kommunal energiplanering innebär skyldighet för kommunerna att beakta energifrågorna i sin planering. Innan energiplaneringen genomförts fullständigt inom landets kommuner kommer kännedomen om respektive kommuns energiomställning att vara begränsad. Genom metoden med proportionering från typområden kan en grov översikt över den del av kommunens energiflöde som inte erhålles från mätningar erhållas snabbt och till en rimlig kostnad. Detta förfarande ger inte ett exakt underlag, men det ungefärliga flöde som erhålles bör vara användbart i den praktiska planeringen.

I olika sammanhang har möjliga energibesparingar beräknats både för riket som helhet och för enskilda objekt. Motsvarande beräkningar och bedömningar saknas dock i stor utsträckning på kommunal nivå. En av studiens uppgifter är att försöka kvantifiera möjliga besparingar inom kommunen. I detta avsnitt och i avsnitten 6-9 kommer olika åtgärder för energibesparing att diskuteras och exempel ges på beräkningar av olika slag. Inom studiens ram har inte utförts egna mätningar eller försök. Uppgifter om besparingens storlek vid olika åtgärder har därför hämtats från befintliga forskningsrapporter eller utredningar. Kalkylerna kan därför endast ses som exempel på hur åtgärder för att minska eller effektivisera energiförbrukningen kan be-lysas.

Kvantifieringen av olika besparingar på kommunnivå har visats i ett antal kalkyler. För varje åtgärd har den del av den totala energiomsättningen inom kommunen som beröres av åtgärden multiplicerats med den procentuellt möjliga besparingen. Avsikten med dessa kalkyler är att indikera ungefärliga storleksordningen av olika åtgärders besparingseffekt på kommunnivå.

I detta avsnitt behandlas möjligheter att spara med användande av befintlig teknik. Därefter tas tillämpning av ny teknik upp, varefter följer effekter för ändringar av energianvändningen. Vidare behandlas bebyggelsemönster och distributionssystem innan en sammanfattning görs av resultaten av kalkylerna och diskussionerna om hushållningsåtgärder.

### 5.1 Befintligt byggnadsbestånd

Totala bostadsbeståndet inom Gävle kommun uppgick vid årsskiftet 1975/76 till ca 37 400 st varav ca 13 000 st var lägenheter i småhus och övriga i stora hus. Med småhus menas en- och tvåfamiljsvillor samt rad- och kedjehus. Stora hus avser flerfamiljs-hus. Boendetätheten var 2,32 personer per lägenhet i genomsnitt för kommunen.

Enligt Gävle kommunplan framgår att ca 4 500 lägenheter beräknas byggas till och med 1980 och 4 800 lägenheter mellan 1981-85. Av dessa lägenheter beräknas 60-65 % vara småhus vilket motsvarar 2 800 respektive 3 000 st. 1 600 lägenheter beräknas avgå till och med 1980 och 1 200 lägenheter mellan 1981-85.

Med en linjär fördelning skulle lägenhetsbeståndet vara följande:

År	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Lägenheter i småhus	13 100	13 460	13 820	14 180	14 540	14 900	15 350
Lägenheter i stora hus	24 300	24 520	24 470	24 960	25 180	25 400	25 670
Tot.ant. lägenheter	37 400	37 980	38 560	39 140	39 720	40 300	41 020

Ett försök att kvantifiera möjliga energibesparingar har gjorts på följande sätt:

År 1975 användes inom Gävle kommun för uppvärmning ca 1 470 GWh. Av denna energimängd hänförs sig ca 890 GWh till stora hus och ca 580 GWh till småhus.

För att kunna göra en noggrann energikalkyl på befintligt byggnadsbestånd erfordras dels en åldersindelning av samtliga byggnader dels en värmebalans för varje åldersgrupp och hustyp då isoleringsstandarden varierar. Lägenheter byggda på 1940-50 talen är vanligen självventilerade med små fönster och dåligt isolerade väggar till skillnad mot 1950-60 talens lägenheter med mekanisk ventilation, större fönster och bättre isolerade väggar. Då värmebalanser för olika åldersgrupper ej finns att tillgå har en genomsnittlig värmebalans för småhus, fig 31, och en för stora hus, fig 32, använts (13). Denna uppdelning blir mycket grov varför en känslighetsanalys gjorts för olika åtgärders energibesparing. Ett hög- och ett lågalternativ har sålunda framräknats. Med högalternativ avses hög energibesparing och med lågalternativ avses låg energibesparing.

Genom att använda de i figurerna angivna värdena kan dock möjligheterna att påverka energiflödet inom kommunen överskådligt belysas. På grundval av de antagna värmebalanserna kan det årliga energibehovet för uppvärmning av byggnadsbeståndet inom Gävle kommun uppdelas enligt nedanstående. Det bör observeras att i siffrorna inte ingår energibehov för de större industriernas lokaler.

		Småhus GWh/år	Stora hus GWh/år
Tillförd energi	Värmeanläggningar	580	890
	Elapparater, människor	54	249
	Instrålning	40	48
	Summa	674	1 187
Avgiven	Transmission: fönster	121	166
	dörrar		
	väggar	108	154
	tak	101	24
	golv	101	36
	Ventilation	135	332
	Varmvatten	108	475
Summa	674	1 187	

Som underlag för kalkylerna har redan befintliga utredningar och försöksobjekt använts.

Energibesparingsåtgärderna har indelats i följande fyra kategorier:

1. Pantrimming
2. Temperaturreglering och tätning
3. Individuell värmemätning
4. Tilläggsisolering och fönsterbyte

Avsikten med beräkningarna är endast att ange den ungefärliga storleksordningen på resultatet av olika besparingsåtgärder. För att få en bild av de diskuterade besparingsåtgärderna har en uppskattning gjorts av hur lång tid det skulle ta att genomföra respektive åtgärd för samtliga hus. Vissa åtgärder t.ex. trimning av oljepanna och installation av termiskt styrda radiatorventiler går att igångsätta ganska omgående varför här har räknats med tre år för totalt genomförande av pantrimming och temperaturreglering samt tätning. Beträffande individuell värmemätning räknas med 10 år och för tilläggsisolering, utbyte av fönster samt tätning med 30 år för totalt genomförande.

FIG 31

M

## VÄRMEBALANS I SMÅHUS

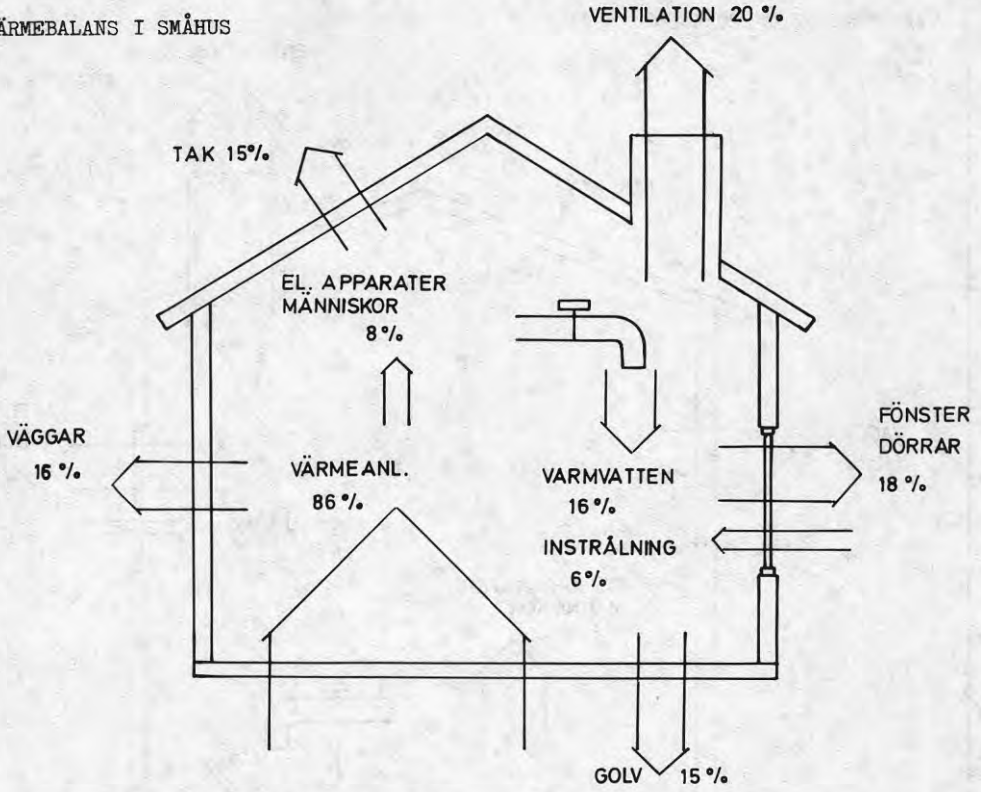
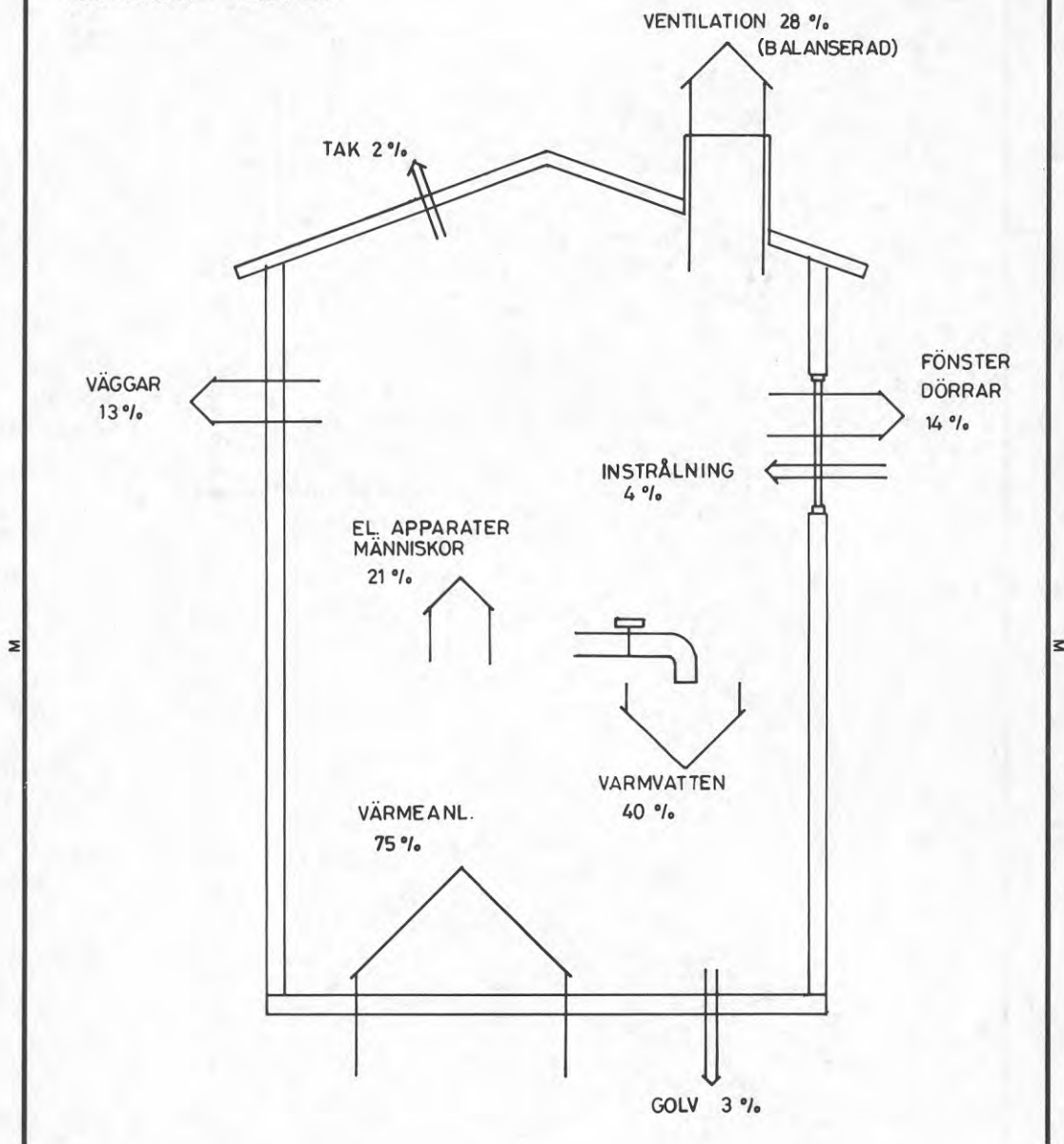


FIG 32

M

## VÄRMEBALANS I STORA HUS





I följande beräkningsexempel förutsättes att nuvarande boendevanor och miljökrav är oförändrade under den undersökta tidsperioden.

Energibehovet för uppvärmning kan påverkas dels för befintligt byggnadsbestånd dels för nybyggnader.

## 5.2 Energibesparingar i befintligt byggnadsbestånd

### 5.2.1 Panntrimning

Värmesystemet kan i de flesta äldre bostäder förbättras på flera olika sätt. Det är omöjligt att exakt bedöma i hur många bostäder som värmesystemet behöver byggas om på det ena eller det andra sättet. Den första och vanligaste åtgärden är att förbättra pannverkningsgraden.

Det har under bränslesäsongen 1975/76 pågått en omfattande demonstrations- och intrimningsverksamhet för mindre och medelstora pannanläggningar (5). De justeringar som har gjorts är inställning av luftreglage på brännaren och dragspjäll i rökgaskanal samt i vissa fall sotning. Byte av munstycke har av praktiska skäl ej skett. Från ett delresultat framgår att 658 pannor av 1 826 d.v.s. ca 36 % ej går att trimma. Om man räknar bort dessa har förbränningsverkningsgraden förbättras med 5,5 %. Det motsvarar 4,5 % trimningseffekt i genomsnitt för samtliga undersökta pannor.

Därutöver kommer alla åtgärder som har föreslagits av instruktörerna:

<u>Förslag</u>	<u>Antal</u>	<u>% av totalt 1 826 pannor</u>
Byta panna	39	2,1
Byta brännare	114	6,2
Byta munstycke	201	11,0
Sota pannan	214	11,7
Täta mot falskluft	175	9,6
Kontrollera skorstenstemp.	53	2,9
Justera rökgasspjäll	55	3,0
Service brännare	38	2,1
Isoler.förbindelsekanal	24	1,3
Rengöring	12	0,7

Dessa åtgärder bidrar troligen med minst lika mycket som de genomförda åtgärderna. Trimningsåtgärderna påverkar givetvis inte el- och fjärrvärmde hus.

Totalt finns vid intrimning av samtliga pannor möjlighet till en besparing för såväl småhus som stora hus med ca 5-10 %. Med antagande att åtgärden är utförd på totala husbeståndet efter tre år betyder det en besparing för

#### Småhus:

lågalternativ  $0,05 \cdot 0,64 \cdot 498 = 16$  GWh/år

högalternativ  $0,10 \cdot 0,64 \cdot 498 = 32$  "

#### Stora hus:

lågalternativ  $0,05 \cdot 0,64 \cdot 443 = 14$  "

högalternativ  $0,10 \cdot 0,64 \cdot 443 = 28$  "

### 5.2.2 Temperaturreglering samt tätning

För att få en konstant inomhustemperatur i en mindre villa med vattenradiatorer kan vanligen termostatstyrda radiatorventiler monteras eller vattenradiatorerna bytas ut mot elektriska radiatorer. Den elektriskt styda radiatorm är helt överlägsen vad det gäller att ta till vara den solenergi som strålar in i rummet. Det beror på att den har mycket högre reglerhastighet (6) samt att den elektriska termostaten som styr radiatorm kan monteras var som helst i rummet. En minskning av rumstemperaturen med 1°C reducerar energiförbrukningen med ca 5 % (7). Här räknas med en sänkning av 1°C på totala småhusbeståndet.

Med automatik kan temperaturen sänkas på natten. En minskning av rumstemperaturen med 4°C under 8 tim. medför en besparing på ca 3,6 % (7). Genom att ytterligare utnyttja tidsprogrammering kan temperaturen sänkas 4°C på natten och höjas till 19°C på morgonen och därefter sänkas till 15°C under dagtid om bostaden då inte användes. Detta ger vid 8 timmars dagssänkning 12 % besparing. I de följande beräkningarna har denna besparingsmöjlighet inte medtagits.

I flerfamiljshus har det framkommit att temperaturen skiljer mycket mellan olika lägenheter, ca 5°C. För att den kallaste lägenheten skall få tillräckligt varmt avhjälps detta ofta med förhöjd framledningstemperatur. Det medför att flera lägenheter får för hög temperatur. Genom en noggrann inreglering och komplettering med termostatventiler är det möjligt att minska temperaturskillnaden mellan lägenheterna till 1 á 2°C (8). Det medför att framledningstemperaturen minskas. Reglerkurvan för varierande utomhustemperatur får då ett ekonomiskt fördelaktigt utseende. Inregleringen respektive sänkningen av framledningstemperaturen medför en besparing på ca 11 % i flerfamiljshus. Erfarenhetsmässigt blir dock besparingen större beroende på att fönstervädring minskar.

Tidsprogrammerad temperaturreglering kan installeras även i flerfamiljshus vilket kan medföra en besparing på ca 2 %.

I nybyggda självventilerade hus ligger luftomsättningen på 0,5 omsättning per timme. Med otätheter i fönster och dörrar ökar omsättningen avsevärt. Detta är ofta fallet i äldre byggnader där tätningslister är uttorkade och förslitna mellan karmar och bågar. Genom insättning av nya tätningslister beräknas bränsleförbrukningen minska med ca 3-6 % (3).

Sammanlagt beräknas möjliga besparingar med temperaturreglering och i samband därmed utförd tätning vara ca 10-15 % för småhus samt 15-20 % för stora hus. Efter ca tre år då åtgärderna beräknas vara utförda skulle det betyda besparingar för

#### Småhus:

lågalternativ  $0,10 \cdot 580 = 58 \text{ GWh/år}$   
 högalternativ  $0,15 \cdot 580 = 87 \text{ "}$

#### Stora hus:

lågalternativ  $0,15 \cdot 890 = 134 \text{ "}$   
 högalternativ  $0,20 \cdot 890 = 178 \text{ "}$

### 5.2.3 Individuell värmemätning

De viktigaste motiven för att ha individuell värmemätning är att lägenhetsinnehavaren skall betala i proportion till inomhus-temperaturen och den förbrukade varmvattenmängden samt att det finns stora möjligheter att spara energi. Efter det att en inreglering av temperaturen i bostadsrum har gjorts skulle en individuell värmemätning med avseende på inomhustemperaturen vara onödig. Det skulle bara medföra svårigheter att rättvist fördela kostnaden. En lägenhetsinnehavare med en ur värmetransmissionssynpunkt sämre lägenhet skall inte bli lidande.

Genom individuell mätning och debitering av tappvarmvatten skulle energibehovet för varmvatten kunna minskas med ca 40 % (9.10). Det medför utöver en minskad bränsleförbrukning även minskning av varmvattenmängden med ca 30 m<sup>3</sup> per lägenhet och år (11). Undersökningar under längre tid saknas varför det är oklart om besparingen kvarstår eller successivt minskar varför här har räknats med 20 % besparing för lågalternativet. I småhus debiteras vanligen ägaren direkt varför åtgärden endast avser stora hus. En ytterligare möjlighet att något minska energiförbrukningen för uppvärmning av vatten är att installera termostaterade kranar för tappvarmvatten. Undersökningar av den möjliga besparingen saknas varför den ej har medtagits i beräkningarna.

Då det erfordras omfattande organisatoriska åtgärder för avläsning och debitering beräknas åtgärden vara genomförd först efter ca 10 år. Energibesparingen därefter blir för

Stora hus:

lågalternativ	0,20 · 475 = 95 GWh/år
högalternativ	0,40 · 475 = 190 "

### 5.2.4 Tilläggsisolering och fönsterbyte

Förbättring av isolering i befintliga byggnader kan ske genom tilläggsisolering av väggar och tak samt genom utbyte av 2-glasfönster till fönster med 3 eller 4 glas. Genom förstärkt isolering kan i regel endast transmissionsförlusterna genom väggar och tak påverkas. Förbättrad tätning bör tekniskt sett följa tilläggsisolering. Denna är i allmänhet endast ekonomisk i samband med fasadrenovering eller större invändig renovering. Här beräknas k-värdet minskas med 25-50 % (3,4).

Transmissionsförlusterna genom fönster kan påverkas genom insättning av ett trippelisoleringsglas eller ett dubbelisoleringsglas och ett vanligt glas. Båda varianterna ger ett k-värde på ca 2,0 W/m<sup>2</sup>, °C. Tre vanliga glas är mindre förekommande. Detsamma gäller för bara ett dubbelisoleringsglas med ett k-värde på ca 3,0 W/m<sup>2</sup>, °C. I uppgjorda värmebalanser har använts 2-glasfönster med k-värdet 2,9 W/m<sup>2</sup>, °C. Vid övergång från 2- till 3-glasfönster minskar solinstrålningen med 6-8 %.

Utbyte av fönster i äldre hus har tidigare varit mycket kostnadskrävande då även fönsterkarmar och -foder måste bytas. På senare tid har framkommit fönster med insticksram så att den gamla karmen kan sitta kvar. Det förenklar utbytet betydligt.

I samband med glasbyte medräknas också en besparing på 3-6 % för tätning av fönster och dörrar.

De i detta kapitel diskuterade åtgärderna erfordrar stora resurser. Utgående från nuvarande omfattning av byggnadslov för större fastighetsreparationer bedöms åtgärderna vara utförda först efter ca 30 år på hela husbeståndet. Därefter beräknas besparingarna för Småhus:

lågalternativ  $0,25 \cdot (108+101) + 0,31 \cdot 121 - 0,08 \cdot 40 + 0,03 \cdot 580 = 104$  GWh/år

högalternativ  $0,50 \cdot (108+101) + 0,31 \cdot 121 - 0,06 \cdot 40 + 0,06 \cdot 580 = 174$  "

Stora hus:

lågalternativ  $0,25 \cdot (154+24) + 0,31 \cdot 166 - 0,08 \cdot 48 + 0,03 \cdot 890 = 119$  "

högalternativ  $0,50 \cdot (154+24) + 0,31 \cdot 166 - 0,06 \cdot 48 + 0,06 \cdot 890 = 191$  "

### 5.3 Energibesparing i nybyggnader

För nybyggda småhus med i medeltal drygt  $100 \text{ m}^2$  bostadsyta beräknas förbrukningen i genomsnitt uppgå till 30 MWh/år. Motsvarande värden för nyproducerade lägenheter i stora hus beräknas till  $75 \text{ m}^2$  och 20 MWh/år (2).

Av det nya supplement 1 till Svenska Byggnormer, som gäller från den 1 januari 1977, framgår att kraven för nyproducerade hus har skärpts kraftigt vilket kommer att medföra betydande energibesparingar. Bland de mest energibesparande åtgärderna kan nämnas ökad isolering av ytterväggar, tak och golv, treglasfönster, termostatreglerade radiatorer samt yttre temperaturkompensering och nattreglering, enskild tappvarmvattenmätning samt en betydligt ökad täthet hos väggar, fönster och dörrar. Då supplementet är helt nytt och några mätningar under någon längre tidsperiod ej har kunnat göras saknas ännu exakta uppgifter på hur mycket energi som beräknas sparas. Efter samtal med representanter för Planverket uppskattas energibehovet för uppvärmning att minskas med ca 35-45 %. För att i viss mån kvantifiera dessa åtgärders besparing för Gävle kommun har här räknats med 35 % och 45 %.

Energiförbrukningen per lägenhet beräknas minska för

Småhus:

lågalternativ  $(1-0,35) \cdot 30 = 19,5$  MWh/år

högalternativ  $(1-0,45) \cdot 30 = 16,5$  "

Stora hus:

lågalternativ  $(1-0,35) \cdot 20 = 13$  "

högalternativ  $(1-0,45) \cdot 20 = 11$  "

Möjligheten att beräkna ytterligare energibesparande åtgärder torde vara mycket osäker, emedan innebörden av de nya bestämmelserna ej är helt klarlagd.

5.4 Sammanställning av energibesparingar i bostäder

Avsikten med beräkningarna är att få en indikation på vilken energibesparande åtgärd som på kort sikt ger största möjliga energibesparing. Därför har energibehovet hos anläggningar för uppvärmning av små och stora hus beräknats för år 1981 med utgångspunkt från 1975-års värden. Vid bedömning av olika åtgärders inverkan på energiförbrukningen måste antagna tidsperioder för åtgärdernas genomförande beaktas. Redovisningen för år 1981 baseras på antagandet att energibesparande åtgärder omgående kan påbörjas. År 1981 antages därför de olika åtgärderna vara genomförda på 1975 års befintliga fastighetsbestånd enligt följande:

Åtgärd	% av 1975-års fastighetsbestånd
1. Pantrimming	100
2. Temperaturreglering, tätning	100
3. Individuell värmemätning	60
4. Tilläggsisolering, fönsterbyte	20

De beräknade energibehoven år 1981 redovisas med stapeldiagram i figur 33 för småhus, i figur 34 för stora hus samt totalt i figur 35. I respektive figur anger stapeln längst till vänster energibehovet för befintlig bebyggelse utan besparingsåtgärder samt för nybyggnader med inverkan av supplement 1 till Svensk Byggnorm. Som jämförelse har även energibehovet utan supplement 1 angivits. För de lägenheter som beräknas avgå antages en medelförbrukning på 20 MWh/år och lägenhet. Emedan besparingseffekten har antagits bli 35 alternativt 45 % anges detta med två närstående staplar sammanbundna med ett snett streck. Utgående från denna förbrukning har i de övriga staplarna de beräknade energibesparingarna för hög- respektive lågalternativen för respektive åtgärd subtraherats. För att de så erhållna värdena skall kunna jämföras med 1975 års förbrukning har denna streckats i figurerna.

Av de gjorda beräkningarna har framkommit, att det totala energibehovet hos värmeanläggningar utan besparingsåtgärder har en klart stigande trend även med Byggnormens inverkan.

Om endera av följande tre olika åtgärder

pantrimming

individuell värmemätning

tilläggsisolering och fönsterbyte

påbörjas omgående finns möjlighet att år 1981 ha ungefär samma energiförbrukning som år 1975. Om temperaturreglering samt tätning år 1981 genomförts på hela det år 1975 befintliga fastighetsbeståndet kommer energiförbrukningen år 1981 att minska till ca 10-15 % under 1975 års värde.

Den inbördes storleksordningen mellan de olika åtgärdernas besparingar är densamma för småhus och stora hus som för de totala besparingarna. Om flera av de diskuterade åtgärderna vidtages i samma fastighet kommer totala besparingen att bli mindre än summan av de effekterna. Beroende på åtgärdernas olika tidsperspektiv torde dock den praktiska skillnaden år 1981 i vårt beräkningsexempel vara begränsad.

FIG 33

DET BERÄKNADE TOTALA ENERGIBEHOVET ÅR 1981 FÖR UPPVÄRMNING AV SMÅHUS  
MED OCH UTAN BESPARINGSÅTGÄRDER.

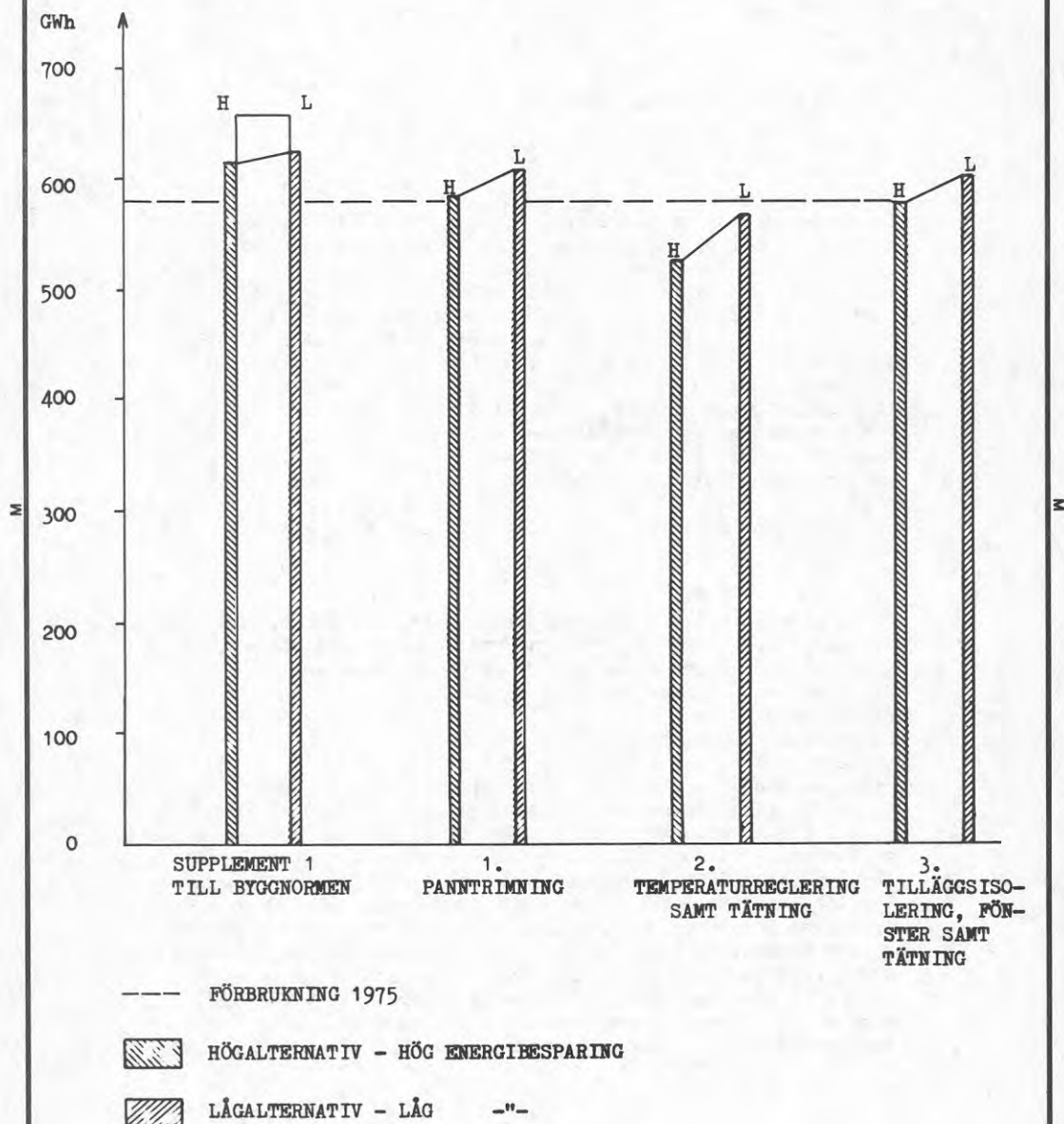


FIG 34

DET BERÄKNADE TOTALA ENERGIBEHOVET ÅR 1981 FÖR UPPVÄRMNING AV STORA HUS MED OCH UTAN BESPARINGSÅTGÄRDER.

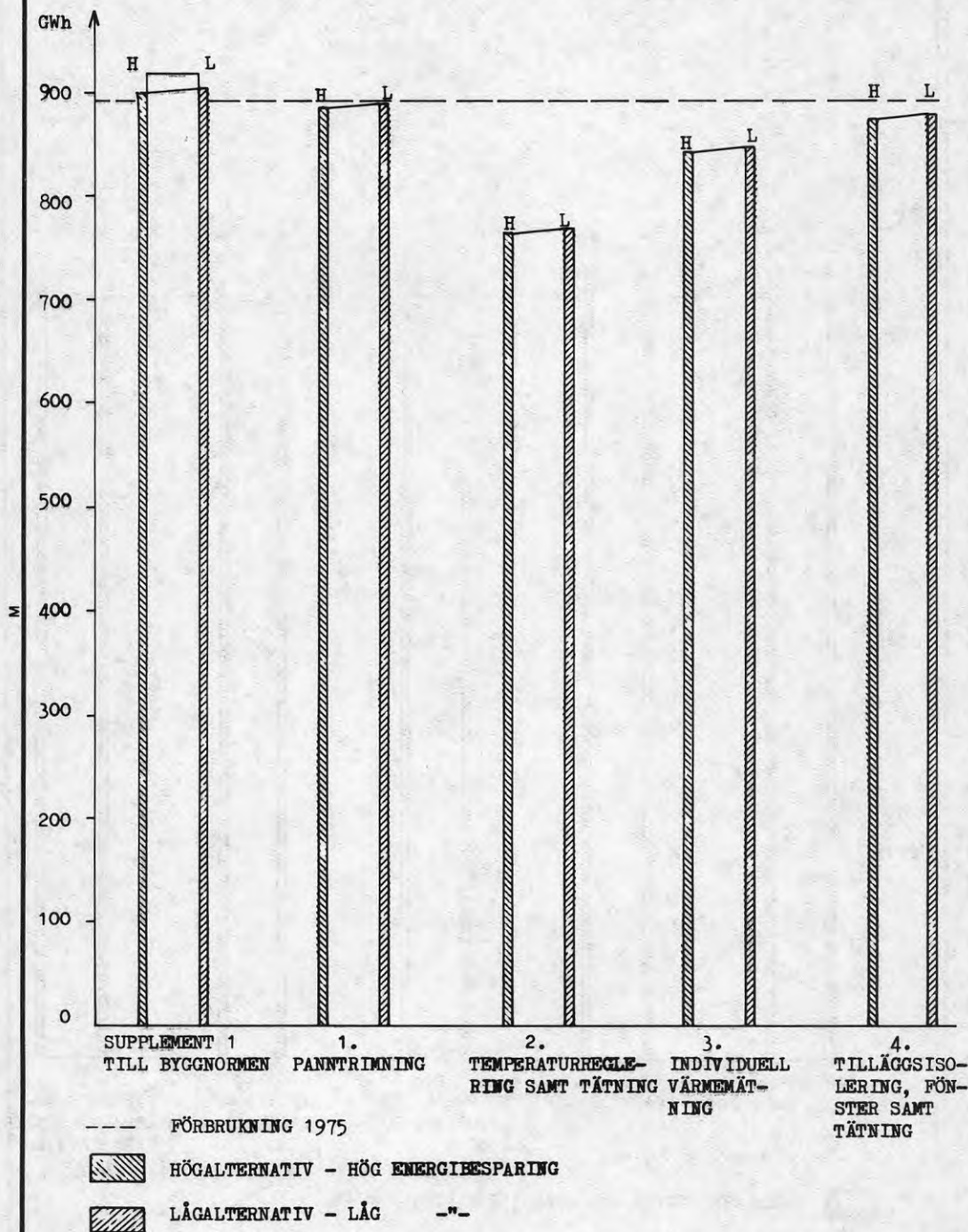
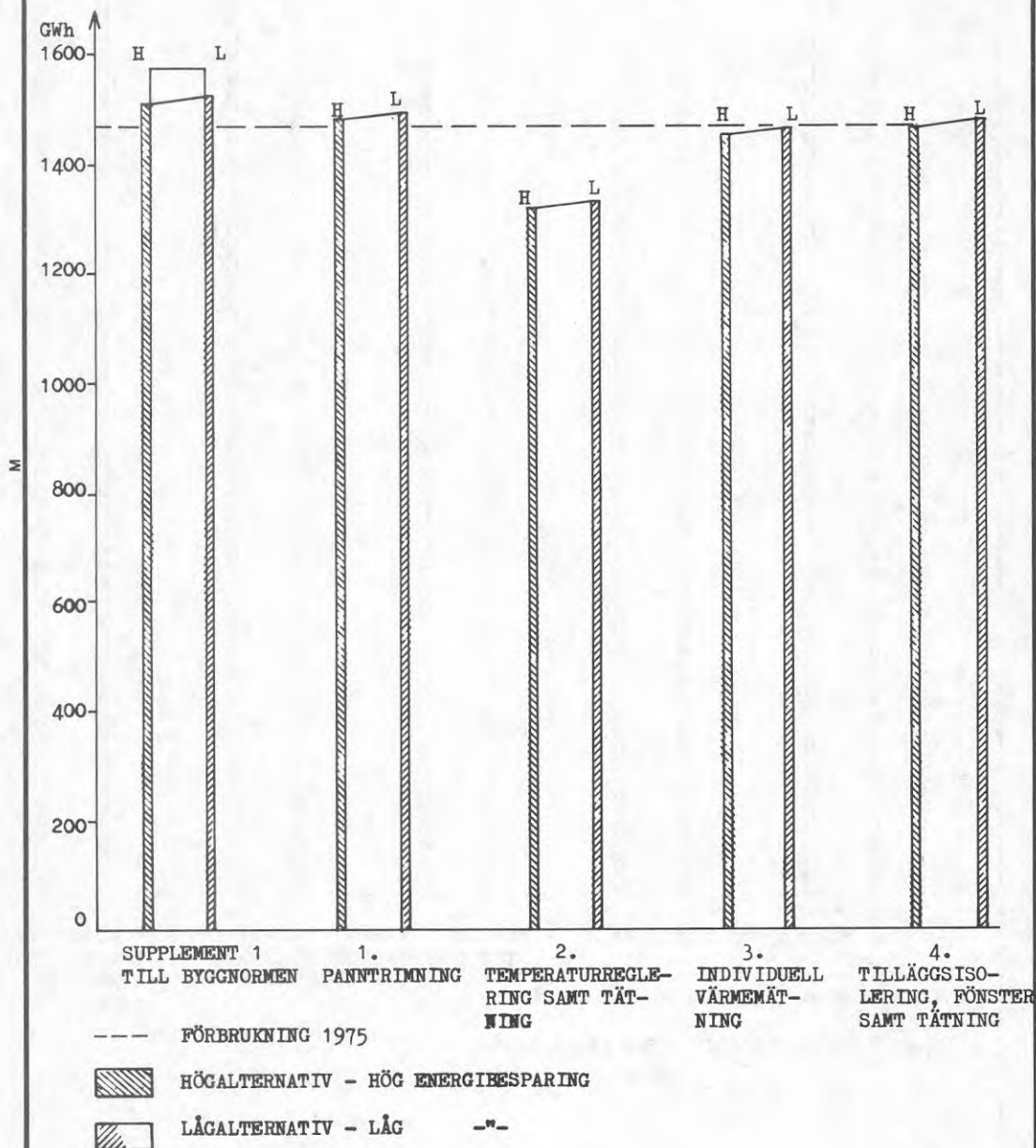


FIG 35

DET BERÄKNADE TOTALA ENERGIBEHOVET ÅR 1981 FÖR UPPVÄRMNING AV BYGGNADER MED OCH UTAN BESPARINGSÅTGÄRDER.





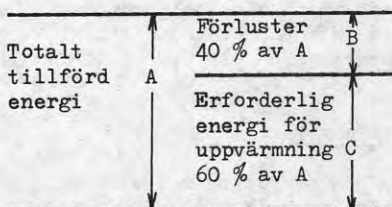
## 5.5 Ökad anslutning till fjärrvärme

Vid 1975 års slut uppgick effekten hos anslutna panncentraler för energiverkens fjärrvärmeabonnenter till ca 170 MW. Dessutom tillkommer för Gavlegårdarna och Riksbyggen ca 70 MW. Av ca 37 370 lägenheter med centralvärme är ca 18 400 uppvärmda via fjärrvärme.

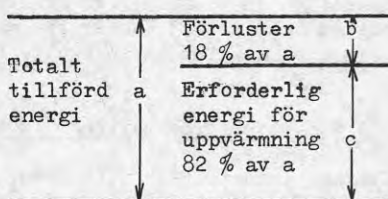
För Gävles fjärrvärmenät har verkningsgraden utgående från förbrukad oljemängd och försåld hetvattenmängd för år 1975 beräknats till ca 82 %. Produktions- och distributionsförlusterna utgör alltså ca 18 %.

Årsverkningsgraden för små pannheter ligger normalt i intervallet 60-80 %. I följande exempel väljes värdet 60 % med tanke på att det oftast finns äldre pannor i de objekt som anslutes till fjärrvärme. Vid övergång till fjärrvärme reduceras energiförbrukningen enligt följande

### 1. Små pannheter



### 2. Övergång till fjärrvärme



Följande förhållanden råder

$$A = \frac{C}{0,60}$$

$$a = \frac{c}{0,82}$$

$C = c$  då det erfordras samma energimängd för uppvärmning oberoende av vilket system som används.

$$1 - \frac{a}{A} = 1 - \frac{c}{0,82} \times \frac{0,60}{C} = 1 - \frac{0,6}{0,82} = 0,27$$

Alltså minskas energiförbrukningen med 27 % vid övergång från små pannheter till kommunens fjärrvärmenät.

Enligt avtal mellan Gävle kommun och Krångede AB kommer från hösten 1978 kommunens hetvattenbehov att levereras från ett kraftvärmeverk vid Karskär varvid produktionsverkningsgraden sannolikt kommer att förbättras. Här räknas endast med den energibesparing som görs genom anslutning till nuvarande fjärrvärmenät.

För att kunna kvantifiera det minskade oljebehovet vid övergång till fjärrvärme antages att anslutning av befintlig bebyggelse sker i den takt som anges i "Generalplan för fjärrvärmeutbyggnad 1974-2002". Enligt generalplanen kommer de befintliga fastigheter som anslutes till fjärrvärme mellan åren 1975 och 1978 att år 1978 motsvara en ytterligare hetvattenleverans av 85 GWh. Mellan åren 1978 och 1981 beräknas befintliga fastigheter motsvarande 125 GWh anslutas. Av dessa är dock ca 60 % matade från blockcentraler. För dessa fastigheter erhålles endast en energibesparing i produktionsledet med ca 10 %.

Förväntad fjärrvärmeanslutning av befintlig bebyggelse medför år 1981 följande minskning av oljeförbrukningen.

0,27 (85+0,40x125) =	36,5	GWh/år
0,10x0,60x125 =	7,5	"
dvs totalt	44,0	"

#### 5.6 Värmeåtervinning inom industrin

Endast en obetydlig del av den energi som tillföres industrin bindes i de slutliga produkterna. Den helt övervägande delen bortföres med kylluft och kylvatten vid relativt låga temperaturer. Genom att delvis ta tillvara den energin och tillföra fjärrvärmenäten i närliggande områden kan besparingar göras inom massa- och pappersindustrin med 1,2 % av dess totala energiförbrukning. (14) Motsvarande siffra för järn- och stålindustrin är 0,4 %. Inom järn- och stålindustrin kan även värmebesparingar göras för egen användning med 1,4 %. Räknat på en 10-årsperiod skulle det för Gävles del medföra besparingar på 5,3 GWh/år för massa- och pappersindustrin. För järn- och stålindustrin skulle besparingarna bli 0,06 GWh/år.

#### 5.7 Energibesparingar inom industrin

Statens industriverk fick i maj 1975 av regeringen i uppdrag att utreda vissa frågor om industrins energihushållning m.m. Ur den första fasen av detta utredningsarbete har framkommit att följande besparingar kan göras inom industrin med befintlig teknik. (14)

Inom massa- och pappersindustrin finns möjligheter till energibesparingar på ca 7 % av branschens totala förbrukning. Härav utgör 6,2 % oljebesparingar och 0,8 % elbesparingar. Motsvarande för järn- och stålindustrin är ca 11 % oljebesparingar.

Dessa besparingar är räknade på en 10-årsperiod. För Gävle kommun medför det för massa- och pappersindustrin oljebesparingar med 28 GWh/år och elbesparingar med 3,6 GWh/år.

För järn- och stålindustrin blir oljebesparingarna 0,36 GWh/år.

#### 5.8 Energiproduktion från avfall

Mängden avfall har ökat kraftigt på senaste tiden som en följd av den växande tillverkningskraften av konsumtionsvaror och den ökade användningen av emballage. Den tekniska utvecklingen i dag ger oss möjlighet att återvinna energin på ett rationellt sätt. Detta kombinerat med ett intresse för att spara naturresurser har skapat en bättre grund för att återvinning skall bli aktuell. Det finns tre huvudmetoder för avfallsbehandling, nämligen deponering, kompostering och förbränning. (15,16) Med förbränning får man dels ut energin, som i dagens avfall uppgår till ca 2,8 kWh/kg, dels en volymreduktion med 90 % och en viktreduktion med 65 %.

För att effektivt utnyttja energin ur avfallet fordras att så mycket som möjligt av värmen kan tagas till vara. Ett hinder härför är bl.a. att avfallet endast kortvarigt kan lagras. I kombination med t.ex. fjärrvärme där avfallsvärmen får motsvara värmebehovet när det är som lägst kan emellertid ett mera effektivt utnyttjande uppnås. Höggradig rening kan erhållas med kända metoder för tvättning av rökgaserna.

Vi har idag ett kommunalt sopmonopol. Det medför att kontrollen över det totala sopbeståndet blir mycket god vilket underlättar den fortsatta hanteringen.

I Gävle erhöles år 1975 ca 45 000 ton hushålls-, handels- och industriavfall. Motsvarande siffra för fritidsavfall och slam från reningsverk är 18 000 ton. Ökningen per år uppskattas till 3 %. För närvarande komposteras sopor från Sandvikens kommun på samma plats som för Gävle kommun och utgör ca 27 000 ton. Man räknar med en ökad sortering och återanvändning av främst papper från hushållsavfall år 1980. Det medför att man inte kan räkna med en ökning av den förbränningsbara sopmängden. Sortering och återanvändning inom handel och industri är redan väl utbyggd.

Med en pannverkningsgrad på 75 % finns möjligheter till energibesparingar med

$45\ 000 \times 2,8 \times 0,75 = 94\ \text{GWh/år}$  från år 1980.

#### 5.9 Effekter av ändrade transportmedel

Energiåtgången för transporter i Gävle kommun uppgår till 668 GWh, vilket motsvarar ca 30 % av totala energiförbrukningen exklusive industrins år 1975. Den totala verkningsgraden för transporter är 33 %. (10)

Energiåtgången per tonkilometer för olika trafikslag är följande:

lastbil	0,20 kWh/tonkilometer
järnväg	0,08 - " -
sjöfart	0,03 - " -
personbil	0,80 kWh/personkilometer
buss	0,30 - " -

Utgående från det resonemang som förts i Ingenjörsvetenskapsakademins meddelande 181 avseende en omfördelning av transportbehovet i Sverige har en proportionering till Gävle kommun gjorts. Det är mycket svårt att betrakta energibesparingen för kommunen som en isolerad del av landet då de största besparingarna görs vid längre transportsträckor. Utvecklingen beträffande godstransporterna går mot en allt större andel lastbilstrafik. Genom en omfördelning så att ökningen av transportbehovet för längre sträckor täcks till 60 % av järnvägstransporter och till 30 % av sjöfart kan besparingar göras. Då det tillkommer lastbilstransporter i slutändan minskar besparingseffekten. Sammanlagt med en ökning av busstransporter finns möjligheter till en besparing på ca 2,5 % av totala energibehovet för transporter

Statens Vägverks och Transportnämndens transportstatistik för år 1974 har bearbetats av professor Olof Gunnarsson vid Chalmers Tekniska Högskola. Han har därvid funnit att förhållandet mellan energiförbrukningen per tonkm för järnväg och lastbil är 1:9. Om dessa siffror är allmängiltiga kan besparingen bli större än vad som angivits ovan.

Genom en ökning av persontätheten i personbilar från 1,4 till 1,7, vilket innebär 3 ytterligare passagerare i totalt 5 personbilar, kan besparingar på ca 5,8 % göras. Genom att verka för en mera flytande trafik med mindre accelerationer och sänkt hastighet samt en förbättring av bilmotorns kondition kan besparingar på ca 5 % göras. (10)

Tiden för det totala genomförandet har uppskattats till 10 år. Därefter skulle de ovan nämnda åtgärderna medföra en energibesparing med ca 89 GWh/år.

#### 5.10 Sammanställning av energibesparingar med befintlig teknik

För att kunna jämföra besparingseffekter inom fjärrvärme, industri, avfallshantering och transporter med bostadsbesparingar framräknas här den totala besparingen år 1981. De siffror som anges i detta kapitel är mycket ungefärliga. Underlag och antaganden har redovisats tidigare. Siffrorna torde emellertid ge en ungefärlig uppfattning om den inbördes storleksordningen i fråga om spareffekterna av olika åtgärder.

Med ökad anslutning till fjärrvärme beräknas besparingar på ca 44 GWh göras år 1981.

Inom pappers-, järn- och stålindustrin kan besparingar genom värmeåtervinning göras med 32 GWh. Energimängden som 1975 utgjorde förluster tillförs hetvattenssystemet och därmed kan den inmatade energin från olja minskas med 32 GWh. Dessutom kan besparingar genom värmeåtervinning göras med 0,5 GWh för egen användning inom järn och stålindustrin. Genom andra besparingsåtgärder kan oljebehovet minskas med 19 GWh och elbehovet med 22 GWh.

Från hushållssopor beräknas 94 GWh återvinnas och tillförs hetvattenssystemet. Därmed kan oljebehovet minskas med 105 GWh med omvandlingsförluster på 12 % inräknade.

Inom transportsektorn finns möjligheter till drivmedelsbesparingar med 53 GWh.

Med endast åtgärden temperaturreglering samt tätning har energibesparingarna beräknats till mellan 192-265 GWh år 1981.

Sammanställt beräknas energibesparingarna inom fjärrvärmerna, industri, avfallshanteringen och transporter till ca 276 GWh år 1981 vilket motsvarar 4 % av totala energiförbrukningen 1975.

Det framgår alltså att endast en energibesparingsåtgärd i bostäder skulle ge ungefär lika stor spareffekt som åtgärder inom fjärrvärme, industri, avfallshantering och transporter tillsammans.

## 5.11 Ekonomisk överslagskalkyl för installation av radiatortermostater

Exempel på tekniskt möjliga besparingsåtgärder har kvantifierats. Det är naturligtvis intressant och nödvändigt att även studera dessa åtgärder ur ekonomisk synpunkt. Då det inte ingår i studiens syfte har här endast en ekonomisk kalkyl gjorts över en besparingsåtgärd. Avsikten med denna är att visa hur en sådan kan utföras.

### 5.11.1 Förutsättningar

Installation av radiatortermostater har bedömts ge stor energibesparing i förhållande till erforderliga resurser för genomförandet. Av den anledningen har en ekonomisk kalkyl gjorts på denna åtgärd.

För att begränsa antalet osäkra faktorer behandlas endast lägenheter i flerfamiljshus.

Till grund för beräkningarna har uppgifter hämtats från folk och bostadsräkningen för 1975.

Priser för radiatortermostater med montering har hämtats genom direktkontakt med rörinstallatörsfirmor.

Beräkningar har utförts för tre olika oljepriser. Ett med dagens oljepris samt ett pris över och ett under.

Till räntefot har valts alternativen 10 och 15 %.  
Hänsyn tas ej till räntans inverkan på fastighetsägarens skatt.

Den genomsnittliga energiförbrukningen per lägenhet i flerfamiljshus har hämtats från typområde 4 i kapitel 3.2.5.

### 5.11.2 Beräkningsalternativ

Totalt i Gävle kommun fanns år 1975 i flerfamiljshus 54 932 rum fördelade på ca 24 009 lägenheter vilket i genomsnitt blir 2,3 rum per lägenhet. I beräkningarna räknas med uppvärmning av tre rum samt kök, hall och badrum med en termostats i varje. Det blir sex termostater per lägenhet. För uppvärmning beräknas 28 400 kWh per år och lägenhet från fjärrvärme varav ca 7 % bortgår för kulvertförluster. Den energimängd som kan påverkas blir ca 26 400 kWh per lägenhet och år. Vad gäller priser på termostatsventiler har hänsyn tagits till olika rördimensioner och dess sannolika fördelning på totala bostadsbeståndet. Här räknas med 690 kr per lägenhet inklusive montering och moms.

I kapitel 5.2.2 har besparingseffekten för inreglering och komplettering med termostatsventiler beräknats till 9 % vilket motsvarar 2 375 kWh/lgh, år.

Med energiinnehållet  $10,6 \text{ kWh/dm}^3$  för tjockolja motsvarar besparingen  $224 \text{ dm}^3/\text{år}$ .

Beräkningarna har baserats på tre olika oljepriser nämligen  $400 \text{ kr/m}^3$ ,  $550 \text{ kr/m}^3$  och  $700 \text{ kr/m}^3$ .

Utgående från kalkylräntan 10 och 15 % har i tabell 9.1 den minsta erforderliga amorteringstiden framräknats för att få lönsamhet i investeringen. Det vill säga en kapitalkostnad som understiger besparingen.

Tabell 9.1 Minsta erforderliga amorteringstid samt motsvarande årskostnad

	Amorteringstid år - årskostnad kr		
	Oljepris kr/m <sup>3</sup>		
	400	550	700
Årsbesparing kr	89,6	123,2	156,8
Ränta 10 %	16 - 88,2	9 - 119,8	7 - 141,7
Ränta 15 %	50 - 103,5	14 - 120,5	9 - 144,6

I tabell 9.1 anges dels årsbesparingen av olja uttryckt i kronor för tre olika oljepriser dels anges kapitalkostnaden vid den framräknade amorteringstiden.

Totalt för Gävle kommun erfordras en investering på ca 16,6 miljoner kronor för installation av termostatventiler i samtliga lägenheter i flerfamiljshus.

### 5.11.3 Beräkningsresultat

För installation av termostatventiler i en genomsnittslägenhet i flerfamiljshus har minsta erforderliga amorteringstid framräknats för att få en kapitalkostnad som är lägre än besparingen. Med dagens låneläge och oljepriser förefaller investeringen vara lönsam med en amorteringstid på ca 10-15 år. Eventuellt kan amorteringstiden bli kortare om ett mindre antal termostater installeras. Övervägande delen av den möjliga energibesparingen kan i vissa fall erhållas om termostater installeras i kök och rum som är orienterade mot söder och väster. Denna bedömning måste dock göras för den enskilda lägenheten. För den enskilda fastighetsägaren kan lönsamheten förbättras genom energibesparingsbidrag. En av förutsättningarna för att få bidrag till ovan nämnda åtgärd enligt dagens bestämmelser är att investerat kapital uppgår till minst 1 500 kr/lgh vilket inte är fallet i detta exempel.

Med ny teknik menas principiellt redan känd teknik som inte ännu kommit till användning i någon större skala. Inom vissa områden saknas litteratur över möjliga besparingar.

### 6.1 Utnyttjande av förnyelsebara energikällor

Det pågår ett antal praktiska försök med ekologiskt byggande där målet är att satsa på sammansatta byggnadstekniska system med hög grad av självförsörjning byggd på återanvändning och omvandling. Avsikten är inte bara att vara fri från centrala nät. Valet av byggnadsplats kan ske på annat sätt än idag. Från ledningssynpunkt kostsamma markområden kan användas. Jordbruksmark behöver ej tas i anspråk.

Gemensamt för de praktiska försöken i ekologiskt byggande är att husfasaderna mot söder, öster och väster görs stora medan norrfasaderna görs små. Detta för att fånga upp så mycket solenergi som möjligt. Isoleringen i fasaderna görs mycket tjock för att få så låga k-värden som möjligt. I norrfasaderna görs isoleringen extra tjock. Trapphus och förvaringsutrymmen läggs i anslutning därtill. Genomgående används 3-glasfönster, och för att ytterligare sänka transmissionsförlusterna kompletteras fönstren med speciella persienner, luckor eller isolering av olika slag. För att ta tillvara solenergin finns en mängd lösningar. Enligt gjorda överslagsberäkningar (17) framgår att i Malmö och Stockholm gott och väl hela årsenergibehovet täcks medan i Luleå endast en viss del täcks. Värmebehovet täcks av solvärme under perioden mars-april till oktober-november. Under övrig tid måste den överskottsenergi som lagras under sommaren utnyttjas. Problemet är att finna ett lämpligt medium för energilagring. Största möjligheten att utnyttja solenergin verkar finnas i solvärmda hetvattensystem med årsackumulering. Dessa system kan även kombineras med utrustning för elproduktion exempelvis med gasdrivna turbiner.

Lokala solfångaranläggningar för varje hus har idag vissa nackdelar på grund av höga anläggningskostnader för ackumulatorer, att service och underhåll av anläggningarna blir tids- och kostnadskrävande samt att vissa solfångare är känsliga för mekaniska påkänningar och kan vara svåra att skydda från skadegörelse.

Utnyttjande av vindenergi har inte slagit så väl ut på grund av att investeringskostnaderna för små enheter (5 kW) är ca 8 ggr högre än vad som idag anses ekonomiskt. (18) Därutöver tillkommer kostnader för någon typ av energiackumulator.

Allt avfall som bildas i ekologiskt byggda bostäder sorteras från början och återanvänds i möjligaste mån. En stor del av resterande avfall kan komposteras och återföras till det naturliga kretsloppet.

## 6.2 Inverkan av förändrade hushållsapparater

I dagens läge är standarden mycket hög vad det gäller maskinparken i nyproducerade hus. Från fabrikanternas sida gäller att uppfylla säkerhetskraven och konsumenternas önskemål till en rimlig kostnad. Som konsument är det svårt att få reda på verkningsgraden på de olika hushållsapparaterna, ty det framgår inte av reklamroschyrerna och återförsäljarna har inte några direkta siffror.

De vanligaste hushållsapparaterna är följande:

	Märkeffekt	Normal årsförbrukning
	kW	kWh
Spis	7-11	600
Spisfläkt	0,15	11
Kyl, sval	0,13	900
Frys	0,25	750
Diskmaskin	1,5-2,5	200
Tvättmaskin	1,5-4	500
Torkskåp	2-4	450
Torktumlare	2-3	450
TV	0,3	150
Dammsugare	0,6	60

En vanlig spis har en platta som man ställer en kastrull på. Värmen leds dels till kastrullen, dels till luften genom strömning dels till omkringliggande plåt genom strålning och strömning. Plåten är isolerad och fungerar som en kylare. Ugnen har vanligtvis ett dubbelfönster med luftkonvektion mellan rutorna för att kyla frontglaset. Konsumenten vill ha en stor ugn vilket medför minskad isolering för att hålla de yttre standardmått. Verkningsgraden på en spis kan variera mycket beroende på konstruktionen.

För kyl, sval och frys gäller samma problem. Konsumenten önskar så stor invändig volym som möjligt och så små utvändiga mått som möjligt. Det medför minskad isolering och högre energiförbrukning.

En diskmaskin ansluts vanligen till 220 V. Genom att konstruera den för 380 V görs energibesparingar på 8-9 %. Den kan fås med individuell uppvärmning eller med direkt varmvattenanslutning. Vid direktanslutning åtgår större vattenmängd men diskprogrammet blir kortare. Volymmässigt är det samma problem som tidigare nämnts.

Tvättmaskinen är behäftad med samma problem som diskmaskinen. Vad det gäller torkskåp och torktumlare finns mycket att göra vad det gäller isolering och återanvändning av den uppvärmda luften.

Av det ovan nämnda framgår att stora energimässiga förbättringar kan göras på hushållsmaskiner. Efter samtal med maskintillverkare bedömes energibehovet kunna sänkas med ca 30 % genom nykonstruktioner och ett mera rationellt utnyttjande. Dessa besparingar kommer å ena sidan att minska ventilationsförlusterna och varmvattenförbrukningen, å andra sidan minskar den tillförda energin från elektriska apparater. Den tillförda energin från hushållsapparater kommer emellertid punktvis och bidrar till hastig temperaturhöjning varför den vanligtvis vädras bort.

De ovan nämnda hushållsmaskinerna förbrukar i genomsnitt 64 % av ett normalhushålls totala elförbrukning på ca 4 000 kWh/år (19).



Med antagande att det skulle ta fem år att genomföra åtgärderna, skulle det därefter för Gävles del medföra besparingar på  $0,30x0,64x4000x37^400x10^{-6}=38$  GWh/år.

### 6.3 Utveckling av värmepumpen

En värmepump är en anordning som med hjälp av högvärdig "drivenergi", upptar värme vid en viss temperatur och avger motsvarande energimängd vid en högre temperatur. Det media varifrån värme tas kan vara luft, vatten, jord, solenergi eller en kombination av dessa. Värmeavgivande media kan vara luft eller vatten.

Vid användning av värmepump för uppvärmning av bostäder erfordras en tillsatsvärme i form av el, olja eller fjärrvärme för att täcka energibehovet under de tider då utomhustemperaturen sjunker under värmepumpens funktionsgräns, ca  $-5^{\circ}\text{C}$ . Tillsatsvärme måste vara så dimensionerad att den klärar 90 % av husets maximala effektbehov. Det betyder att det inte görs några större besparingar för den dimensionerande effekten vid installation av värmepump. Vid ombyggnader i äldre hus ligger det nära till hands att använda redan befintliga pannor som tillsatsvärme.

De flesta lägenheter har vattenburet värmesystem och oregrerat ventilationssystem. Det medför att det är svårt praktiskt att installera ett reglerat ventilationssystem med värmeväxlare (3). För de lägenheter som har reglerat ventilationssystem skulle det i kombination med värmepump gå bra att leda frånluften in i värmepumpens energiupptagande värmeväxlare och därmed öka dess värmefaktor betydligt.

En annan möjlighet att utnyttja värmepump skulle kunna vara en värmeväxlare på avloppsvattnet (12). Fördelarna skulle vara en låg anläggningskostnad på grund av vatten-vattensystem och en låg energikostnad på grund av vattnets temperatur. Nackdelarna, som klart överväger, skulle vara att förlägningsplatsen kommer långt bort vid en stor samlingsledning. Fördelningen av vattenmängden under dygnet är mycket ojämn. Avloppsvattnet är starkt bemängt med föroreningar vilket medför dyra korrosionsresistanta kylare. Den biologiska reningen i reningsverk minskar på grund av sänkt vattentemperatur. Värmeåtervinning ur avloppsvatten torde därför endast komma i fråga vid speciella omständigheter.

Av de värmepumpanläggningar som finns i dagens läge är drifterfarenheterna olika men efter en vidareutveckling finns sannolikt möjlighet att minska energiförbrukningen för uppvärmning av byggnader med ca 30-40 % (12).

#### 6.4 Effekter av ökad återvinning

För pappersindustrin har returpapper länge varit en betydelsefull råvara. Den utgör i dagens läge ca 28 % av den totala papperskonsumtionen och 32 % av den återvinnbara konsumtionen. Enligt prognos (14) skall förbrukningen av returpapper öka från 315 000 ton 1975 till 800 000 ton 1980. Energimässigt innebär inte allt returpapper besparingar, men det utgör ett betydande tillskott i fiberförsörjningen. Det är endast papper som innehåller hög procent mekanisk massa, d.v.s. tidningar och tidskrifter, som medför energibesparingar. 1980 finns förutsättningar för besparingar på ca 0,6 % av massa- och pappersindustrins totala energiförbrukning, vilket för Gävles del motsvarar 26 GWh. Ca 50 % av stålframställningen baseras på skrot varav 25 % köps på öppna marknaden där ca 3/4 kommer från Sverige. Metallåtervinningsbranschen är väl utbyggd och möjligheter att väsentligt öka skrotåtervinningen torde inte existera.

#### 6.5 Effekter av ändrad industriell teknik

Det finns möjlighet att göra stora besparingar i industrin genom ny teknik och ökad stimulans åt fabriksenheter.

Genom en utveckling av värmepumpstekniken kan stora besparingar göras genom ökad värmeåtervinning av kylluft och kylvätska. Det finns stora värmemängder vid 40-50° C som kan innebära mycket gynnsamma förutsättningar.

Inom massa- och pappersindustrin pågår forskning inom högkoncentrationstekniken, tork- respektive pappersmaskinens våtparti, presstekniken och s.k. biologisk massa som förväntas ge reducerad elförbrukning. En tillförlitlig siffermässig bedömning av energibesparingarna på grund av det långsiktiga forskningsarbetet är ej möjlig.

Energibesparingar inom järn- och stålindustrin är främst inriktad på att eliminera värmemängder alternativt utnyttja dem i befintliga processer.

Den snabbhet med vilken industriteknik förändras är beroende av många faktorer inte minst energipriset. Vid en prishöjning kan troligen snabba förändringar komma till stånd.

## 7                   ÄNDRING AV ENERGIANVÄNDNINGEN

Om en förändring av energikonsumtionen önskas är ett naturligt steg att söka påverka användarna. När det gäller energibesparing kan två olika utgångslägen föreligga dels en akut bristsituation dels en strävan att på längre sikt få bättre energihushållning. I denna studie behandlas endast det senare alternativet.

### 7.1                Information och motivationsförändringar

Om knappa resurser innebär att konsumtion av en vara måste reduceras kan detta i princip ske frivilligt eller med tvångsåtgärder. Förutsättningen för en frivillig reduktion är att användarna får motiv för sparande genom saklig information.

De erfarenheter som vunnits både inom och utom landet pekar på att minskning av energiförbrukningen med ca 5-10 % kan erhållas under en sparkampanj. Tidigare erfarenheter visar dock att spareffekten avtar vid långvariga sparperioder. Under en lång kontinuerlig sparkampanj kan inte heller förutsättas något större engagemang från massmedia då nyhetsvärdet avtar. Av tidigare erfarenheter framgår att sparmoralen ökas om vissa restriktioner införes under den tid sparkampanjen pågår.

Om målsättningen är en kontinuerligt förbättrad energihushållning kan inte så höga besparingsresultat förväntas som vid temporära aktioner. En kontinuerligt pågående sparinformation torde därför endast kunna ge en besparing av 1 å 2 %. Genom att komplettera med målinriktad information bör ytterligare besparingar kunna uppnås. Lämpligen kan sådan information även innehålla exempel på och redogörelser för den ekonomiska fördel som erhålles genom sparandet.

Parallellt med övrig information bör även individuell behandling ske av konkreta sparobjekt. Denna åtgärd blir givetvis mer resurskrävande och kan därför endast tillämpas på större objekt. Dessa större objekt kan erfordra investeringar för genomförandet. I samband härmed krävs sannolikt miljöskäl eller ekonomisk lönsamhet.

Den totala besparing som har bedömts möjlig att ernå genom allmän sparkampanj kombinerad med målinriktad information under lång tid bedömes till 2 å 3 % av totala energiförbrukningen under den tid kampanjen pågår.

### 7.2                Stimulansåtgärder

Normalt innebär en energibesparing en lägre kostnad för användaren. För stora grupper energianvändare t.ex. hushållen är den årliga energikostnaden så låg att den kostnadsminskning uttryckt i kr/år som erhålls genom energisparande utgör mycket liten stimulans. Genom statliga bidrag och lån till åtgärder för minskat värmebehov har direkta stimulansåtgärder vidtagits för ökad energibesparing.

Enligt det material som framtagits i delprojektet "Uppföljning av energibesparande åtgärder" har fram till 76-06-30 följande ansökningar inkommit för Gävle kommun.

	Inkomna ansökningar	Beviljade ansökningar
Bostäder	908	771
Kommunala anl.	62	61
Näringslivet	18	14
Totalt	<u>988</u>	<u>846</u>

Ansökningarna inom bostadssektorn berör ca 4 150 lägenheter, vilket motsvarar ca 8 % av bostadsbeståndet. De inkomna ansökningarna gäller 2-årsperioden 1 juli 1974 till 1 juli 1976. I princip skulle detta innebära att stimulansåtgärder av nuvarande karaktär och omfattning kan leda till förbättringsåtgärder i 4 % av lägenhetsbeståndet per år.

Ännu har ingen uppföljning gjorts av de energibesparande åtgärdernas verkliga effekt. Värderingen måste alltså baseras på teoretiska beräkningar.

Med kontinuerliga stimulansåtgärder i form av bidrag eller lån torde en forcering av energibesparande åtgärder vara möjlig. Den verkliga energibesparingen är emellertid svår att uppskatta idag.

Stimulans kan naturligtvis även ske i form av sparpremier, bonus och liknande. Sådana system kan dock bli administrativt betungande. Spareffekten blir beroende av graden av stimulans och kan därför inte generellt uppskattas.

Med lämpligt utformade stimulansåtgärder torde det vara realistiskt att under ett längre tidsperspektiv minska energiförbrukningen med ca 0,5-1 % per år.

### 7.3 Prisförändringar

Frågan om energins priskänslighet har behandlats av bl.a. EPU. De resultat som hittills erhållits pekar mot att energiförbrukningen är måttligt känslig för prisförändringar. Priskänsligheten varierar mellan olika konsumentgrupper, varför prisförändringar kan medföra sociala orättvisor. Konsekvenserna för näringslivet är svåra att överblicka.

På sikt kan prisförändringar på energi medföra att erforderliga investeringar för energibesparande anläggningar blir lönsamma. Prisförändringar måste i så fall utformas så att inte oönskad överflyttning av efterfrågan mellan olika energislag erhålles. Med tillgängligt underlag kan inte en kvantifiering göras av de energibesparingar som kan åstadkommas med prisförändringar.

### 7.4 Restriktioner

Vid akuta bristsituationer har restriktioner tillgripits för att skära ner energiförbrukningen. Restriktioner som skall utgöra en del i ett långsiktigt energisparande måste uppfylla vissa krav. Införda restriktioner skall praktiskt kunna övervakas. Restriktioner bör inte heller införas på områden där substitut kan erhållas med annan energiform.

Erfarenheterna från restriktioner i samband med akuta bristsituationer har visat att övervakningen är svår med måttlig administrativ insats. Spareffekten blir därför beroende av om de som drabbas är lojala. Vid akuta situationer då restriktioner åtföljts av omfattande information har spareffekter på ca 3 % uppnåtts. I ett längre perspektiv torde det vara mer realistiskt att bara räkna med ca 1 %.

Redovisade värden gäller sådana restriktioner som inte stör samhällsfunktionen utan endast inkräktar på personlig bekvämlighet. Om hårdare restriktioner införes utan hänsyn till störningar i produktion och samhällsfunktion kan naturligtvis större energibesparingar erhållas.

En form av restriktioner som indirekt drabbar användaren är att införa vissa regler och begränsningar för tillverkande industrin. Produkter som är speciellt energikrävande i tillverkning kan förbjudas eller beskattas extra i de fall likvärdiga ersättningsprodukter kan framställas på energisnålare sätt. Vissa modeller för energikalkyler har utarbetats och tillämpats på enstaka produkter. Underlag saknas dock för en samlad bedömning av möjlig energibesparing.

## 7.5 Ransoneringar

I energiberedskapsutredningens betänkande har ransoneringsform som torde vara mest användningsbar är kvotransoneringen. Principen är att man utgående från ett visst faktiskt behov ger en tilldelning av energi. Storleken av tilldelningen bestäms av tillgången på energi.

All form av ransoneringsform kräver en omfattande och dyrbar administration. I en akut bristsituation kan emellertid en ransoneringsform utgöra en acceptabel lösning. Ransoneringsformen i ett långsiktigt energisparande är emellertid tveksam. Förutsättningarna för bestämning av tilldelningens storlek ändras med tiden, vilket ytterligare försvårar en rättvis fördelning.

Ransoneringsform av energi bör tillgripas endast då energisituationen är sådan att övriga energibesparingsåtgärder ej räcker till. I denna studie medtages därför inte inverkan av ransoneringsform vid kvantifiering av möjliga energibesparingsåtgärder.

## 7.6 Övriga åtgärder

Många av de apparater som förekommer i marknaden har låg energitnyttjning. Genom att komplettera t.ex. nuvarande provning för S-märkning med energitnyttjningsmätningar borde en form av energideklaration kunna genomföras. Om energikrävande apparater varudeklarerades med avseende på energihushållningsegenskaper borde användarna kunna påverkas att välja ur energisynpunkt ekonomiska apparater.

I likhet med bestämmelser som av beredskapskäl har införts vid eldning med importerat bränsle kunde för vissa objekt föreskrivas alternativ energiform. Härigenom möjliggöres utnyttjande av den energiform, som för tillfället medger bästa energitnyttjningen. Som ett exempel kan nämnas de elångpannor som förekommer inom industrin och endast användes vid tidpunkter då det finns överskott på el.

## 8. DISTRIBUTIONSSYSTEM OCH ENERGIANVÄNDNING VID OLIKA BEBYGGELSEMÖNSTER

### 8.1 Energidistributionens struktur

Energiebehovet hos de skilda avnämarna i samhället tillgodoses nu genom att skilda former av energi distribueras via flera olika system. Inom samma område kan således utnyttjas både ledningsbunden energi i form av el, fjärrvärme och gas och icke ledningsbunden energi såsom fasta och flytande bränslen. Denna splittring medför sannolikt att energiutnyttjandet inte blir det bästa. Mätningar och kvantifieringar av detta förhållande saknas. I detta avsnitt förs därför en diskussion om olika distributionsformer och energihushållning.

Huvudmannaskapet för eldistribution är fördelat på företag av olika karaktär t.ex kommunala förvaltningar, industribolag, distributionsbolag och föreningar. Bland eldistributörerna finns företag, som endast sysslar med eldistribution och sådana som bedriver eldistribution som sidoverksamhet. Storleksordningen bland distributörerna varierar. Inom Gävle finns exempelvis Energiverken med ca 39 000 abonnenter och Korsnäs-Marma med 110 abonnenter. Fördelningen är också ojämn vad avser tätorts- och glesbygdsdistribution.

Strukturrationalisering av eldistributionen pågår kontinuerligt. Målsättningen är att bygga upp ekonomiskt och tekniskt lämpliga enheter. En strävan är också att inom varje företag ha både tätorts- och glesbygdsdistribution för att få en kostnadsutjämnning. En fortsatt rationalisering till lämpliga enheter bör öka möjligheterna att beakta energihushållningsaspekterna inom eldistributionen.

Hetvattendistribution bedrivs huvudsakligen av kommuner och kommunala bostadsbolag. Inflytandet på fjärrvärmeverksamheten är i huvudsak samlat till kommunerna, vad avser produktion och distribution. Däremot är kommunernas möjlighet att styra anslutningen till fjärrvärme begränsade.

Huvudmän för den icke ledningsbundna energin är ett antal privata och kooperativa företag. Samordnande organ saknas på kommunal nivå. I princip saknas kommunalt inflytande inom denna del av energisektorn.

### 8.2 Samordning av energidistributionen

Tidigare har en samordnande energiplanering saknats. Detta har resulterat i att energi inom vissa områden distribueras i olika former för samma ändamål.

Investeringarna i de olika distributionssystemen är ofta höga liksom driftkostnaderna. Utbyggnaden eller införandet av ett nytt distributionssystem kräver också samordning mellan olika intressenter och medför ianspråktagande av bl.a. mark och resurser i trafiksystemet. Med flera system minskas oftast utnyttjandet av de skilda systemen. Det kan också medföra höga investeringar att utforma och dimensionera varje system så att energileveranserna kan upprätthållas även när en störning inträffar.

Dessutom medför många system ökade lokala miljöstörningar. Oljebilar skapar besvärande buller, avgaser och olycksrisker. Lokala pannanläggningar skapar nedsmutsning och andra föroreningar och även buller.

Som ett led i att förbättra energihushållningen ligger det därför nära till hands att också studera möjligheterna att minska behovet av skilda energislag och därmed behovet av flera distributionssystem.

För varje område bör undersökas vilken eller vilka energiformer som erfordras och som samtidigt ger bästa ekonomin. Ur distributionssynpunkt vore det mest praktiskt och ekonomiskt att ha ett enda system t.ex. el. Med hänsyn till utnyttjandet av primärenergien vid elproduktion är detta emellertid inte möjligt med dagens teknik. I praktiken bör därför målsättningen vara att få ett distributionssystem för energi med lämplig sammansättning av el och fjärrvärme. Detta innebär att fjärrvärme från kraftvärmeverk utnyttjas där så är ekonomiskt och tekniskt möjligt. Inom övriga områden utgör el det enda energidistributions-systemet. Exempel på för- och nackdelar med en sådan samordning av energidistributionssystemen anges nedan.

#### Fördelar

- mindre ianspråktagande av mark och samtidigt mindre beroende av samordning med andra intressenter i samband med exploatering.
- lägre investeringar i överföringssystemet från produktionskälla till abonnent och därmed även lägre driftkostnader för energitransporter.
- lägre förluster genom bättre utnyttjning av distributionssystemet för energi.
- förenklad installation hos abonnenten med lägre investering i abonnentutrustning och därmed ytterligare bidrag till lägre driftkostnader, samt förenklade driftförhållanden.
- minskade biltransporter av olja ger förutom energibesparing även minskad belastning på vägnätet och minskad olycksrisk samt förbättrad miljö genom mindre avgaser och buller.
- utnyttjande av alternativbränsle under krissituation underlättas då endast ett begränsat antal anläggningar beröres. Distributionsapparaten behöver ej byggas om för annan energiform.

#### Nackdelar

- färre valmöjligheter för energiförbrukaren som blir beroende av ett stort system.
- individuell anpassning kan försvåras i krissituationer.
- lagring av bränsle för lokal- och bostadsuppvärmning kan ej ske lokalt vid krissituation.
- stora system kan innebära bindning i samhällsplaneringen.

### 8.3 Energiushållningssynpunkter

Även om många fördelar kan vinnas med hänsyn till den fysiska samhällsplaneringen, med hänsyn till miljöaspekter och med hänsyn till ekonomin är det ur energihushållningssynpunkt totalt sett inte möjligt att i samtliga fall använda ett enda distributionssystem för energi. Anledningen härtill är att dagens teknik inte tillåter produktion av tillräckligt mycket el i anläggningar med högt energiutnyttjande.

Inom större och medelstora tätorter måste målsättningen vara att fjärrvärme utgör huvudsystemet för värmeförsörjningen. Ett fullt utbyggt fjärrvärmesystem ger nämligen mycket god verkningsgrad och därmed gott utbyte av tillförd råenergi.

Kombineras systemet med tillvaratagande av värmefallet för mottryckskraftproduktion av el så utnyttjas primärenergien, i detta fall tjockoljan, ännu bättre. Man får då också den mottryckskraftproduktion av el som vid avtrappande utnyttjande av kärnkraftproduktionen är nödvändig som komplement till vattenkraftproduktionen för att el skall vara ett alternativ för värmeförsörjning inom icke fjärrvärmeområden.

Hetvattenförsörjningen i ett fjärrvärmesystem kan även i storstadsregionerna kombineras med elkraftproduktion i kärnkraftvärmeverk. Sådana projekt har utretts för bl.a. Stockholms-, Göteborgs- och Malmöregionerna.

Således kan sägas att en intensifierad utbyggnad av fjärrvärmesystemen och därmed ökade möjligheter till mottryckskraftproduktion är en förutsättning vid avtrappad användning av kärnkraftverk för att få tillgång till den elkraft som erfordras för ersättande av andra energislag i strävan efter färre distributionssystem och samtidigt bästa utnyttjning av råenergin. Genom utveckling av mindre standardenheter för elproduktion borde befintliga hetvattencentraler kunna byggas om till mottrycksanläggningar.

Detta accentueras ytterligare med tanke på målsättningen i energi-prognosutredning att förbrukningen inte får öka med mer än 2 % per år i genomsnitt för tiden fram till år 1985 och en 0-tillväxt från omkring år 1990.



#### 8.4 Lämplig fördelning mellan olika distributionssystem för energi

Planering och utbyggnad av energiförsörjning med ett enda distributionssystem måste i första hand med hänsyn till vad som ovan anförts gälla områden där utbyggnad av centraliserade hetvattensystem för värmeförsörjningen inte är eller kommer att bli aktuellt. Intressanta områden är då

- de större tätorternas mera glesexploaterade ytterområden
- mindre tätorter
- landsbygd

Inom dessa områden bör strävan vara att tillgodose det huvudsakliga energibehovet med el, således även för lokal- och bostadsuppvärmningen. Genom i första hand den reglersteknik som möjliggöres i elvärmda hus blir dessa energisnåla. En kombination med solenergisystem och värmepump kan i framtiden bli en realitet.

Både inom de större tätorternas ytterområden och inom mindre tätorter finns ofta grupper av koncentrerad bebyggelse. Vid denna typ av bebyggelse bör uppvärmningen kunna ordnas med lokala hetvattennät matade från solfångarbatterier. I en framtid kan sådana anläggningar även tänkas bli kompletterade med elproduktion så att området blir självförsörjande med energi.

Inom nyexploateringsområden av ovan angiven karaktär planeras elsystemet och byggs ut för att klara den huvudsakliga energiförsörjningen. Inom äldre tätbebyggda områden och på landsbygden förstärks elnätet i samband med upprustning för att möjliggöra elvärmeinstallation och därmed ersätta individuella oljeeldade pannanläggningar. På så sätt torde behovet av andra energislag än el kunna minimeras inom dessa områden som prioriterats för utbyggnad med färre distributionssystem.

#### 8.5 Möjligheter att reducera antalet distributionssystem

För att vinna de fördelar med färre distributionssystem som skisserats är det väsentligt att frågan belyses i samband med den totala planeringen för förbättrad energihushållning inom kommunerna.

I förslaget till lag om kommunal energiplanering SOU 1976:55 (23) ålägges kommunerna skyldighet att i sin planering överväga lämpliga åtgärder för att begränsa energibehovet. Det skulle i detta sammanhang vara värdefullt för kommunerna att kunna styra tillhandahållande av olika former av energi inom skilda områden för att optimera utnyttjande av skilda energiformer i förhållande till tillgång och samtidigt begränsa behovet av olika distributionssystem.

I lagförslaget sägs också att samhällsintressen såsom miljövård, hushållning med mark m m skall beaktas. Detta talar ytterligare för att strävan bör vara att minska behovet av skilda energislag och därmed skilda distributionssystem. Kommunens möjligheter att idag styra energiförbrukningen till något bestämt energislag är starkt begränsade.

#### 8.6 Effekter av ändrad bebyggelsestruktur

Energiförbrukningens storlek och fördelning på olika energislag är avhängig av bebyggelsestrukturen. Sambandet mellan energiförbrukning och bebyggelsestruktur är komplicerat och beroende av många olika faktorer. Det saknas ännu modeller med vars hjälp energiförbrukningens beroende av bebyggelsestrukturen kan studeras. Med anledning härav har i studien inte gjorts några försök att kvantifiera eventuellt möjliga energibesparingar genom ändrad bebyggelsestruktur. För att öka kunskaperna inom detta område är det angeläget att energifrågorna behandlas vid varje form av samhällsplanering.

Den kvantifiering av förbättrad energihushållning som här gjorts baseras på olika utförda utredningar som applicerats på Gävles förhållanden. För att i möjligaste mån kompensera den osäkerhet och de fel denna metod medför har vissa beräkningar gjorts med två skilda värden för besparing. Därmed erhålles ett mått på hur stor inverkan på de totala besparingsmöjligheterna som variationer i enskilda delar har.

Av tekniska och ekonomiska skäl har antagits olika tidsperspektiv för olika åtgärder. I figur 36 redovisas en grafisk sammanställning av olika beräknade åtgärders besparingseffekt år 1981. I denna figur har inte inverkan av information och annan opinionspåverkan medtagits då resultatet därav är beroende av i vilken omfattning övriga åtgärder utföres. Förändringarna har förutsatts ske linjärt i tiden.

### 9.1 Åtgärder som kan vidtagas på kort sikt

#### 9.1.1 Minskat energibehov för uppvärmning

I princip kan åtgärder för att minska energibehovet för uppvärmning uppdelas i två grupper. Den ena inriktningen är att minska det direkta energibehovet genom t.ex. förbättrad reglering och förbättrad isolering. Den andra framkomliga vägen är att förbättra energiutnyttjandet vid omvandling från primärenergi till värme eller kraft.

Den åtgärd som snabbt och med god ekonomi kan ge energibesparing är i första hand förbättring av värmereglering samt tätning av fönster och dörrar. Energiförbrukningen år 1981 för uppvärmning av fastigheter inom Gävle kommun skulle därmed kunna sänkas till en nivå ca 10-15 % under 1975-års värde. Utöver en stor energibesparing medför åtgärden ett jämnare och behagligare inomhusklimat.

Kommunen kan medverka till bättre energihushållning inom uppvärmningssektorn dels genom att utföra förbättringar inom egna fastigheter dels genom att bevaka energifrågorna vid byggnadslovsgivning för nybyggen och ombyggnader. Kommunen borde kunna ansvara för viss panninspektion inom kommunen.

Staten kan påverka tidsperioden för åtgärders genomförande t.ex. genom bidrags- och lånemöjligheter. Olika åtgärders besparings-effekt kan styras genom de krav som ställes i normer och rekommendationer.

Förbättring av energiutnyttjandet vid omvandling till värme kan ske dels genom övergång från små panncentraler med stora förluster till stora centraler med lägre förluster, dels genom utnyttjande av spillvärme. För Gävles del är detta planerat genom att utbyggnad av fjärrvärme pågår och anslutning av fjärrvärmenetet skall ske till ett kraftvärmeverk år 1978. Övergång till stora panncentraler innebär betydande miljöfördelar i form av minskat buller och minskade olycksrisker genom färre och mer koncentrerade oljetransporter.

FIG 36 OLIKA ÅTGÄRDERS ENERGIBESPARING ÅR 1981

FIG 36

Beräknad energibesparing

GWh

250

200

150

100

50

Panntrimning

Temperaturreglering  
samt tätningIndividuell värme-  
mätningTilläggsisolering  
fönster samt tätning

Ny teknik


Avfall

Industri

Transporter

Fjärrvärme

 Högalternativ - Hög energibesparing

 Lågalternativ - Låg energibesparing -"-

De varierande energibesparingarna för vissa åtgärder beror på att beräkningarna är utförda för en **hög**- samt en **låg** energibesparing.

Genom de större centralernas bättre verkningsgrad och bättre möjligheter till rening erhålles mindre luftföroreningar.

Utnyttjande av spillvärme från t.ex. industriprocesser för uppvärmningsändamål innebär ett bättre utnyttjande av den primärt tillförda bränslemängden. Denna möjlighet bör givetvis utnyttjas där så är möjligt utan alltför stora investeringar. Främsta målsättningen måste dock vara att förbättra industriprocesserna så att förlusterna i form av spillvärme minimeras. Om alltför stora investeringar binds i spillvärmeutnyttjande kan följden bli kapitalförstörning då processen förbättras eller också kan en motvilja uppstå mot att söka förbättra processens energiutnyttjande.

Kommunen kan bidra till övergången till större värmecentraler genom att ställa erforderligt kapital till förfogande för utbyggnad av fjärrvärmenät. Kommunen kan även kontakta industrier inom kommunen för diskussion om utnyttjande av spillvärme. Staten kan stimulera exempelvis fjärrvärmeutbyggnad genom att öka kommunernas och industrins lånemöjligheter för inventeringar som medför bättre energihushållning.

#### 9.1.2 Andra möjliga hushållningsåtgärder

Med befintlig teknik synes besparingar kunna göras på flera olika områden både inom industri, transport, hushåll och handel. Utan direkt olägenhet för nyttjaren kan energiförbrukningen sänkas genom rätt apparatval, tidstyrningar m.m. Sammanställningen av det totala flödet visar dock att besparingar i offentlig miljö t.ex. släckning av gatu- och parkbelysning inte ger energibesparingar som uppväger olägenheter i form av ökade olycksfalls- och brottsrisker och försämrade förhållanden i övrigt för fotgängare då energiförbrukningen för gatu- och parkbelysning endast utgör ca 3 promille av totala förbrukningen år 1975. Belysningen för fotgängare måste också ses som sammanhängande med kollektivtrafiken. Om en ökning av antalet kollektivtrafikresor skall ske, vilket kan ge avsevärd energibesparing, måste gångtrafikanternas situation i olika avseende förbättras. En förbättring av belysningen är en väsentlig åtgärd i detta sammanhang.

Genom restriktioner och ransoneringsåtgärder kan energiförbrukningen reduceras. Förfarandet kräver dock omfattande administrativ kontroll och drabbar oftast förbrukarna orättvist. Långt drivna restriktioner kan inverka negativt på sysselsättningen. Höjda energipriser medför energibesparingar endast i den mån höjningen inte kompenseras i prissättningen. Ökade energipriser kan på olika sätt leda till sociala orättvisor varför samhälliga intäkts- och utgiftskalkyler bör göras innan restriktioner eller sparåtgärder sätts in.

Kommunen kan dels kontrollera egna anläggningars utrustning och drift dels svara för rådgivande information. Genom en väl utbyggd kollektiv trafik kan energiförbrukningen inom transportsektorn minskas. Staten kan via information och stimulansåtgärder påverka val av och användning av energiförbrukande apparater.

10.1 Några väsentliga frågor

Målsättningen om begränsning av energianvändningen och ökande energipriser innebär att insatser fordras för att minska energiförbrukningen genom besparings- och hushållningsåtgärder och för att öka utnyttjandegraden vid omvandling av primärenergien. För att få en snabb minskning av energiförbrukningen bör direkta insatser göras för att få högkvalitativ temperaturreglering för samtliga uppvärmda bostäder och lokaler. En sådan temperaturreglering ger även bättre inomhusklimat. Snabbaste resultatet torde erhållas med förbättrade bidrags- och lånemöjligheter.

Genom installation av värmepumpar i främst nyproducerade småhus kan lokala förnyelsebara energitillgångar utnyttjas och beroende av andra energiformer minskas.

För gruppbebyggelse eller annan koncentrerad bebyggelse vars geografiska läge ej medger anslutning till fjärrvärmesystem matade från kraftvärmeverk kan en satsning ske på hetvattendistribution i kombination med solfångaranläggningar. Vid denna typ av anläggningar finns möjligheter att ekonomiskt lösa årsackumulering av energi. Ökade resurser bör satsas på att utveckla standardanläggningar där solenergin utnyttjas för produktion av el och hetvatten.

Den lokala miljön förbättras i flera avseende om ledningsbunden energi kan utnyttjas. Som framgått av avsnitt 8.2 blir det speciellt fördelaktigt från störnings- och säkerhetssynpunkt att utnyttja enbart el. En angelägen målsättning är därför att öka elproduktionen både med konventionella metoder och genom att med ny teknik utnyttja sol, vind och vågor. Bland de fördelar som erhålles vid central elproduktion jämfört med energiproduktion i små lokala anläggningar kan nämnas enklare och mer lätt-skötta anläggningar hos förbrukarna, högre driftsäkerhet samt ökade valmöjligheter genom att produktionsanläggningarna kan drivas med olika former av primärenergi beroende på tillgång och teknisk utveckling.

Studien ger exempel på att stora vinster står att få i såväl produktions-, distributions- och konsumtionsleden. De på kort sikt största samhällsekonomiska vinsterna finns att hämta i konsumtionsledet. För konsumenten blir emellertid i det närliggande perspektivet vinsten så liten att stimulansåtgärder troligen fordras för genomförande av temperaturreglering och varmvattenmätning. På längre sikt kan besparingar göras inom produktions- och distributionsleden om teknisk utveckling och planering genomföres av näringsliv och samhälle.

## 10.2 Områden där teknisk forskning och utveckling kan leda till förbättrad energihushållning

Vid genomgång av det totala energiflödesschema som framtagits i studien har framkommit områden där utveckling är angelägen ur energihushållningssynpunkt. De flesta av dessa områden diskuteras fortlöpande och är väl kända när det gäller typ av problem. Bland dessa kan följande nämnas:

- Utveckling av nya och ändring av befintliga industriprocesser för att minska energiförbrukningen inom tillverkningsindustrin. Den samlade energiförbrukningen inom industrin är stor varför även begränsade insatser kan ge stora energibesparingar.
- Förbättrad isolerings- och tätningsteknik.
- Bättre metoder för energikalkylering. Vid tillåtlighetsbedömning av framtida anläggningsverksamhet eller produkttillverkning borde energikalkyler ingå i bedömningsunderlaget. Härigenom borde på sikt energikrävande projekt och produkter kunna ersättas med energisnålare.
- Utveckling av standardanläggningar för elproduktion med nyttjande av lågtempererad spillvärme.
- Energiutnyttjandet inom transportsektorn är lågt varför utveckling är ytterst önskvärd.
- Nuvarande värmepumpar har begränsningar som medför relativt låga värmefaktorer och som i vårt klimat innebär att tillsatsvärme erfordras från annat system. En utveckling av värmepumpen är således önskvärd så att den kan arbeta över större temperaturområden.

Områden som inte diskuterats lika mycket men som innefattar avsevärda besparingsmöjligheter är följande:

- För hushållsapparater bör en utveckling ske mot helt nya apparatkonstruktioner. Exempel på målsättningar för denna utveckling kan vara spisar med bättre isolering och specialutformade kok- och stekkärl för riktad värmeöverföring samt disk- och tvättmaskiner med förbättrad isolering.
- För att stimulera till högre energisparande inom hushållen borde utvecklas ett system för energideklaration av bl.a. hushållsapparater. Eventuellt kan en energideklaration samordnas med annan varudeklaration.
- Om de förnyelsebara energikällorna sol och vind skall kunna användas lokalt i stor omfattning erfordras utveckling av bättre ackumulatörer. En annan lösning kan vara att utveckla apparater för att omvandla dessa energislag i stora centrala enheter och därifrån distribuera ledningsbunden energi t.ex. el. Härigenom kan befintliga produktionsanläggningar utnyttjas för utjämning.

De frågor som behandlats i detta avsnitt kan i princip inte påverkas av kommunerna. Staten kan genom att ställa medel till förfogande för forskning och utveckling påverka genomförandet av olika projekt.

Om förslagna utvecklingsprojekt genomföres bör uppkomna sidos effekter i huvudsak bli av positiv karaktär. Det minskade energibehovet torde leda till positiva miljöförändringar och ökad trygghet i energiförsörjningen.

### 10.3 Tillämpning av studien

Energifrågor är aktuella och angelägna i många kommuner. Befintlig energistatistik är emellertid ofullständig och endast i undantagsfall kommunorienterad. Denna studie omfattar dels en kartläggning av totala energiflödet inom Gävle kommun år 1975 dels ett antal kalkyler för kvantifiering av energibesparing på kommunal nivå. I samband med kartläggningen av energiflödet utarbetades en metod för att med begränsad tids- och arbetsinsats kunna få en översiktlig bild av kommunens energiflöde. Metoden ger en grov bild av energiflödet, men resultatet torde ändå kunna nyttjas vid praktisk samhällsplanering. En exakt metod kräver med dagens ofullständiga energistatistik betydande insatser av personal och pengar. Vidare har utförts vissa kalkyler vars ändamål är att trots ofullständiga underlag kunna ge indikeringar om olika åtgärders effekter inom kommunen. Studien avser ej att ge direkta anvisningar i enskilda fall men använda metoder och kalkyler bör kunna ge ideér och uppslag under en övergångstid innan fullständig kommunorienterad energistatistik finns tillgänglig och därmed möjligheter till mer förfinade metoder för energiplanering.



## 11. PROJEKTETS ORGANISATION

Idén till den översiktliga studien över energianvändning och energihushållning har lämnats av professor Hans Fog Stockholm. Studien har finansierats med medel från BFR:s EPD verksamhet. Från BFR:s sida har projektet sorterat under en EPD kommitté med följande sammansättning.

Överingenjör Harry Bernhard BFR ordf.  
 Arkitekt Inge Frid Bostadsstyrelsen  
 Avd.dir Allan Wallin Statens Planverk  
 Direktör Karl Erik Tengroth Svenska Kommunförbundet  
 Civ.ing Arne Boysen BFR  
 Arkitekt Lars Engström Uhlin & Malm Ark.kontor sekr.

För samtliga EPD-projekt gällande kommunal energiplanering i Gävle har dessutom tillsatts en Gävle-kommitté med bl.a. lokala representanter

Kommunalrådet Sven Larsson Gävle ordf.  
 Direktör Karl Erik Tengroth Svenska Kommunförbundet  
 Prof. Nils Antoni SIB  
 Generaldir Sten Wickbom Statens Lantmäteriverk  
 Energiv.dir Bengt Landqvist Gävle  
 Stadsark. Erik Larsson Gävle  
 Arkitekt Gunnar Grantinger K-konsult  
 Civ.ing Sigvard Olsson K-konsult sekr.

Projektorganisation för delprojektet Översiktlig studie över energianvändning och energihushållning.

Projektledare: professor Hans Fog  
 Fog & Sahlin AB Stockholm

Bitr. projektledare: civ.ing Sven Inge Eriksson  
 Rejlers Ingenjörbyrå AB, Gävle

Till projektet har varit knuten en referensgrupp med följande sammansättning.

Direktör Karl Erik Tengroth	representerande	EPD-kommittén
Direktör Bengt Landqvist	"	Energiverken i Gävle
Ingenjör Stig Källgren	"	Gävle kommun och med anknytning till bostadsföretagen
Tekn.lic Gösta Carlestam	"	SIB
Ingenjör Arne Hedén	"	näringslivet i Gävle

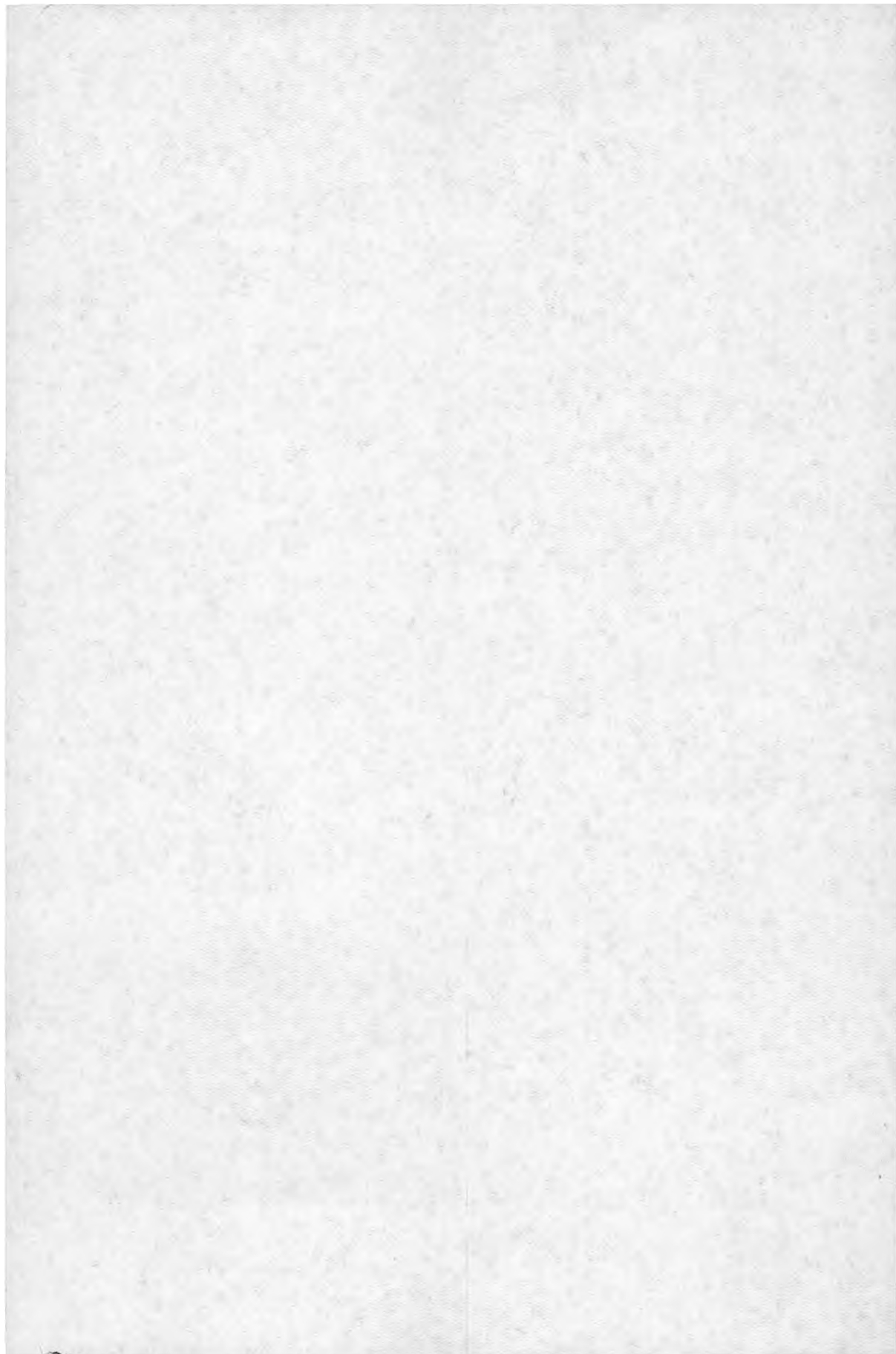
Insamling, sammanställning och analys av det totala energiflödet samt övrigt detaljarbete för studien har utförts på Rejlers Ingenjörbyrå AB, Gävlekontoret. Medarbetare där har varit  
 civ.ing. Torbjörn Fernström  
 ing. Göran Persson  
 ing. Kjell Smedberg  
 rit. Barbro Parck

## 12. LITTERATURHÄNVISNINGAR

1. Enligt prof. Bo Björkman KTH
2. Energiprognosutredningen DSI 1973:2
3. Byggnadstekniska och installationstekniska åtgärder för energibesparing i äldre byggnader - II  
Ingemar Höglund, Bengt Johnsson. Institutionen för Byggnadsteknik KTH
4. Exempel på tilläggsisolering  
Byggforum 4 - 74
5. EPD-Ekonomisk Panndrift  
Verksamheten 1975/76
6. Gratis värme ?  
Poul Hagens  
VVS 12 - 74
7. Värmebesparing med periodiska temperatursänkningar  
VVS 8 1975
8. Värmebesparing i flerfamiljshus  
VVS 8 1975
9. Några tekniska synpunkter på användandet av värmeflödesmätare  
Anders Hedlund
10. Effektivare energianvändning  
Ingenjörsvetenskapsakademien Meddelande 181
11. Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare  
Dirke L VVS 1112 1960
12. Värmepumpar  
Symposium i Stockholm 26-27 november 1974
13. Värmebehovsberäkning - basvärme  
Värmesymposium i Stockholm 3-5 mars 1969
14. Tätorternas och den tunga industrins energiförsörjning  
SIND 1976:3
15. Praktisk miljökunskap Luftmiljö  
Natur och Kultur
16. Luftförorening och luftvård  
Göran Persson
17. Förutsättningar för solvärmesystem i Sverige  
Tekniskt meddelande nr 62  
Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH

18. VVS nr 12/1975  
Staffan Engström
19. Lägesrapport från energiprognosutredningen  
DSI 1973:2
20. Energiplan för Uppsala kommun
21. Generalplanering i Linköpings kommun.  
Förslag till markdispositionsplan och kommunöversikt.  
Generalplaneberedningens publikation nr 5:1976.
22. Förstudie av energiförsörjningen i Stockholmstrakten.  
Stockholms läns landsting. Regionplanekontoret, rapport  
1976:2.
23. Kommunal energiplanering  
Betänkande av utredningen om kommunal energiplanering  
SOU 1976:55.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760589-8 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Reijlers Ingenjörbyrå AB/  
Hans Fog, Gävle**

**R66: 1977**

**ISBN 91-540-2737-3  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600666**

**Abonnemangsgrupp:  
X. Samhällsplanering**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 1403  
111 84 Stockholm  
Telefon 08-24 28 60**

**Cirkapris: 30 kronor + moms**