



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

R131:1984

Internationell jämförelse av bostädernas energiförbrukning

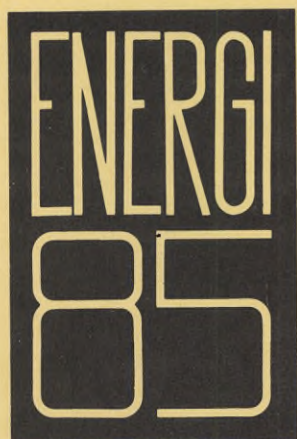
Lee Schipper

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *Se*

R
Alv



Byggeforskningsrådet

R131:1984

INTERNATIONELL JÄMFÖRELSE AV BOSTÄDERNAS
ENERGIFÖRBRUKNING

Lee Schipper

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
830751-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Lawrence Berkely laboratory, California,
USA.

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

R131:1984

ISBN 91-540-4200-3
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

Byggforskningsrådets förord.

Målet för energisparverksamheten i byggnader är enligt riksdagsbesluten 1978 och 1981 att under tioårsperioden 1978-88 minska energianvändningen i byggnader med ca 48 TWh/år brutto (Prop 1980/81:133). I besluten ingick att en utvärdering av verksamheten skulle ske 1985.

Bostadsdepartementet har uppdragit åt Statens råd för Byggnadsforskning, Statens Planverk, Bostadsstyrelsen och Statens institut för Byggnadsforskning att utarbeta material som kan ligga till grund för en omprövning av gällande riktlinjer för energisparverksamheten i byggnader m m.

Byggforskningsrådet har planerat och samordnat utvärderingsarbetet.

Ett antal expertgrupper har haft rådets uppdrag att ta fram underlag till utvärderingen. Gruppernas rapporter presenteras på baksidan av omslaget till denna rapport.

En styrgrupp har ansvarat för framtagning av nödvändiga underlag och genom seminarier och diskussioner följt expertgruppernas arbete och slutligen lagt synpunkter på deras resultat.

Dage Käberger, Gränges Aluminium och medlem av Byggforskningsrådets styrelse har varit ordförande i styrgruppen. Övriga deltagare har varit Enno Abel, CTH, Bo Adamson, LTH, Gunnar Franzén, ABV, Bengt Hidemark, KTH, Lars Ranäng, Göteborgs Bostads AB och Stefan Sandesten, KBS.

Utvärderingen skall belysa energisparpotentialen och faktiska spar-effekter i befintlig bebyggelse och hur stor del av denna som kan hänföras till byggnader som kan komma att värmas med fjärrvärme. Rådet har valt att lägga tyngdpunkten i utvärderingen vid att dels bestämma energianvändning och energistatus och dess förändring för bostäder och lokaler perioden 1978-1983, dels beräkna de återstående energisparmöjligheterna.

Utvärderingen bygger på kunskaper hämtade från ett stort antal forsknings- och utvecklingsprojekt. Såväl nya som befintliga byggnader har behandlats och stor tyngd har lagts vid teknisk utveckling och genomförandefrågor. Erfarenheter har också hämtats från Bostadsstyrelsen, Byggforskningsinstitutet och Planverket. Utvärderingen av energihushållningsverksamheten har samordnats med utvärderingen av Byggforskningsrådets forsknings-, utvecklings- och experimentverksamhet rörande ny energiteknik, solvärmeteknik, värmepumpar och energilager (Sol-85).

Denna rapport är en av de nämnda expertrapporterna, som bildar underlag till rapporten Energi-85-Bebyggelsens energianvändning (G26:84), som är den sammanfattning av resultaten från hela utvärderingsarbetet, som redovisas för regeringen 1984-08-01.

Stockholm i juli 1984
Byggforskningsrådet.

INNEHÅLL

	FÖRKORTNINGSLISTA	9
	FÖRORD	10
	SAMMANFATTNING med figurerna S1-S6	12
1	BOSTÄDERNAS ENERGIFÖRBRUKNING OCH DESS UTVECKLING	23
1.1	Problembeskrivning	23
1.2	Vad menas med energibesparing?	24
2	METODBESKRIVNING	26
2.1	Insamling av data	26
2.2	Viktiga faktorer som påverkar energiför- brukningen	26
2.2.1	Utvecklingen av hushållen och bostads- beståndet	26
2.2.2	Bränslesort och bränslebyte	27
2.2.3	Demografi (befolkningens sammansättning och förändring	28
2.3	Energiförbrukningens mönster	29
2.3.1	Förbrukningens åtgångstal och indikatorer	31
2.3.2	Klimat	32
2.4	Utvärdering	33
2.5	Datakällor och osäkerheter	33
	Referenser	37
3	ENERGIFÖRBRUKNING I SVENSKA BOSTÄDER 1960-1982	39
3.1	Inledning	39
3.2	Datakällor och säkerheter	39
3.3	Faktorer som har påverkat energiförbruk- ningen 1960-1982	41
3.3.1	Den svenska bostaden	42
3.3.2	Uppvärmningsstrukturen	43
3.4	Utvecklingen av energiförbrukning i Sverige 1960-1982	44
3.5	Närbild av besparingar sedan 1973	46
3.5.1	Energibesparing i småhus	46
3.5.2	Oljevärmda småhus	46
3.5.3	Elvärmda småhus	47
3.5.4	Fjärrvärmda småhus	48
3.5.5	Energibesparingsinvesteringar i småhus	49
3.5.6	Orsakerna till energinedgången i småhus	51
3.5.7	Energibesparing i flerfamiljshus	53
3.6	Beteendets roll	54
3.7	Slutsatser	56
	Referenser	58
	Tabell 3.1-3.9	60
	Figurförteckning	70
	Figurerna 3.1-3.12	71

4	INTERNATIONELL JÄMFÖRELSE AV ENERGIFÖRBRUK- NING I BOSTÄDER	83
4.1	Struktur	84
4.1.1	Bostäder	84
4.1.2	Bostadens typ och storlek	84
4.1.3	Boendetäthet	87
4.1.4	Klimat	88
4.1.5	Realinkomster	89
4.1.6	Energipriser	90
4.2	Uppvärmningsstrukturen	92
4.3	Energiförbrukningen	97
4.3.1	Andelarna el och olja av totalförbrukningen	98
4.3.2	Åtgångstalen	99
4.3.3	Rumsuppvärmning	101
4.3.4	Varmvatten	102
4.3.5	El- och gasapparater	103
4.4	Indikatorer	105
4.5	Nya bostäder	110
	Referenser	112
	Introduktion till tabellerna	114
	Tabell 4.1-4.24	115
	Figurförteckning	144
	Figurerna 4.1-4.6	145
5	SLUTSATSER	151
5.1	Hur mycket energi har Sverige sparat?	151
5.2	Varför har Sverige sparat/inte sparat?	153
5.3	Hur kan Sverige spara mer?	154
5.4	Viktiga forskningsuppdrag: hur mycket energi har Sverige sparat?	155
	Tabell 5.1	157
BILAGA: RESIDENTIAL ENERGY USE IN SWEDEN 1960-1982		158
A1	The Residential Energy Use Data Problem	158
A1.1	Existing Data: Sweden and Elsewhere	159
A2	Importance of Historical Analysis	160
A3	Residential Energy Consumption	161
A4	Study Method	163
A4.1	Structural and Demographic Factors	165
A4.2	Climate Dependence	166
A4.2.1	Distribution of Dwellings	167
A4.2.2	Yearly Variation in Climate	167
A4.3	Heating Systems	170
A4.4	Fuels	171
A4.5	Efficiency	172
A4.6	Behavior	174
A5	Data Sources	175
A5.1	Official Statistics	175
A5.1.1	Government Energy Statistics	175
A5.1.2	National Board of Industry	177
A5.1.3	Direct Surveys of Households	177

A5.2	Data from Energy Companies	178
A5.2.1	Oil and Heating Structure	178
A5.2.2	Gas	180
A5.2.3	Solid Fuels (including Wood)	180
A5.2.4	Electricity	181
A5.2.5	District Heating	182
A5.3	Government Commissions	183
A5.4	Published Surveys and Studies	184
A5.5	Electric Utilities	185
A5.6	Apartment Cooperatives	185
A6	Synthesis of Historical Data	186
A6.1	Housing Data 1960-1970	187
A6.2	Review of Heating Structure Data	188
A7	Energy Intensity and Use	194
A7.1	Development of Oil Use	195
A7.2	Development of Gas Use	198
A7.3	Development of Oil Use	199
A7.4	Development of Solid Fuel Use	200
A7.5	Development of Electricity Use	201
A7.6	Development of District Heating	203
A7.7	Summary of Fuel Consumption Data 1960-1982	203
A8	The major End-Uses of Energy in Sweden 1963-1982	203
A8.1	Domestic Hot Water	204
A8.2	Space Heating	206
A8.3	Cooking	209
A8.4	Electric Specific Appliances	209
A8.5	Vacation Homes	210
A9	Economic Factors	211
A9.1	Energy Prices	212
A9.2	Incomes	213
A9.3	Behavior	215
A10	Summary	216
	References	218
	Table 1-10	223
	Notes to year tables	236
	Residential energy use-Sweden	
	1963	237
	1965	238
	1970	239
	1972	240
	1975	241
	1978	242
	1980	243
	1981	244
	1982	245
	Figurer 1-8	246
	Derivation of Heating Structure and Energy Use 1978-1982	254
	Figures	269
	References	278

FÖRKORTNINGSLISTA

- CDL Centrala driftsledningen, numera Kraftsam
 CV centralvärme
- EFH Energistatistik för flerfamiljshus
 EL Energistatistik för lokaler
 ELAK Elanvändningskommitten - avser 1984 års byggnorm
 för hus med direktverkande el
 EO1 eldningsolja 1, 35,59 MJ/liter
 EO2-5 eldningsolja 2-5, 38,9 MJ/liter
 ESH Energistatistik för småhus
- FFH flerfamiljshus
 FJV fjärrvärme
- GD graddagar
 GJ giga joule = 10^9 (= ca 280 kWh)
- HEA Husållens energianvändning
 HSP högskoleprojektet
- kWh kilowattimme
 KJ kilo joule = 10^3 Joule
- L levererad energi
 LBL Lawrence Berkeley Laboratory
 LGC Lars-Göran Carlssons parallella utredning
- MFD flerfamiljshus (multi-family dwelling)
 MJ mega joule = 10^6 (3,6 MJ = 1 kWh)
- N nettoenergi
 NON-CV icke-centralvärme
- OECD Organization for European Economic Cooperation and
 Development
- P primär energi
 PJ peta joule = 10^{15} (= ca 0,3 tWh)
- SCB Statistiska centralbyrån
 SBN Svensk byggnorm (år 1967, -75, -80)
 SFD småhus (single-family dwelling)
 SIB Statens institut för byggforskning (Gävle)
 SIFO Svenska institutet för opinionsundersökningar
 SIND Statens Industriverk
 SMHI Statens meteorologiska och hydrografiska institut
 STEV Statens energiverk
- VV varmvatten
- ÖEF Överstyrelsen för ekonomiskt försvar

Förord

Denna skrift representerar LBLs (Lawrence Berkely Laboratory) avrapportering till BFR (Bygghörsrådet) om projektet "Internationell Jämförelse av Energiförbrukningen i Bostäder". Den är finansierad av BFR med information också från LBLs utredning om bostäder och energi som har pågått i fem år med stöd från USAs Energidepartement.

Vi återger alla våra grundtabeller i utredningen samt en del av figurerna. Valet av t ex valutakurser och energiredovisningssätt kan vara nya för den svenske läsaren. Författaren beklagar en del osäkerheter och oklarheter i texten, tabellerna och grammatiken och brister i underlaget. En del av 1982 års förbrukningsuppgifter från samtliga länder är fortfarande inte tillgängliga eller osäkra (t ex "El- och fjärrvärme-statistiken" i Sverige, som kom först den 1 mars 1984, Residential Energy Consumption Survey" i USA). Några värden, speciellt vad avser 1982, är provisoriska när detta skrivs i april 1984.

Utredningen består av fem kapitel plus en sammanfattning och en bilaga.

1. Inledning
2. Beskrivning av metod och bakgrund.
3. Kortfattad beskrivning av energiförbrukningen i bostäderna i Sverige baserad på LBLs egna beräkningar.
4. Internationell jämförelse av energiförbrukningen. Detta innehåller det viktigaste materialet från både LBLs utredningar om Sverige och studier i de övriga länderna.
5. Allmänna slutsatser.

Bilaga 1. En fullständig redovisning av LBLs beräkningar av den historiska utvecklingen av energiförbrukningen i svenska bostäder 1960 - 1982. Materialet presenterades för Energiforskningsnämnden vid ett seminarium i Stockholm i december 1982.

Kapitel 4 och 5 innehåller alltså material som bedömer Sveriges energibesparing i förhållande till andra länder och är kanske de viktigaste. Kapitel 3 och bilaga 1 upprepar material som författaren har presenterat i olika former i Sverige under flera år, dock uppdaterat och mer fullständigt. (För den som har ont om tid rekommenderar vi en granskning av kapitel 4 och 5.)

För att kunna underlätta jämförelsen av Sverige med övriga länder enligt det sätt LBL använder, presenterar vi många detaljer i kapitel 3 och bilaga 1 om Sverige och i kapitel 4 om övriga länder. Därför har vi redovi-

sat en del uppskattningar - såsom matlagnings- och varmvattensenergin - som inte vanligtvis uppvisas i Sverige. Läsaren ska emellertid inte ta det alltför allvarligt om de kvantitativa skillnaderna är mindre än 5%. Håll också i minnet osäkerheterna i en del förbrukningsuppgifter från Sverige 1978-1980 (i flerfamiljshus), om antalet lägenheter i Tyskland och Frankrike med olika uppvärmningsenergier och om den totala förbrukningen i Kanada och USA. Dock är det viktigaste slutsatserna baserade på skillnader som är större än osäkerheterna.

Projektet utfördes av Lee Schipper, Staff Scientist, Lawrence Berkely Laboratory. Steve Mayers, LBL, har bidragit med nya beräkningar av USAs och Kanadas uppgifter, medan Dave Eavens har jagat ekonomiska uppgifter åt projektet och utfört de grafiska bilderna.

LBLs projekt om bostädernas energiförbrukning fortsätter med djupare analyser av olika aspekter av förbrukningen. Författaren är därför mycket tacksam för skriftliga kommentarer, som kan sändas till honom vid Lawrence Berkeley Lab, Berkeley, Calif, USA 94720 (med flyg, tack).

Lee Schipper
Berkeley, California
15 april 1984

SAMMANFATTNING

INTERNATIONELL JÄMFÖRELSE AV ENERGIFÖRBRUKNINGEN I BOSTÄDER

Sverige extremt

Sverige under 70-talet har uplevt de mest extrema förhållandet vad avser energi i bostäder:

- högst oljeandel i förbrukningsmönstret 1970 som sjönk radikalt fram till 1982. Högst elandel 1982
- högst vedandel 1982 (och 1970)
- medelstor minskning av den totala energiåtgången (brutto- eller nettoenergi per bostad)
- näst kallaste klimatet
- mest effektiva uppvärmningen
- högst komfortstandard inomhus
- störst satsning av offentliga resurser för att minska energiförbrukningen.

Utredningens syfte och uppläggnig

Utredningen tog fram hittills opublicerade uppgifter för att kartlägga den faktiska energiförbrukningen i Sveriges bostäder och jämförde resultatet med liknande material insamlade under flera år från Danmark, Frankrike, Kanada, (Väst)Tyskland och USA. Studieperioden var 1970-1982. Data om bostäder, utrustning, demografi, klimat, inkomster, priser och själva förbrukningen beräknat efter bränsle och ändamål ingick i studien.

Energiförbrukningen och energiåtgången

- Sverige hade (och har fortfarande) den högsta standarden på inomhuskomfort i OECD. Ökningen av energiförbrukningen i Sverige fram till 1972 (oavsett om man mäter brutto (levererad), netto eller primärenergi) har varit mindre än standardökningen, d v s Sveriges bostäder har blivit bättre ur energisynpunkt under hela 60- och 70-talen. Trenden accelererade efter 1972.

Total bruttoenergiförbrukning (inklusive ved) eller levererad energi ökade 3,8% per år mellan 1960 och 1972 medan netto- eller primärenergin ökade ännu snabbare. Ökningen av primärenergi sedan 1972 har bara varit marginell, medan levererad eller nettoenergi sjunkit avsevärt. I Kanada, Danmark, Frankrike och Tyskland hade ökningen före 1972 varit snabbare än i Sverige, medan sänkningen varit snabbare i Danmark. Nettoenergiförbrukningen har varit nästan konstant, medan

primärenergiförbrukningen ökat 1,2% per år, ungefär genomsnittligt för alla länderna i studien. Totalförbrukningens utveckling, som var själva basen för riksdagens energipolitiska beslut 1975, användes dock inte i denna utredning för att mäta energibesparing.

Bruttoenergianvändning per bostad 1970-1982 i sex länder visas i fig S.1. Om man i stället mäter per bostad eller per capita har ökningen av energiförbrukningen varit mycket mindre fram till 1972 och sjunkit därefter. Mätt per kvadratmeter har ökningen varit ännu mindre och minskningen större. Det ökade antalet bostäder och deras storlek förklarar alltså den viktigaste delen av ökningen av energiförbrukningen fram till 1972.

Minskningen i Sverige har varit medelmåttlig. Minskning resp ökning i brutto eller netto resp primär energi per bostad har inte varit radikal. Detta förklaras av att bostadsbeståndet och dess uppvärmda bostadsyta ökat. Innehavet av hushållsapparater och installationer har också ökat liksom antalet bostäder per capita. Den minskade åtgången förklarar mest av reducerad energianvändning per bostad för värme och varmvatten, i väsentligt mindre utsträckning den något mindre hemmavaron och boendetätheten, rivning av äldre bostäder samt expansion i det yngre bostadsbeståndet. Cirka 85% av minskningen kan kallas för energi-
besparing.

Energibesparing

- Sveriges bostäder har haft en sänkning på 19% (levererad energi per bostad) 1972-1982, 0% i primär energi och 12% i nettoenergi (fig S.2). Tar man hänsyn till den större bostadsytan 1982, den större andelen småhus och den högre täckningen av elapparater, är de uppnådda besparingarna något större.

Minskningen i nettoenergiförbrukning för uppvärmning, exklusive varmvatten (fig S.3), är märkbar i samtliga länder. Att nedgången har varit minst beror på den goda standarden 1972 samt tillgång till billig el och ved. Minskningen av åtgången för uppvärmning med centralvärme i bostäder i andra länder har varit avsevärt större än i Sverige. Detta förklaras av att svenska bostäder före oljekrisen hade en mycket bättre teknisk och termisk standard än bostäder i andra länder. Samtidigt har standardhöjningen i andra länder varit större än i Sverige (p g a deras lägre standard 1972 vad beträffar centralvärme, varmvatten och elapparater), vilket har utjämnat en större del av den faktiska minskningen av energiåtgången i bostäder i dessa länder.

Nedgången i Sverige beror mest på tekniska åtgärder. I de andra länderna har förbrukningen sjunkit så pass snabbt 1979-1980 att orsaken främst måste anses vara i första hand ändrat beteende. Minskningen av åtgången i

svenska oljevärmda bostäder under perioden 1975-78 trots stabila oljepriser bör uppmärksammas. Oljevärmda bostäder i Danmark, Frankrike och Tyskland upplevde en uppgång under perioden.

Total besparing per lägenhet, mätt som skillnad mellan 1981 och 1982 års teoretiska förbrukning (1972 års utgång justerad uppåt för den fysiska standardökningen fram till 1981 eller 1982) är cirka 25% (netto) i Sverige, genomsnittet för fem länder (fig S.4). Prishöjningarna i Sverige har inte varit lika höga (sagt för alla bränslen) som i andra länder i Europa p g a det låga elpriset. Med hänsyn till den goda standarden i Sverige bedöms denna nivå som mycket bra.

Uppvärmningsstruktur och bränslemönster

Uppvärmningsstrukturen i Sverige har ändrats konstant under perioden, först från fasta bränslen till olja (och fjärrvärme) - den högsta oljeandelen - och sedan också el, sedan bort från olja över till el, ved och fjärrvärme. Sveriges bostäder har visat sig vara mycket flexibla på kort sikt vad beträffar uppvärmningssystem. Reduktionen i oljeanvändning i Sveriges bostäder - bortsett från ökad användning av oljebaserad fjärrvärme - har varit imponerande. Antalet småhus som enbart använder olje har sjunkit från cirka 800 000 år 1975 till drygt 400 000 år 1982, med en väsentligt lägre åtgång. Andelen elvärmda villor steg från ungefär 350 000 till 700 000 under samma period.

Oljans direkta andel av totalförbrukningen i Sverige reducerades från 71% (fig S.5) till 42% (fig S.6) mellan 1970 och 1982, men en del av denna reduktion beror på ökad användning av fjärrvärme. Av reduktionen beror cirka en tredjedel på den reducerade åtgången och resten på bränslebyte, främst till el och fjärrvärme men även till ved. Andra länder har haft blandad succé med bränslebyten och oljereducering. Tyskland har minskat sin oljeandel minst från 52% till 47%, medan USA har minskat från 26% till 15%. Elandelen i förbrukningsmönstret är högst i Sverige (tillsammans med Kanada). Den höga andelen i Sverige beror på den höga användningen för uppvärmning och det låga priset, lägst efter Kanada.

Styrmedel och energisparprogrammet

Sparprogrammet i Sverige har säkerligen påverkat förbrukningen nedåt, men vi tror att högre energipriser, främst på oljan, har givit den största sparken till småhusens hushåll. Andelen småhus där energisparåtgärder har vidtagits är ganska stor internationellt sett - 60% - men endast hälften har skett med direkt stöd från sparprogrammet. Sparprogrammet bedöms ha haft större betydelse för flerfamiljshusen. Men även i småhus kan sparprogrammet vara en förklaring till den höga andelen åtgärdade hus. Andra länder (USA, Kanada, Tyskland, Frankrike) har haft mindre ambi-

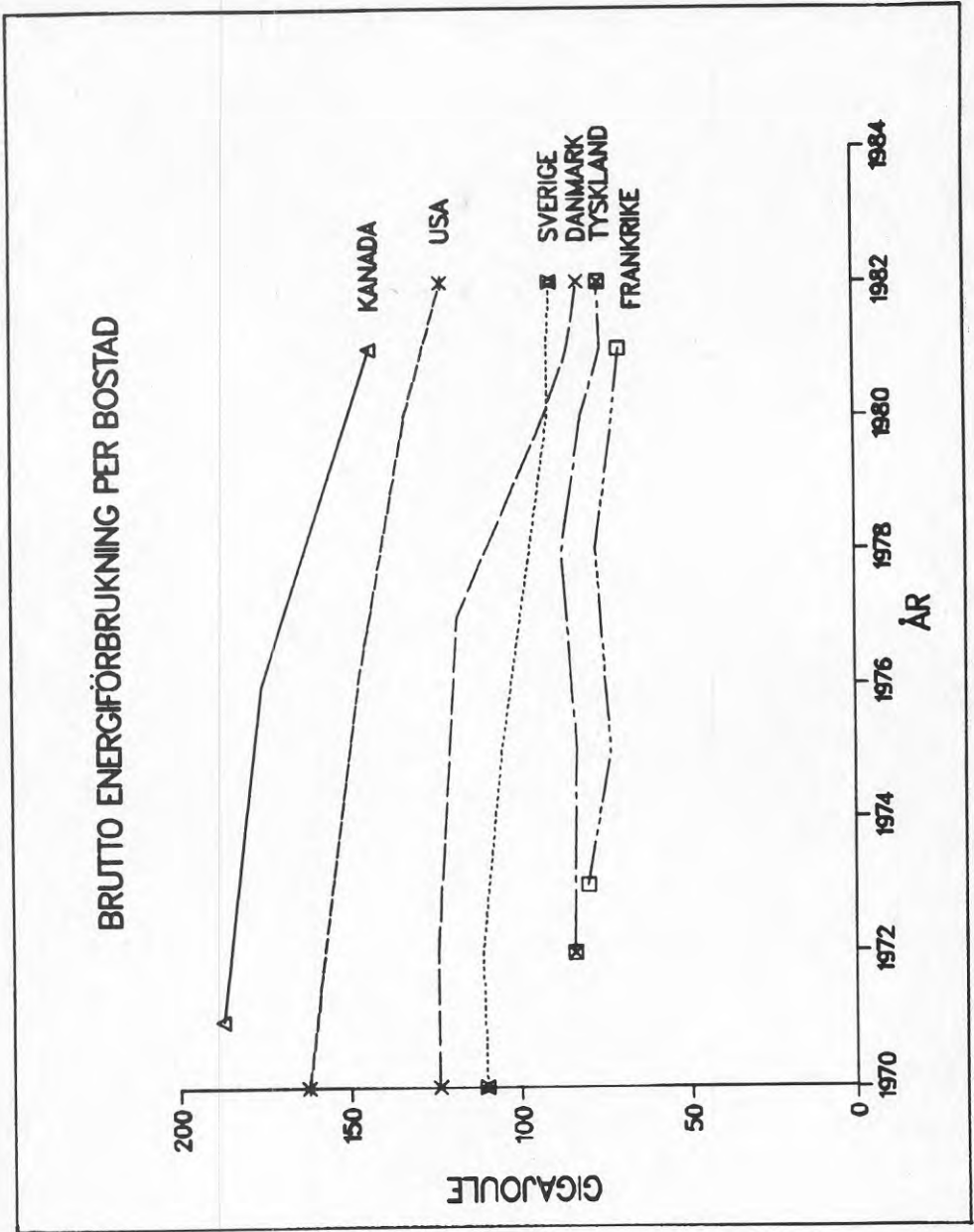
tioner, mätt i statliga utgifter, och endast Danmarks program är lika omfattande som Sveriges.

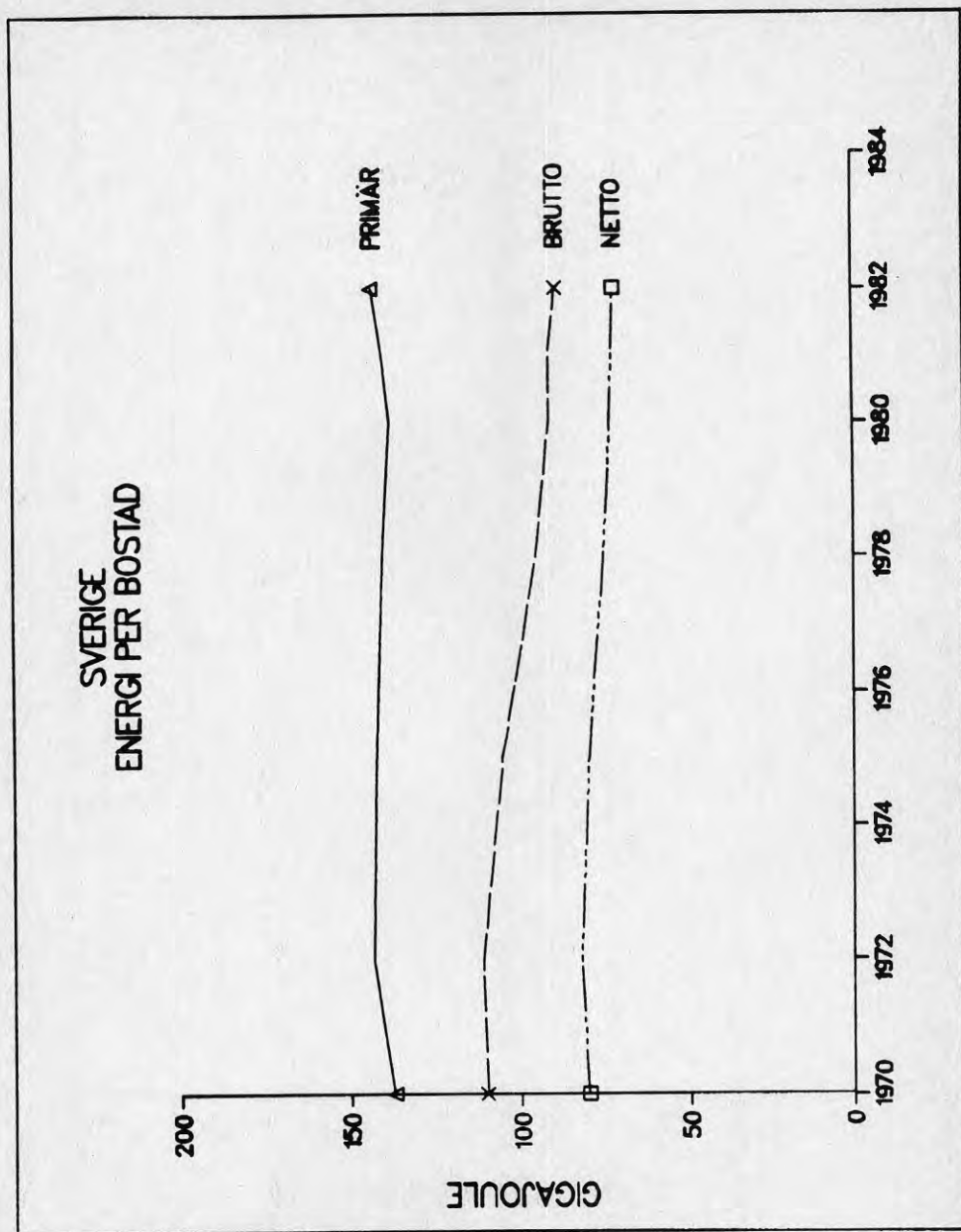
Inverkan av nya, energisnåla bostäder i Sverige på förbrukningsmönstret har varit stor på småhussidan, där cirka 15% av 1982 års bestånd har byggts sedan 1973. De har en något lägre förbrukning än kvarvarande bestånd byggt före 1971, men skillnaden är inte så stor på förbättringar som har gjorts i de äldre byggnaderna sedan 1973. I andra länder har nya bostäder, byggda sent på 70-talet, varit avsevärt bättre än tidigare bostäder men kontinentala Europa och USA ligger fortfarande långt bakom Sverige vad beträffar tekniska krav. Byggnormen i Sverige bedöms vara mindre för- cerande än i övriga Europa och Nordamerika, tack vare Sveriges unika bostadsbelåningssystem, som täcker även energibesparingsåtgärder i nya hus.

Det är svårt att isolera eller uppskatta effekten av styrmedel och energisparprogram, även med den relativt goda databas vi har utvecklat för Sverige och andra länder. Vi tror att prisstimulanser har blivit förstärkta av sparprogram (energispårstöd och information) och bostadsbelåningssystem - och tvärtom. Forskningsinsatsen i Sverige lär vara den högsta bland de studerade länderna, vilket underlättade den snabba reaktionen både hos allmänheten och i byggnads- och installationsindustrin.

FIGURFÖRTECKNING/LIST OF FIGURES

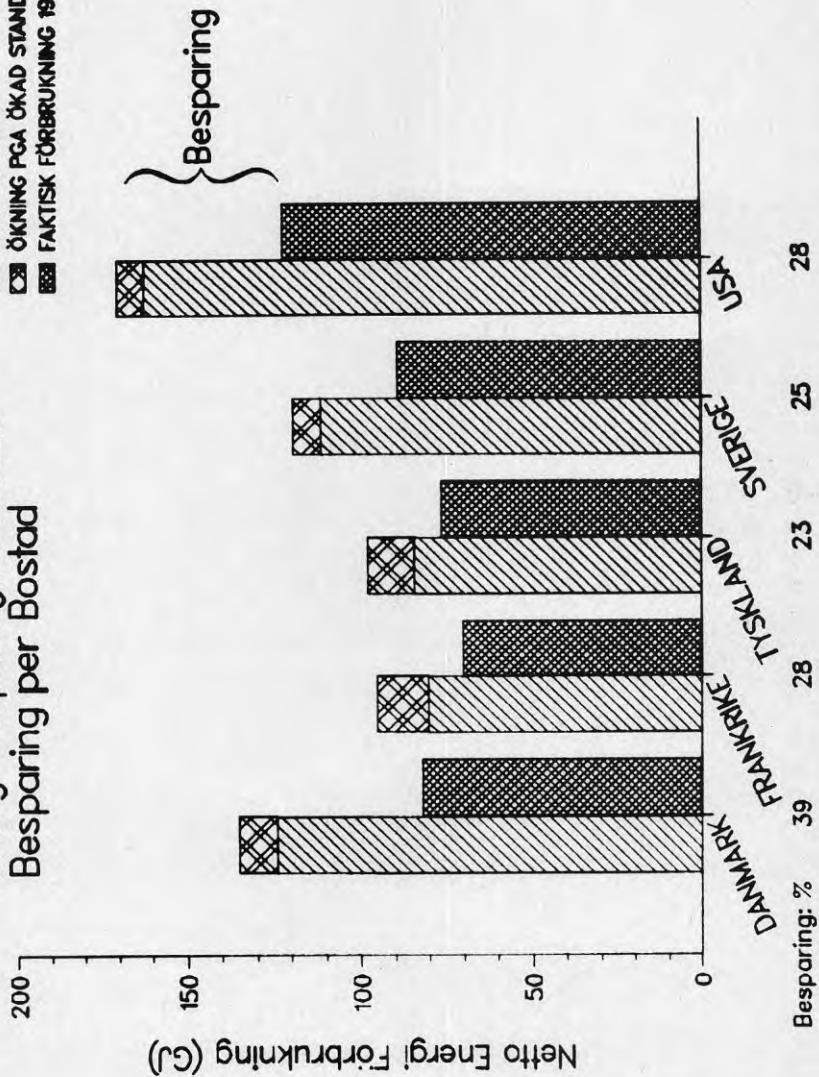
- S1 Bruttoenergiförbrukning per bostad. (Delivered Energy per Dwelling)
- S2 Sverige: energi per bostad. Primär, brutto och netto. (Primary, Delivered, and Useful Energy/Dwelling.)
- S3 Rumsuppvärmning (sex länder, netto). Kilojoule per graddag per kvadratmeter, alla bränslen och lägenheter. (Useful Energy/Dwelling for Heating, Six Countries.)
- S4 Energibesparing i bostäder. Besparing (netto) per bostad, gigajoule. (Energy conservation, per Dwelling.) "Ökad standard" i första stapeln visar ett schablonbelopp för ökning av 1972 års specifika förbrukning som motsvarar den ökade standarden 1981-82 jämfört med 1972. Andra stapeln visar den faktiska förbrukningen 1981-82. Besparingen i procent anges nedan.
- S5 Levererade (brutto) energiandelar till bostäder 1970-73. (Energy Shares 1970-73.)
- S6 Energiandelar 1981-82. (Energy Shares 1981-82.)



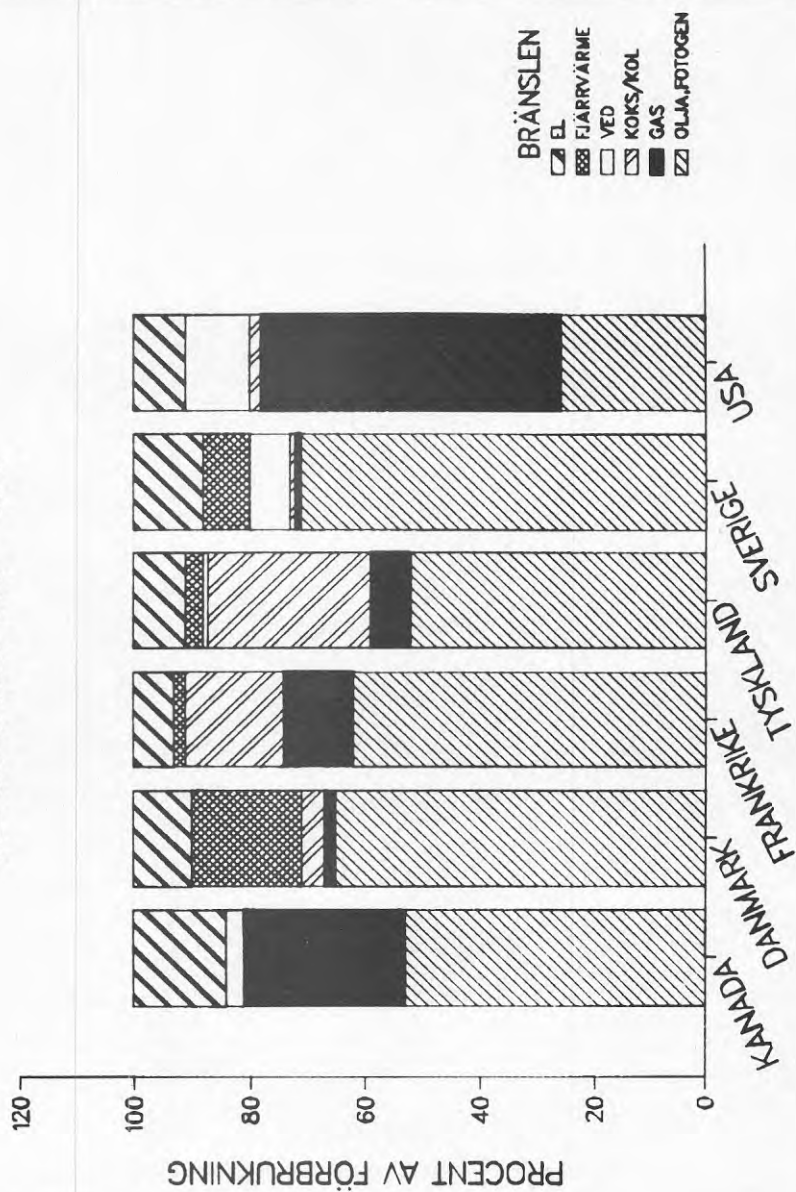


Energi Besparing i Bostäder Besparing per Bostad

- ▨ 1970-1973 NIVÅ
- ▤ ÖKNING PÅ ÖKAD STANDARD
- ▩ FAKTISK FÖRBRUKNING 1981/82



LEVERERADE (BRUTTO)
ENERGI-ANDELAR
TILL BOSTÄDER 1970 - 1973



LEVERERADE (BRUTTO)
ENERGI-ANDELAR
TILL BOSTÄDER 1981 - 1982



1 BOSTÄDERNAS ENERGIFÖRBRUKNING OCH DESS UTVECKLING

1.1 Problembeskrivning

I den här utredningen presenterar vi en analys av energibesparingen i svenska bostäder med referens till erfarenheter i andra länder. I denna jämförelse kan vi konstatera att det finns mycket som talar för att Sverige är unikt bland OECD-länderna. Sverige hade den högsta uppvärmningsstandarden inomhus före oljekrisen (och har fortfarande), en hög oljeanvändning före 1973 och en hög och växande elanvändning under åren där- efter, ett snabbt byte till ved och multibränslean- vändning samt en snabb ökning av fjärrvärmens. Allt detta har lett till en anmärkningsvärd minskning av oljeanvändningen och en minskad användning av energi. Sverige hade redan före oljekrisen, och har fort- farande, de mest energisnåla bostäderna och en mycket hög teknisk uppvärmningsstandard, men - paradoxalt nog - ett "icke-sparsamt" beteende.

Vi behandlar också en hel del frågor omkring hur mycket energi som har sparats i Sverige och andra länder. Hur stor besparing skulle kunna ha "förväntats"? Vilka fak- torer har bidragit till ändringar i förbrukningen? I nedgången av åtgångstal? Till besparingen? Vilka fak- torer har orsakat besparingen? Hur ser den svenska erfarenheten ut jämfört med andra länder? Hur osäkra är våra bedömningar? Vilken vidare forskning, information och uppföljning av energibesparingstakten kan belysa osäkerheterna?

Detta problem - utvärderingen av energiförbrukningsut-
vecklingen - består av flera steg.

- Beskrivning av utgångsläget (uppskattning av energiförbrukningen före och efter 1973.
- Kartläggning av faktorerna som har förändrat och som kan tänkas ha förändrat förbrukningen.
- Definition av "energibesparing".
- Nedbrytning till delkomponenter av förändringar i förbrukningen, så att "energibesparingen" blir belyst och mätt.
- Jämförelse med resultaten från andra länder.
- Möjlig nedbrytning av "energibesparingen" i tekniska komponenter resp beteendekomponenter, samt permanenta resp tillfälliga, kort- och långsiktiga komponenter.
- Uppskattning av olika stimulansfaktorers roll i de ovan nämnda ändringarna, speciellt priser, inkomster och styrmedel.

I denna utredning behandlar vi alla steg utom de två sista. För den internationella jämförelsen använder vi vår statistik om USA (US), Kanada (CA), Frankrike (FR), Västtyskland (DE) och Danmark (DK). Den statistik vi har byggt upp för Sverige beskrivs närmare i bilaga 1 och en parallell analys har utförts av Lars-Göran Carlsson (LGC)¹⁾.

Vi har lagt stor vikt vid att göra en rimlig jämförelse av åtgången i indikatorerna 1982 kontra 1972. I denna summering vill vi påminna om att den fysiska standarden i dag är väsentligt högre än den var 1970. Flera hushållsapparater slukar mer energi, 8% högre andel bostäder har centralvärme, 10% fler har varmvatten. Det betyder att en del av energibesparingen hela tiden har "tagits ut" i högre standard. Vi anser inte att denna standardhöjning strider mot energibesparingsens huvudmål, att reducera kostnaden för använd energi. Det är emellertid svårt att beräkna hur mycket energi "som skulle ha använts om inte energikrisen hade inträffat", men schablonmässigt går det att uppskatta påverkan av den högre standarden.

1.2 Vad menas med energibesparing?

Energibesparing är en avsiktlig reduktion av energiförbrukningen.²⁾ Vi menar att man sparar energi för att reducera den totala kostnaden för att utnyttja energins tjänster, dvs få värme, varmvatten etc billigare. I regel betyder "kostnader" privata kostnader, även om vissa grupper eller samhället i stort kan försöka att även minska kollektiva, sociala eller så kallade externella kostnader. * Det finns många faktorer som försvårar vår analys, faktorer som ibland kan rensas bort. Dessa inkluderar energiartens brist på homogenitet, bränslebyten och demografiska faktorer som har ändrat energiförbrukningen, som t ex hur man utnyttjar sitt hus. Vi tar upp dessa faktorer nedan.

Prisökningarna för energi är också viktiga. Den relativa reduktionen i energiförbrukning för olika ändamål bör bedömas mot den faktiska ändringen av energipriset. Att man sedan 1973 har sparat mindre i Kanada än i Sverige kan mycket bero på prisläget. Att man kan ha haft en reaktion i elvärmda hus i Sverige, en annan reaktion i oljevärmda, kan bero på olika prisutvecklingar. Besparingen måste alltså bedömas mot prisutvecklingen och byggnaders och apparaters fysiska tillstånd.

* Vi till inte bedöma vilken andel av befolkningen som endast spar energi för samhällets skull, vilken som endast spar för privat vinst. Vi vill dock påpeka att energibesparingen som sådan inte är något ändamål.

Anmärkningar, förkortningar och definitioner

1. Denna utredning görs parallellt med Lars-Göran Carlssons arbete, VVS Tekniska Föreningen och Statens Energiverk. Vi hänvisar läsaren till LGCs arbete för många värdefulla synpunkter samt definitioner och andra fakta som är viktiga för en rimlig bedömning av energibesparing i svenska byggnader. Inte minst bör nämnas att denna utredning också behandlar lokaler och andra icke-bostadsbyggnader som ingår i den så kallade "övriga sektorn". Samtidigt stämmer de flesta uppgifter om bostädernas energiförbrukning från samma svenska datakällor som har använts här. I vissa fall finner läsaren "LGC" som hänvisning till dennes arbete.

2. Vissa förkortningar används i texten, se Förkortningslista. Med brutto eller levererad energi avses all energi tillförd en bostad inklusive förluster vid förbränning av bränslen och distribution av värme eller varmvatten i husets system. Med nettoenergi ("useful" eller "net energy") menas nyttig energi tillförd rummen, varmvatten, mat samt all el i elapparater. Olja, fotogen och gas räknas ha 66% verkningsgrad, fasta bränslen 55%, el och fjärrvärme 100%. (Observera vissa avvikelser från LGCs formulering.) Med primärenergi avses bruttoenergi samt schablonpålägg (1,89x för el, 0,33x för fjärrvärme) för alstring av el eller fjärrvärme i produktionsledet.

2 METODBESKRIVNING

Denna utredning bygger på en rad studier som har pågått vid LBL och VVS Tekniska Föreningen under sex år. Dokumentationen av de olika ländernas energiförbrukning ligger i olika LBL-publikationer som nämns i litteraturförteckningen. I bilaga 1 (på engelska) finns en fullständig redovisning av våra datakällor, antagande, beräkningar och uppskattningar för Sverige. Vi återger här en kortfattad beskrivning av metoden vad beträffar Sverige.

2.1 Insamling av data

Data om Sverige samlade vi under flera år från SCB, Statens Vattenfallsverk och CDL, oljeföretag och gasverk, SIFO, olika svenska myndigheter samt från en del svenska publikationer utgivna av SCB, Statens Planverk etc. Vi vill understryka att utredningen mest bygger på publicerade data och uppgifter vad beträffar åren t o m 1976 då SCB drog igång en mycket omfattande mätning av energiförbrukningen. Flera oljeföretag har vid olika tillfällen bidragit med egna uppskattningar av oljeförbrukning i småhus och även de stora gasverken har sânt in egen statistik över förbrukning. Uppgifter om energipriser, nationalräkenskaper, bostads- och hushållssammansättningar har vi hämtat från SCB.

Det fanns dock i stort sett ingen officiell och publicerad information om strukturen på uppvärmnings-, varmvatten-, matlagings- eller hushållsapparater förrän sent på 70-talet. Inte heller fann vi information om den faktiska förbrukningen av de viktigaste bränslena och fjärrvärmen. Elstatistiken hade vissa brister som gjorde det rent av svårt att använda materialet. Tyvärr finns det också luckor och brister i materialet. Allt detta betyder att vårt resultat, som bygger på olika uppgifter oftast hämtat från energiföretag, bör tolkas försiktigt. Samtidigt ska vi påpeka att materialet egentligen är det enda som existerar på riksnivå. Där vi har tolkat, uppskattat (gjort sk kvalificerade gissningar), helt gissat, eller blandat statistik med välutförda mätningar som dock inte alltid kan tillämpas på hela populationen, påpekar vi detta. För andra länder har situationen varit varierande. Detaljerna finns i våra individuella rapporter.³⁾

2.2 Viktiga faktorer som påverkar energiförbrukningen

2.2.1 Utvecklingen av hushållen och bostadsbeståndet

För att följa bostadsbeståndets utveckling analyserar vi varje lands folk- och bostadsräkningar beträffande lägenheternas storlek, boendetätheten och i viss utsträckning bostädernas fysiska egenskaper såsom utrustning, ålder och byggmaterial. Vi delar in uppvärmningssystemen i centralvärme (CV) och

icke-centralvärme (NON-CV) och pekar på system som producerar varmvatten (VV) tillsammans med värme. Vi har också klarlagt skillnader i uppvärmningssystemen i nya hus.

I en icke oväsentlig del av bostadsbeståndet har man bytt bränsle i existerande system eller bytt system sedan 1973. Bytet har ändrat beståndet av hus (eller värmesystem) som använder en viss typ av bränsle. Samtidigt har nybyggnation, rivningar och i mindre mån moderniseringar och tillbyggnader gjort att bostadsbeståndet har ändrats i många avseenden vilket påverkar energibehovet och energiförbrukningen. I den mån dessa faktorer inflytande på förbrukningen kan separeras, bör detta beskrivas. En del av dessa ändringar har alltid ägt rum och kan ändra förbrukningen på samma sätt som energibesparande åtgärder, dock av andra skäl. De ska möjligen identifieras och separeras från den accelerering som besparingen har medfört.

2.2.2 Bränslesort och bränslebyte

I denna utredning räknar vi först varje bränslesort och dess användning för sig. I summeringen över bränsleslag och användningsområden analyserar vi samtidigt tre mått på förbrukad energi: levererad eller bruttoenergi ("delivered, end-use, site energy", d v s all köpt energi samt ved) räknat vid "husets vägg". Nettoenergi (useful energy) är levererad energi minus omvandlings- och en del distributionsförluster i själva huset. Omvandlingsfaktorn är 66% för gas och flytande bränslen, 55% för fasta bränslen och 100% för elektricitet och fjärrvärme. (I några enstaka fall används 92% för dessa typer, se LGC.) Slutligen använder vi också primär energi (primary energy) som består av levererad energi samt vissa schabloner för energi-insatser i el- och fjärrvärmesystem för att framställa dessa två energiformer. * Primär energi mäter samhällets belastning av energin och i viss mån också kostnaderna för energin. Vi väljer samma koefficienter för samtliga länder och år, 34,6% effektivitet på el (eller 2,89 omvänt) och 75% på fjärrvärme.

I den utsträckning man törs summera olika energislag för att tala om total energiförbrukning för uppvärmning (och varmvatten) eller för hushållsändamål, kan man beskriva hur hela beståndet har "sparat" energi. Total levererad energi ger ett mått på hur mycket energi som används i dag totalt per capita eller per bostad, gentemot tidigare år. Nettoenergin tillåter denna förenklade summering utan den skevhet som uppstår med ökad insats av el och fjärrvärme, nämligen en synbar minskning av energiåtgången om man använder den levererade energin, eller en ökning av energiåtgången

* Här bortser vi från omvandlings- och distributionsförluster som uppstår vid stadsgas och oljeprodukter eftersom dessa förluster utgör en väsentligt mindre andel av produktens energiinnehåll än vad som är fallet för el- och fjärrvärme.

om man mäter den primära energin. Dessa vridningar uppstår på olika sätt att räkna bort eller med omvandlings- (förbrännings-) förluster. Omvandling från levererad energi till nettoenergi medför å andra sidan osäkerheter, eftersom vi aldrig riktigt har mätt nettoenergin. Dessutom har dessa omvandlingsförluster säkerligen ändrats under de senaste 12 åren med nya panntyper eller bättre skötsel, men samtidigt även "försämrats" med övergången från direkt el till vattenburen el. Slutligen är det sannolikt att dessa förluster är olika i olika länder. Vi har inte räknat med dessa förändringar, som vi dock tror är små. Vi anger alltid våra omvandlingskoefficienter så att läsaren kan räkna om till andra värden.

Bränslebytet är i dag viktigt i Sverige på grund av subventioner till vissa kategorier av bränslebyte. Speciellt anslutning till fjärrvärme eller anskaffning av apparater som ger möjlighet att elda med olika bränslen. Där det är möjligt visar vi om bränslebytet har påverkat energiförbrukningsmönstret.

Emellertid menar vi inte energibesparing när vi talar om bränslebyte, även om bytet har reducerat kostnaderna. Det är svårt att jämföra olja och el. En övergång från det ena till det andra betyder en energibesparing, eftersom statistiken i Sverige vanligtvis bokför el utan hänsyn till förluster i alstringskedjan (i kraftverk och distributionssystem, d v s primärenergi-insatser). Samma problem påverkar utvärderingen av "besparingar" som man får med en blandning av bränsle och el, eller med en övergång från förbränning i egen panna till köp av varmvatten främst från fjärrvärmeverk. Vi anser att våra grova justeringar till primär- och nettoenergi ger en riktig bild av utvecklingen utan att vi behöver mäta eller uppskatta omvandlingskoefficienter i detalj.

2.2.3 Demografi (befolkningens sammansättning och förändring)

Det finns faktorer som påverkar energiförbrukningen och dess indikatorer som vi inte har räknat med i begreppet energibesparing. En faktor är demografin, speciellt boendetäthet och befolkningens åldersstruktur. Boendetätheten påverkar energiförbrukningen per lägenhet, speciellt beträffande varmvatten, men också för andra energitjänster. En minskad boendetäthet kan leda till minskad energiförbrukning per lägenhet, dock inte alltid per capita, eftersom mindre boendetäthet - omvänt - betyder mer vägg-, golv- och takytor per capita och även fler apparater per capita. Utglesning av folk och familjer är för det mesta oberoende av energi, men också beroende av sociala faktorer och inkomstutvecklingen. Vi försöker dock uppskatta effekten av minskad boendetäthet på förbrukningen.

En annan viktig faktor är hur bostäderna utnyttjas. Folk är borta från sina bostäder mer än förr, vilket framkommer när man ser konsumtionen av hotell-, rese- och restaurangtjänster. Dessutom finns fler gifta par där båda förvärvsarbetar. Barnen får en hel del måltider på daghem eller i skolan. Förskjutningen av matlagningen bort från bostaden påverkar uppenbarligen energiåtgången för matlagning men endast i liten grad den totala energiförbrukningen. En del av varmvattensförbrukningen kan också förskjutas till andra byggnader med något större inverkan på hushållens registrerade förbrukning, t ex duschning på arbetet. Möjligheten att lämna bostaden tom under dagen tillåter att temperaturen sänks. Vi vet dock inte hur stor procent av dem som lämnar bostaden också sänker temperaturen, antingen manuellt eller automatiskt. Vid längre bortovaro stänger man säkert av många energislukande apparater. Även om lägenheterna i flerfamiljshus värms av grannlägenheterna så spar man säkert något i alla fall.

En del av energiförbrukningen vid frånvaro kan ha överskjutits till fritidsbostäder. Vi har noterat elförbrukningen i denna sektor men inte gjort någon inventering av den totala förbrukningen. Eftersom fritidsbostäder huvudsakligen inte används under de kallaste årstiderna tror vi inte att den starka ökningen av fritid och nyttjandegraden av stugor på 70- och 80-talen svarar för mer än en liten del av ändringen i energiförbrukning i primära bostäder. Vi har inte heller tagit med vårdhem i utredningen eftersom deras förbrukning tillhör lokalsektorn. Undan för undan har den andel av befolkningen som egentligen bor i lokalsektorn - d v s i annat än bostadshus - ökat till uppskattningsvis mellan tre och fem procent av totalbefolkningen. 4)

Vår uppskattning är att dessa demografiska faktorer har påverkat den registrerade förbrukningen av energi per lägenhet till maximun 3-5% av den totala sänkningen under perioden 1970--1982. Möjligen har en liten del av ökningstrenden från perioden före 1973 dämpats när folk upptäckte olika sätt att avsiktligt använda någon annans energi! Fritidshus i Frankrike och Danmark har nästan lika stor betydelse som i Sverige. I USA är det mycket höga antalet flygpassagerarkilometer en indikation på andra resevanor som också betyder ökad bortovaro. Det finns alltså inget skäl att tro att det existerar skillnader mellan länder eller inom ett land som är större än de faktiska skillnaderna i förbrukningen som vi visar. Därför tror vi att vi i denna studie kan förbise frågor om husets utnyttjande och de boendes bortovaro utan att vinkla den jämförelse vi gör.

2.3 Energiförbrukningens mönster

För att beskriva energiförbrukningens mönster och dess förändring i bostäder krävs först och främst en kvantitativ beskrivning av sektorns struktur. Med struktur

menar vi antalet bostäder, deras storlek, ålder, utrustning och andra egenskaper som tekniskt sett påverkar energibehovet för att ge komfort, varmvatten osv, samt en ekonomisk och demografisk struktur som påverkar efterfrågan på dessa tjänster. Dessutom måste man känna till energiförbrukningen, d v s den mängd energi som olika förbrukare har avsatt till lågtemperaturvärme. * Vanlig statistik⁵ visar upp energileveranser, d v s energi levererad från leverantörer som i sin tur rapporterar sina leveranser till SCB, men vilka i regel inte känner till mycket om förbrukarna, som t ex hushållsstruktur, byggnadens ålder osv. I övriga sektorer är sambandet mellan levererad och förbrukad energi alltid osäkert, både p g a variationer i lager och osäkerhet om vem kunden egentligen är.

Om man emellertid har bestämt hur mycket energi som har använts i olika byggnadsgrupper kan man dela förbrukningsmönstret i två delar: en strukturell del (som kan bestå av flera komponenter) vilken egentligen representerar förbrukningsenheten eller effekten, och ett åtgångstal eller intensitet, som beskriver mängden energi förbrukad för att producera en enhet effekt i varje komponent. Vi har valt komponenterna uppvärmning, varmvatten, spis (för matlagning) och elapparater.

En utredning om energibesparing bör alltid kartlägga ändringar i båda typerna av faktorer. Den första kan vara svagt kopplad till energiprisutvecklingen och energipolitiken, men starkt knuten till inkomstutvecklingen. Åtgången däremot anses vara starkt knuten till energiprisutvecklingen samt beteendet (som i sin tur påverkas av priser och även inkomster) och åtgången kan reduceras med både ändrat beteende och ändrad teknik. Denna avsiktliga sänkning av åtgången genom beteendet eller tekniska förbättringar som reducerar åtgången kallas här energibesparingen, och tekniska förbättringar kallas ofta bara för effektivare energianvändning.⁶

I utredningen försöker vi framför allt kartlägga de olika strukturella förändringarna samt minskningar eller ökningar i åtgångstalen och därigenom isolera energibesparingen. Det är relativt lätt att dokumentera minskningen av åtgången i de flesta typer av hus eller lägenheter, men däremot inte lätt att kartlägga om minskningen beror på tekniska- eller beteendeåtgärder utan att göra direkta mätningar av energiförbrukningsinstallationer, innetemperatur eller månadsvärden på förbrukningstalen. Den senare möjligheten använder sig av den så kallade energisignaturmetoden av en byggnad eller bostad.⁷

* Vi erinrar om att energin inte kan "förbrukas" i vanlig mening, utan "används" eller "brukas" samtidigt som dess höga termodynamiska värde reduceras. I praktiken betyder detta att den energi som vi "förbrukar" omvandlas till värme vilken läcker ut i omgivningen med dennas temperatur.

I Sverige måste man nöja sig med information om den årliga förbrukningen av energimängder i småhus eller flerbostadshus, information om husets storlek, klimatförhållande, men sällan information om husets utnyttjande, innetemperatur eller andra boendevariabler. Vi utgår dock från att en beskrivning av husens storlek, läge och indirekta indikatorer på boendevariabler såsom disponibel inkomst per hushåll, boendetäthet osv, tillåter en rimlig uppskattning av sänkningen av den totala energiåtgången per hus eller lägenhet. Liknande material har samlats från övriga länder som ingår i denna studie. En granskning av studier av individuella besparingsinstanser bekräftar i regel de allmänna slutsatserna.

2.3.1 Förbrukningens åtgångstal och indikatorer

Förbrukningen av energi måste normaliseras till vanliga förbrukningsenheter för att man ska kunna göra en jämförelse i tid eller mellan länder. Vi har valt åtgångstalen i energi per capita och per bostad. Multiplikation med antalet bostäder (capita) ger totalförbrukningen som oftast kan jämföras med leveransstatistiken. Även uppvärmningsenergi per bostad och åtgången av andra förbrukningsposter kan användas.

Det finns emellertid brister med att jämföra rena åtgångstal, nämligen att de inte tar hänsyn till viktiga strukturella faktorer såsom inkomst, klimat, bostadsstorlek osv. Detta betyder att vi måste koppla varje delpost i förbrukningsmönstret till en relevant struktur - eller utvecklingsfaktor. För att kunna jämföra energiförbrukningen och åtgångstalen behövs inte bara åtgångstalen utan också en kvantitet som mäter denna koppling. Vi kallar dessa kvantiteter för indikatorer. Vi har funnit att de ger en mer rättvis bild av skillnader i den totala förbrukningen bland olika länder där de väl specificerade åtgångstalen (såsom oljeförbrukningen per kvadratmeter för uppvärmning) inte är tillgängliga eller relevanta.

Vi har valt följande indikatorer för att bedöma utvecklingen.

1. Uppvärmningsenergi (netto) per bostad och graddag. Eventuellt också per kvadratmeter per graddag där statistiken tillåter en rimlig bedömning.
2. Varmvattensenergi per capita. Eventuellt per capita i bostäder med varmvatten (vi anger också uppvärmning plus varmvatten).
3. Matlagningsenergi per capita.
4. Elanvändning för apparater per capita, per bostad och per disponibel inkomstenhet.

Dessutom finns en del andra indikatorer som visar viktiga aspekter av energiförbrukningen. Andelen olja i den totala energin levererad till bostäder är mycket intressant ur energipolitisk synpunkt om energipolitiken speciellt riktas mot att minska direkt användning av olja. Lika intressant är andelen el i den totala förbrukningen och en uppdelning av elanvändningen mellan de fyra användningsområdena och även en strukturell indikator som uppskattar betydelsen av ökad användning av centralvärme sedan perioden 1970-72. Ökningen av beståndet elapparater är betydande för att förklara en eventuell uppgång i elförbrukning trots stigande elpriser.

2.3.2 Klimat

Klimatet är en viktig parameter som bestämmer en del av hushållens energiförbrukning. Klimatets inverkan mäts genom grad dagar, vindhastighet, fuktighet och även antalet soltimmar osv. Det är vanligt att man proportionerar uppvärmningsbehovet mot antalet grad dagar, beräknat från en bas som representerar husets egenskaper och innetemperatur. Men innetemperaturen är också ett resultat av beteendet. Antalet grad dagar är inte helt bestämt av klimatet. Att den uppmätta eller uppskattade innetemperaturen varierar bland OECD-länderna behandlar vi nedan. För att kunna jämföra dessa länder har vi emellertid valt ett objektivt grad dagssystem med en bastemperatur (eller referens-temperatur T_r) oberoende av gratisvärme, solinstrålning, innetemperatur osv. Vi tar ingen hänsyn till den faktiska inomhustemperaturen. Graddagstalet är då ett mått på klimatet som är givet, inte på beteendet eller annorlunda energiförbrukning som är en följd av klimat, teknik, inkomst och priser. Enligt detta verkar det som om engelsmännen har en lika effektiv uppvärmning som svenskarna, mätt i energi per bostadsyta per graddag! Faktum är att engelsmännen värmer upp en mindre del av lägenheten till cirka 15,5 grader! Det finns alltså två sätt att minska energianvändningen för uppvärmning, det tekniska (= det svenska) och det engelska!

Vi gör en klimatkorrigerig för variationen i grad dagstalet över åren. Utan korrigerig blir det svårt att jämföra olika år. Antalet grad dagar i Sverige t ex 1972 var ungefär 97% av det normala talet medan antalet 1980 var nästan 112%. Denna skillnad är tillräcklig för att en faktisk besparing under de tolv åren skulle undångömmas. Det finns inget säkert sätt att korrigera. Vår metod (efter Schipper och Ketoff (1983) och Hammarsten)⁸ ger en enkel korrigerig proportionellt mot variationen i den uppskattade energianvändningen i uppvärmningsanläggningen. Metoden som SIND/SEV använder, som är en något mjukare korrigerig, är beskriven av Carlsson (1983). Munter påvisar att det finns skäl att även överkorrigera, d v s att svängningarna i systemets behov är större än variationen i grad dagar p g a att husets värmebehov endast uppfylls till 40-75% av den värmeenergi som

tillfördes från systemen. Vi tror att vår metod är en rimlig kompromiss: vi använder 4 010 graddagar (bas 18° C), med talet justerat uppåt med 250 GD från det svenska genomsnittstalet 3 760 GD, ÖEFs värde för Örebro. (Det finns nya "normalvärden" som har publicerats 1983 av SCB och SMHI, som vi inte har tagit hänsyn till. Vi har i vissa fall beräknat antalet graddagar efter befolkningen eller bostadsytan för olika hustyper med olika bränsle. Se bilaga 1 och Meyers 1982 (ref 3).)

2.4 Utvärdering

Utvärderingen här består av flera steg. Vi jämför de viktigaste indikatorerna på struktur och åtgång och därifrån bedömer vi hur mycket energi olika länder har sparat och hur mycket uppvärmningsstrukturen har förändrats. Vi bedömer utvecklingen mot bakgrund av ländernas standard 1970--72 och standardhöjningen sedan dess. Vår utvärdering består också av en jämförelse mellan olika ökningstakter resp minskningstakter, med hänsyn till pris- och inkomstutvecklingen.

I denna utredning har vi valt att inte använda ekonomiska metoder för att uppskatta efterfrågan, utan i stället ge en kvantitativ och kvalitativ bild av vad som har hänt i Sverige och andra länder och bedöma varför olika länder har haft skilda utvecklingar. Vi hoppas dock vid ett senare tillfälle kunna utvidga LBLs "Residential Energy Model" ⁹ för en speciell studie av Sverige.

2.5 Datakällor och osäkerheter

Först och främst är det vanskligt att bedöma hur mycket energiförbrukningen har ändrats sedan 1973 - och även dessförinnan - och hur mycket denna ändring har påverkats av olika faktorer som själva har förändrats sedan 1973. Dessa faktorer består av bland annat höjda energipriser (den så kallade energi- eller oljekrisen) och ändrad inkomstutveckling, tillgång till ny teknik vars utveckling helt eller delvis har påverkats och påskyndats av energikrisen och andra faktorer. Även inkomstutvecklingen tycks ha dämpats av energiprisutvecklingen. Hur ska man då bedöma utvecklingen av energiförbrukningen och energibesparingen?

Ett stort problem har varit brist på officiell statistik från perioden före 1973. I Sverige liksom i de flesta länder har bostäder, övriga byggnader och även andra verksamheter (byggverksamhet, jordbruksbyggnader, kraft-, vatten- och gasverk, små industrier) samlats till en restpost i energileveransstatistiken som kallas "övriga sektorn" i Sverige, "Haushalte und Kleinverbraucher" i Tyskland, "Residential and Commercial" i USA, Kanada etc. Problemet med denna post är dels att den är hetrogen, dels de varierande ekono-

miska och tekniska förhållandena och förutsättningarna för de olika komponenterna, dels olika tillväxttakt bland komponenterna, dels olika komponenters förmåga att spara energi som enligt vår uppfattning gör det mycket svårt att tala om övriga sektorns energiförbrukning och besparing utan att först beskriva strukturen och förbrukningen av komponenterna. Ett annat problem med en blandning av bostäder, lokaler och andra byggnader är den allt viktigare roll som energi till tillverkning (datorer, maskiner osv) spelar i förbrukningsmönstret i lokaler och övriga byggnader.* I Tyskland¹⁰, Frankrike¹¹ och Danmark¹² har olika myndigheter försökt fylla i bristerna med historiska studier från åren 1970--73. De två sistnämnda länderna jämförs nästan alltid med 1973 (Frankrike) eller 1972 (Danmark). Dessutom har LBL-projektet tagit del av statistik från olje-, gas- och elektricitetsbolag, enstaka studier av bostadssektorn och panelundersökningar från Tyskland, Frankrike och USA. I kapitel 3 sammanfattar vi vår egen bedömning av utvecklingen i Sverige. Vi anser att den statistiska tillförlitligheten är sämst i Kanadas fall, men stora osäkerheter råder också i USAs fall.

Alternativt kunde man använda sig av leveransstatistiken, d v s leveranser av energi till övriga sektorn.¹³ Men leveransstatistiken kan inte rättvist dela upp övriga sektorn i bostäder och annat vad beträffar fasta och flytande bränslen. Också leveranser av fjärrvärme är präglade av osäkerhet. Inte heller kan man bortse helt från effekten av lagring av bränsle som LGC bedömer viktig för Sverige. Eftersom undersökningen belyser enbart bostäder kan man inte riktigt jämföra bostädernas energiförbrukning med övriga sektorns. Bostäder och "annat" har i allmänhet haft olika utveckling och kan sägas styras av olika faktorer. Vi anser att denna brist på homogenitet i och för sig gör en bedömning ganska obetydlig av den totala sektorn utan en särskild studie av varje delsektor.

Vi väljer i stället att dela upp bostäder och annat (LGC diskuterar "annat") som egentligen medför mindre osäkerhet i den slutliga bedömningen än en "blind" användning av leveransstatistiken utan hänsyn till förbrukningsmönstret, d v s strukturen. Vi byter ut enkla, "officiella" uppgifter mot mer detaljerade uppgifter vars egentliga innehåll är mer osäkert men samtidigt mer relevant.

I bilaga 1 (och Carlsson 1983) diskuteras en del av osäkerheterna och bristerna i statistiken vad beträffar Sverige. De viktigaste angår det eviga problemet

* Detta sker mer sällan i Sverige och Kanada än i övriga länder i OECD p g a det kalla klimatet. Dock pekar flera indikatorer på att den tekniska utvecklingen i Sverige har lett till att svenska byggnader och bostäder förbrukar mindre energi för att direkt påverka inneklimatet än t ex byggnader i Tyskland, Danmark eller USA.

- bedömningen av antalet lägenheter som ingår i olika energileverans- eller förbrukningsstudier och vilka är bebodda och uppvärmda med vissa system eller energislag, uppvärmning av obebodda bostäder samt energiförbrukning i bostäder som dels är permanenta, dels sekundära och beräkning av dubbla abonnemang i eluppvärmda hus. Uppdelningen av el-, gas- och fjärrvärmeabonnenter efter lägenhetstal, uppdelning av energi för icke-bostadsändamål i jordbruksfastigheter och bostadshus med tillhörande lokalytor, bedömningen av lagring av flytande bränsle (mot förbrukning eller förbränning i anläggningar), uppdelning av energianvändningen efter områdena uppvärmning, varmvatten osv kan också leda till osäkerhet om vilken energiförbrukning som ska räknas med. Dessa systematiska fel och osäkerheter har minskat under de senaste årens förbättrade energistatistik. Även om den totala osäkerheten i förbrukningstal för 1970 är 10%, är förändringen sedan dess (och fram till 1982) så stor att den osäkerheten spelar en mindre roll i vår totala bedömning. Vi tror att de viktigaste förändringarna under 12 år totalt har varit större än dessa systematiska eller slumpmässiga osäkerheter.

Den konstanta utvecklingen av bostadsbeståndet leder till stora problem vad beträffar bedömning av de olika energislagens utveckling. Enligt vår tolkning av statistiken har nybyggnation och renovering i Sverige alltid lett till minskad energiförbrukning för uppvärmning per kvadratmeter uppvärmd yta. Man kan då försöka studera utvecklingen av konsumtionen enbart i bostäder byggda före oljekrisen, d v s under hela 70-talet, för att särskilja de olika effekterna. Man studerar förbrukningen i nybyggnationer för sig och delar även upp nedgången i energiåtgången i nya bostäder på den fortsatta trenden. Man studerar också accellereringen p g a höjda energipriser, strängare byggnormer och ny teknik som blev tillgänglig efter 1973. Denna uppdelning görs när datakvaliteten tillåter. *

Egenskaperna hos det totala uppvärmda bostadsbeståndet är alltid osäkra. Uppvärmad bostadsyta, lägenhetens (eller bostadens) yta, våningsytan och värmedebiteringsytan har förväxlats i olika utredningar. Definitionen av elvärme och fjärrvärme är även osäkra i många utredningar. Enkäterna visar alltid ett stort antal "vet ej"-svar från folk som bor i flerfamiljshus där det inte går att skilja mellan fjärrvärme, oljepanna i huset och kvarterscentral. Problemet här är av mindre betydelse, energiförbrukningen är i värsta fall fel bokförd.

* Man borde samtidigt uppskatta inverkan av bortfall av lägenheter (de med sämst standard men troligen också sämsta energiegenskaperna), samt en stor ändring av hus i en bränslegrupp som flyttat till eller från denna grupp. Detta har inte varit möjligt i den här utredningen p g a brister i andra länders statistik. Läsarna kan få viktig information från Lars-Göran Carlssons parallellutredning.

Byte och utveckling av system och bränslen utgör en annan svårighet. Ett exempel härpå är tolkningen av användningen av el i småhus i Sverige. I dag används el som enda uppvärmningsenergi i knappt 60% av de småhus som brukar klassificeras som "elvärmda".¹⁴ I de övriga elvärmda husen används även ved och/eller olja. Och i cirka 100 000 småhus används el som sekundärt bränsle utan att husen klassas som elvärmda. Elvärme är sålunda ett tvetydigt begrepp.

Men även i småhus som enbart värms med el är det viktigt att följa den konstanta utvecklingen. Före 1972¹⁵ bestod det elvärmda småhusbeståndet till mer än 50% av hus som gjorts om, främst äldre och mindre hus som tidigare inte hade någon centralvärme eller som hade pannor för ved, kol eller koks. Under perioden 1972--78 dominerades ökningen av beståndet av nybyggnationer. Efter 1978 kom ändringar återigen att dominera ökningen av antalet elvärmda småhus, dock rörde det sig om stora hus som tidigare värmdes med olja. Samtidigt övergick nya hus och en del av de ändrade husen till vattenburen värme. Även med dagens goda statistik över antalet småhus och den totala elförbrukningen vore det svårt att tolka de förändringar som har uppstått i åtgångstalet.

Hur stora är dessa osäkerheter? För oljeförbrukningen är åtgångstalen ganska väl dokumenterade av oljebolagen i varje land och under senare år av bra hushållsstatistik i varje land. Vi bedömer att osäkerheten p g a urvals- och slumpfel i specifika förbrukningen ligger omkring +/-10%. För gas och el finns det en liten osäkerhet i definitionen av abonnent, som inte alltid betyder "hushåll" eller "bostad", vilket gör den totala (och specifika) förbrukningen osäker med upp till 5%. Fjärrvärmens visar lite större fel p g a definitionen av både kunden och själva fjärrvärmens som i vissa studier blandas med olja och block- eller kvarterscentral. För kol och koks är osäkerheten av mindre betydelse. Vi litar på försäljningsuppgifter i Frankrike och Tyskland. För ved använder vi oss av bra material från Sverige, Frankrike och USA men saknar förbrukningsuppgifter från andra länder.

Den andra typen av osäkerhet består av att det är svårt att definiera ordet "bostad". Vi tror att vi inkluderar alla bostäder i samtliga länder och deras energiförbrukning. Det finns emellertid hushåll och personer i institutioner, bostäder i icke-bostadshus, lokaler i bostäder och oboboda bostäder. Detta betyder att antalet bostäder kan vara osäkert i vissa sammanhang, vilket i sin tur betyder att den totala förbrukningen där den har byggts upp av komponenter, kan vara osäker. (Ett exempel är oljeförbrukningen i flerfamiljshus 1976-80. SCBs urval exkluderade cirka $5 \times 10^6 \text{ m}^2$ under dessa år.) De viktigaste talen, åtgångstalen, är dock mindre osäkra där de är baserade på bostadsundersökningar. I vissa fall är tyvärr de totala åtgångstalen baserade på en grov division av den totala leveransen med antalet "bostäder".

Vi bedömer att dessa problem ligger på totalt nivå 5%, d v s att våra siffror är osäkra med 5%. Denna osäkerhet är i de flesta fall mindre än de skillnader och förändringar vi presenterar. Tyvärr saknas förbrukningsuppgifter om ved från Kanada och Tyskland. Det förra bedöms vara allvarligt då även antalet hus med ved om huvudsakligt uppvärmningsbränsle växer. Detta betyder att Kanadas förbrukning kan vara underskattad med 3-5%.

Vi får de specifika åtgångstalen, d v s energi per bostad, från ovanstående källor. Talen bryts vidare ned till uppvärmning, varmvatten, spis och övriga el-apparater. De grundläggande osäkerheterna om denna fördelning diskuteras i texten. Bara i USA och Frankrike är statistiken så upplagd att den tillåter en riktig uppdelning av faktisk förbrukning, genom regressionsanalys, efter både bränsle och användningsändamål. Vi tror dock att de mer schablonmässiga siffrorna som anges för andra länder ger en rättvis bild av hur förbrukningsmönstren skiljer sig från varandra och hur de har förändrats under åren.

REFERENSER

1. Se även Carlsson, L-G, 1983. Energi för uppvärmningsändamål i övrigsektorn. PM 1982:23. Stockholm, Statens Industriverk.
 2. Schipper, L, and Darmstadter, J, 1978. The Logic of Energy Conservation. Technology Review, January 1978.
 3. Ketoff, Andrea, 1982. Residential Energy Use and Conservation in Frande. LBL Research Note (unpublished).
- Mayers, S, 1982. Energy Use in the American Home. LBL-14932. Research Note. (Se också Meyers, S, och Schipper, L, 1984. Energy and American Homes: Changes and Prospects. Energy.
- Schipper, L, 1983. Residential Energy Use and Conservation in Denmark. Energy Policy, December.
- Schipper, L, Meyers, S, och Ketoff, A, 1984. International Residential Energy Use and Conservation: Indicators of Energy Use and Efficiency. LBL Rapport LBL-11703.
- Scott, Andre, 1983. Residential Energy Use and Conservation in W. Germany. (unpublished LBL Research Note).
4. Se Shipper, L, 1980. Residential Energy Use and Conservation. The Demographic and Economic Data Base. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab.

5. SCB. Sveriges Energiförsörjning. (Kvartalsvis eller årsvis). Serie E. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.
6. IVA, 1973. Effektivare energianvändning.
7. Fels, M, Goldberg, M, Lavine, M, och Socolow, R, 1981. Exploratory Analysis of Oil-Heated homes. Princeton: Center for Energy and Environment Studies.
8. Hammarsten, S, 1981. Kan vi lita på graddagsmetoden?. VVS (Nov).
9. Chern, W.S., Ketoff, A, Schipper, L and Rosse, J S, 1983. Residential Demand for Energy: A Time Series and Cross Sectional Analysis for Eight Countries. LBL 14251. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab. (Submitted to European Economic Review.)
10. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen AG. Årliga energibilanser. Verein der Deutschen Elektrizitätswirtschaften. Se också Sunding, Paul, et al. 1982, Endenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschlands. Köln, Energiewirtschaftsinstitut, samt andra referenser i Schipper et al. 1981.
11. Economies d'Énergie 1981. Paris: Agence pour la Matrisation d'Énergie. Se också andra referenser i Schipper et al. 1981.
12. Energiplan 81. Köpenhamn: Energiministeriet. Se också andra referenser i Schipper 1983.
13. Se t ex Wickman, K, i Klingberg, T, ed. 1984, Effects of Energy Conservation Programs. M84:2. Gävle: Statens institut för byggnadsforskning.
14. Se t ex Lille, J., 1981. Hushållsenergianvändning (HEA). Stockholm. SCBs Utredningsinst. för Statistik om Levnadsförhållanden.
15. Askerlund, R, 1972 och 1977. Opublicerade PM vid Statens Vattenfallsverk.

3 ENERGIFÖRBRUKNING I SVENSKA BOSTÄDER 1960--1982*

3.1 Inledning

Detta kapitel beskriver energiförbrukningen i svenska bostäder och hur den har förändrats under de senaste 22 åren. Vi diskuterar också vilka olika faktorer som har bidragit till denna förändring och vi uppskattar hur mycket energi som har sparats. Vår motivering har varit det faktum - som vi upptäckt när vi jämfört Sverige med andra länder - att svenska bostäder har haft den lägsta energiförbrukningen för uppvärmning per kvadratmeter uppvärmd yta per grad dag av alla länderna i OECD.

Sedan 1972, då svenska bostäder förbrukade i snitt 111 GJ per bostad levererad energi per bostad (inklusive ved) har åtgången sjunkit till 90 GJ per bostad (tabell 3.1). Mätt per primär energi har åtgången varit nästan konstant p g a ökad användning av el för apparater, medan i fråga om nettoenergin, där vi räknar bort omvandlingsförluster av förbränning av bränslen med olika schablonmässiga verkningsgrader, har förbrukningen minskat från 89 GJ per bostad till 74 GJ per bostad. * Eftersom den uppvärmda ytan per bostad, och även utrustning, har ökat avsevärt sedan 1972, är den egentliga energibesparingen något större. I denna undersökning analyserar vi hur förbrukningen ökade fram till 1972 och varför den sedan dess har minskat.

3.2 Datakällor och osäkerheter

Det är svårt att kartlägga den historiska utvecklingen och strukturen på bostadsbeståndet i Sverige. Folk- och bostadsräkningar före 1980 innehöll inga publicerade uppgifter om typ av värmesystem eller bostadens storlek (i kvadratmeter). Vi upptäckte dock att flera utredningar som gjordes på Vattenfalls och CDLs uppdrag, ¹ vilka då och då har beskrivits i olika publikationer, ² var av sådan kvalitet att vi kunde dela upp bostadsbeståndet i antal lägenheter med olika typer av system för uppvärmning och produktion av varmvatten. Dessa kompletterades av materialet som oljeföretagen under flera år hade beställt genom SIFOs veckobussar, d v s

* För att göra denna studie har Lawrence Berkeley Lab under flera år i samarbete med Lars-Göran Carlsson (förr på Statens industriverk, numera VVS Tekniska föreningen) och en hel del myndigheter och privata organisationer i Sverige tagit fram en stor statistik över energiförbrukningens mönster i svenska bostäder i samband med LBLs projekt över energiförbrukningen i bostäder i en rad OECD-länder som LBL har gjort för USAs energidepartement.

** Netto mäts med omvandlingsfaktorerna 0,66 för flytande- eller gasbränsle, 0,55 för fasta bränslen och 1,0 för el eller fjärrvärme. Primärenergien mäts med schablonerna 2,89 för produktion och distributionsförluster av el och 1,33 för fjärrvärme.

undersökningar av olika aspekter av hushållen i Sverige. Vattenfalls undersökningar nådde ungefär 2 000 hushåll eller bostäder i alla typer av hus, medan SIFO-materialet, med undantag av år 1972, enbart rörde hushåll i småhus. Under de åren där två eller flera undersökningar gjordes var överensstämmelsen ganska bra. Samtidigt hade alltid undersökningar från Vattenfall rikligt material om innehav av elapparater samt, i viss utsträckning, användning av el för uppvärmning.

Som vi nämnde inledningsvis har Sverige inte haft en energiförbrukningsstatistik (d v s "bottom-up") före 1976. Det finns alltså inga renodlade uppgifter om hur mycket energi hushållen har använt eller köpt förrän de senaste åren och även den statistiken är ofullständig. Det var emellertid möjligt att summera detaljer från olika delutredningar. Våra detaljberäkningar återges i bilaga 1. LGCs parallella utredning utgår från samma grunduppgifter, men behandlas på ett annat sätt. Vi summerar här de viktigaste källornas.

- Den stora utredningen Energi 1975 - 1985 som publicerades 1967 av handelsdepartementet ³ innehöll en del uppskattningar av åtgångstalen vilka blev bas för en tolkning av förbrukningsmönstret 1963 och 1965.
- Elstatistiken från SCB har många värdefulla data om försäljningen av el.
- Fjärrvärmestatistiken sedan 1973 visar liknande information, efter abonnentkategori, som inte alltid är densamma som bostads- eller hushållsenheten.
- SIFO-materialet innehöll vissa värden på förbrukningen av eldningsolja från 1970. Oljeföretaget OK har själva ⁴ analyserat sina försäljningssiffror.
- Karl Munther har analyserat OKs och visat att det i stort sett är användbart i samband med senare års SCB-undersökningar, ⁵ vilket gör att man har en ganska bra tidsserie för oljeförbrukningen i småhus från 1970.
- Större bostadsföretag har material som visar utvecklingen i flerbostadshus vilket också ganska bra matchar den statistik som SCB har upprättat under senare år.
- Vattenfall och andra har tagit fram tidsserier av elförbrukning i småhus vilket gör det möjligt att tolka SCBs elstatistik före 1977 då småhusundersökningen kom till.
- SCB publicerar i dag svaren på en rad årliga enkäter som visar energiförbrukningen i småhus (ESH), flerfamiljshus (EFH), lokaler (EL) också nedbruten i olika hushållstyper (HEA). ⁶

Allt detta tillåter en viss "bottom-up"-analys av förbrukningen eftersom vi känner till antalet förbrukare samt åtgångstalen under de olika åren vad beträffar gas-, el-, olje- och fjärrvärme. Där kan vi beräkna den totala förbrukningen nerifrån. 85% av dagens förbrukning ingår. Visst levererat material från kol- och kokslagringsmagasinet, kategorin för leveranser till bostäder samt en uppskattning av leveranser av fotogen till återförsäljare, leder till vissa slutsatser vad beträffar användningen av dessa bränslen vilka inte redovisas i ovanstående material. Mot den stora osäkerhet leveransstatistiken medför ska vägas det faktum att koks aldrig svarade för mer än ett par procent av hushållens energiförbrukning efter 1970. Fotogen, som tillsammans med gas blev populärt under slutet av 60-talet, försvann efter 1973.

Det återstår alltså bara ett bränsle vilket dock av tradition har varit starkt knutet till Sverige, nämligen ved. Vedens roll i förbrukningen uppskattades av EK-67 och vi har försökt följa utvecklingen sedan 1970, dels med en skattning eller gissning baserad på EK-67 av den specifika förbrukningen, dels en uppskattning av vedanvändning som kompletterande bränsle i småhus med annat bränsle som bas. Denna beräkning stämmer väl med de uppskattningar som SCB nu årligen gör för småhus. Dessutom finns uppgifter från SIND och Skogsstyrelsen⁷ som stämmer bra med EK-67, SINDs andra uppskattningar av vedförbrukning (Carlsson 1983) och SCBs småhusenkät ESH.

Trots att vedförbrukning är svår att mäta, både i kalorier och ekonomiskt - den övervägande delen av använd ved är plockat, inte köpt - svarar vedens nedgång t o m 1975 för en viktig del av ökningen i användning av andra energivaror. Stegringen i konsumtionen fram till 1982, då ved troligen har svarat för 33 PJ brutto energiförbrukning, ungefär samma nivå som 1968 (!!), svarar i sin tur för en icke oväsentlig del av nedgången av oljeanvändningen, samtidigt som veden har bestått som sekundärt bränsle i tio tusentals - numera hundratusentals - elvärmda småhus. Utan att försöka räkna med ved i energiförbrukningsmönstret överskattar man både ökningen av förbrukningen i bostäder fram till 1973-75 och minskningen sedan 1977.

3.3 Faktorer som har påverkat energiförbrukningen 1960 - 1982

Vilka krafter har drivit förbrukningen uppåt under perioden före oljekrisen och nedåt efter den? Inkomstökningen har varit viktigast, vilken i sin tur har lett till större bostadsyta och fler bostäder per capita, ökad utrustning, ändring i hushållens storlek och befolkningen. Detta har alltså betytt fler hushåll av mindre storlek. Sänkningar i de flesta reala energipriser hade också varit viktig fram till 1972. Efter 1972 har en del av dessa tendenser fortsatt, medan andra har ändrats mycket. Tabell 3.2 visar sammanfatt-

ningsvis den viktigaste statistiken över bostäder, boende, hushåll och ekonomi.

Sverige har numera nära noll-tillväxt i befolkningen som före energikrisen växte med bara 0,7% per år och efter 1972 med ungefär 0,3%. Men antalet bostäder har ökat avsevärt snabbare än befolkningen (tabell 3.2) och bostadsstorleken i sin tur har ökat. Detta betyder att den totala ytan per capita, vare sig det gäller bostadsytan eller totalytan, har ökat kraftigt 1960 - 1982. Att småhusandelen av bostadsbeståndet har ökat sedan 1972 har vidare ändrat bostadsstandarden, även om ytan per capita i lägenheter i flerfamiljshus varit nästan lika stor som i småhus. (Se LGC.)

Energipriserna har spelat en viktig roll för energianvändningen. De reala priserna för olja och el sjönk fram till 1972. Perioden 1973 - 1982 å andra sidan, karaktäriserades av ökade oljepriser under 1973-75 och 1979-82, vilket reflekterade stigningen i värdspriserna på råolja, försämring av den svenska kronan gentemot dollarn och införandet av energiskatter. Nyligen sänktes oljepriset i USA men inte i Sverige på grund av just relationen dollar - kronor. Priserna på fjärrvärme och el ökade inte alls så snabbt som på eldningsolja, delvis på grund av de fasta avgifterna på den sammanlagda medelkostnaden av dessa energikällor. I slutet av 1970-talet producerades el främst med vatten- och kärnkraft, medan fjärrvärme alstrades av mottrycks-kraft från olja och avfall liksom direkt förbränning av ung olja. Elen beskattas direkt, likaså den olja som används som huvudsakligt bränsle i fjärrvärmeverk. I slutet av 1982 fanns det nästan ingen skillnad på marginalpriserna på levererad värme från el, fjärrvärme eller olja. I nästa avsnitt studerar vi närmare den faktiska utvecklingen i de svenska bostädernas standard och energiförbrukning.

3.3.1 Den svenska bostaden

Bostadsstandarden, som kan mätas i bostadsyta per capita, innetemperatur och/eller CV-täckningsgrad, är i dag högre i Sverige än i något annat land i vår studie. Den var också överlägset högst i Europe 1960 då CV och rinnande varmvatten redan fanns i nästan 75% av alla lägenheter och täckningsgraden av de flesta elapparater var hög. (Tabell 3.3) Sedan 1960 ökade bostadsytan per capita från 27 m² 1960 till 39 m² 1982, uppvärmd yta något mer och CV-penetrationen nådde 99% 1982. Den höga CV-penetrationen medförde en hög varmvattenspenetration, 98% 1970. (I Frankrike 1982 nådde man endast 86%.)

Under 60-talet ökade inte antalet småhus, medan antalet flerfamiljshuslägenheter växte starkt p g a miljonprogrammet. Småhusens andel ökade åter efter 1972 och låg 1982 på nära 45% av alla bebodda lägenheter. Dock medförde detta egentligen ingen ändring i den totala

energiförbrukningen, då flerfamiljshus har lika hög - och i många fall högre - energiåtgång (per capita eller per kvadratmeter) som småhus.

Dessa ändringar summeras i figur 3.1 där vi som index visar (1960 = 100) befolkningen, bostäderna, bostadsytan och den totala förbrukningen (levererad och primär). De tre skuggade områdena i figuren representerar då ökningen (eller minskningen) i bostäder per capita ([boendetätheten]¹), bostadsytan per bostad och energiåtgången. Diagrammet visar tydligt att det mesta av den totala tillväxten av primär eller sekundär energianvändning påskyndas av ökningen i bostadsyta per capita. Ökningen av energikonsumtion per ytenhet, eller åtgången, var framför allt en följd av ökad installation av centralvärme, som 1972 hade nått 95%. Efter 1973 började dessa tryck avta, först genom att CV och apparaterna nådde en mycket hög mättningsgrad, sedan i och med att energibesparingen reducerade energiåtgångarna och sist när ökningen av bostadsytan per capita avtog i början av 80-talet. I andra länder växte dessa faktorer snabbare än i Sverige - man började med en väsentligt lägre standard - fram till början av 80-talet, så att den minskning av energiåtgången i hushåll med CV och de flesta stora apparater utjämnades av ökningen i andelen hushåll med CV och dessa apparater.

Höga priser tycks ha hejdat ökningen av energiförbrukningen. Men faktum är att den dominerande orsaken till ökningen av förbrukningen har varit strukturändringen eller standardökningen: flera bostäder per capita, större bostäder, större andel centralvärme och varmvatten och högre innehav av elapparater. Efter 1973 avtog denna ökning, vilket, tillsammans med oljekrisen, ledde till en stagning eller nedgång i totalförbrukningen och en stark reduktion av åtgången. Men även utan oljekrisen hade energiåtgången säkerligen slutat öka, eftersom alla bostäder hade fått en riktig energikomfort. För att se detta visar vi nu våra nya uppgifter som uppvärmningsstrukturen 1960 - 1982.

3.3.2 Uppvärmningsstrukturen

Vår undersökning har kartlagt den faktiska utvecklingen av uppvärmningsbränslen och system när vi fann en del material från Vattenfall, SIFO och enstaka oljeföretag. Andelen ved fram till slutet av 60-talet - och vedens återinföring sent på 70-talet - är imponerande och viktig. Den snabba ändringen av mönstret både för småhus och för flermamiljshus är imponerande, som figurerna 3.2 och 3.3 visar. Den snabba nedgången av oljekonsumtionen mellan 1972 och 1982 i flerfamiljshusen är delvis missvisande, då fjärrvärmen 1982 mest var baserad på olja. I framtiden kommer många kommuner att ersätta oljan med annat bränsle.

I nya hus har också ändringar införts, dock redan innan 1973. Då var el dominerande i nya småhus medan fjärrvärme svarade för de flesta nya lägenheterna. Sedan

mitten av 70-talet ökade dessa två uppvärmningssätt också från konverteringar. Nära 100 000 småhus gick över till el mellan 1981 och 1982! Att småhus och flerbostadshus har ganska olika uppvärmningsmönster beror på den höga tätheten i ffb-områden vilket gör fjärrvärme attraktivt och den höga andelen småhus med tillgång till ved. 1982 förbrukade nära 1/3 av småhusen ved i någon uppmätt utsträckning, högst bland OECD-länderna med en hög uppvärmningsstandard. I allt använde nära 300 000 småhus två eller fler bränslen 1982, en stark ökning från 1975 då - enligt vår tolkning SIBS byggnadsundersökning* och en SIFO-enkät - multibränsleanvändning förekom endast i 10% (eller färre) av småhusen och då mest i kombinationen el - ved eller med en panna med element som mindre supplement. Sveriges övergång till blandade system med mycket vedeldning och allbränslepannor är ganska unik för OECD. År 1982 kunde fler småhus använda både olja och ved än enbart olja! I USA, Kanada och även i Danmark har vedanvändningen varit betydande men aldrig i den utsträckningen och med den avancerade teknik som i Sverige.

3.4 Utvecklingen av energiförbrukning i Sverige 1960 - 1982

Vi har lagt ner stora resurser under flera år för att kartlägga den faktiska förbrukningen av energi enbart i bostäder i Sverige och flera andra OECD-länder.** Den officiella statistiken har bara sedan slutet av 70-talet tillåtit en inventering av förbrukning i bostäder, men vi har fått en hel del material från olje, el och gasbolag samt energiverken osv. Vi har också funnit mycket värdefullt material i den gamla energikommittens rapport från 1967. Vår metod är beskriven i bilaga 1.⁸ Där anger vi också våra beräkningar av både strukturen och åtgångstalen för varje användning och bränsle, samt den totala användningen.

Vi visar sammanfattningsvis två bilder av energiförbrukningens mönster i svenska bostäder. Vi ger två exempel på våra grundberäkningar i tabellerna 3.4 och 3.5 där vi visar våra värden för 1970 och 1980. I dessa matriser visas alltid totalförbrukningen av varje bränsle för varje ändamål, antal förbrukare och den specifika åtgången. Oljeåtgång och totalförbrukningen av gas, el och fjärrvärme är de mest pålitliga.

* Stig Hammarsten, SIB, har utarbetat en del korstabeller åt oss vilka visar användningen av flera bränslen.

** I de flesta länder avrapporteras energileveranser till den så kallade "övrige sektorn" som en restpost efter transport, industri och energisektorn. Leveransstatistiken har många brister, varför vi i stället har valt att bygga "bottom-up" med förbruknings- och åtgångstalen.

Användningen av ved, fotogen och koks (samt fjärrvärme före 1973) är osäkrare. I dag svarar fotogen, gas och koks tillsammans för mindre än 1% av totalförbrukningen. Mellan 1965 och 1970 vad de mycket viktigare, varför det är betydelsefullt att kartlägga hur de försvann och vilka bränslen som kom som ersättning. Den största osäkerheten med el (och fjärrvärme) gäller antalet abonnemang och deras klasser. I LBL-studien beräknade vi matriser för flera år mellan 1963 och 1982.

Figur 3.4 visar bränslemönstret samt den totala förbrukningen. Där är nedgången av koks- och vedanvändning på 60-talet och olja på 70-talet klar, liksom uppgången av fjärrvärme och el. I figur 3.5 visas vår uppdelning av förbrukning per bostad i fyra olika användningsområden: uppvärmning, varmvatten, matspisen och övrig el för elapparater. Uppdelningen mellan värme och varmvatten är baserad på schablonberäkningar. I andra länder är det inte alltid så att värme och varmvatten produceras i samma system eller med samma bränsle, vilket underlättar en separat uppskattning av energiförbrukningen för dessa ändamål. Gas- och elförbrukning i matspisar uppskattas av gas- och elverk. Resterande el hänförs till eldrivna apparater, d v s apparater som bara kan använda el (emellertid tillsammans med lite varmvatten i disk- och tvättmaskiner). Även i fråga om osäkerheterna har proportionerna ändrats under tidens gång.

Figur 3.5 visar en ganska stor minskning av nettoenergi per bostad (och en uppdelning av primär energi per bostad, vilket inte visas). Vi har antagit att minskningen kan hänföras till uppvärmningen. Vi visar dock en liten nedgång i varmvattensåtgången. Denna är egentligen en schablon eftersom få separata mätningar av både värme och varmvatten har gjorts i Sverige. Den totala minskningen är dock inte försumbar och visar att Sverige har sparat energi.

En anledning till att minskningen på senare år inte varit så stor är att andelen småhus ökat. I vårt referenssystem, där lägenhet eller hus är en normaliseringsenhet, sker en schablonuppgång enbart p g a ändring i bostadsbeståndets struktur. Eftersom bostadsytan hela tiden ökade är nedgången i energi per kvadratmeter något större än nedgången som visas här (se LGC). Om vi i stället hade tagit netto- eller primär energi hade vi fått något mindre respektive ingen minskning alls. Detta beror på att ersättningen av olja med el och fjärrvärme har medfört vissa produktionsförluster som belastar samhället i alla fall och som mäts av primärenergi. Primär energi har också ökat p g a ökad användning av el för apparater.

I denna studie har vi mätt energibesparing som en nedgång i energiåtgången, d v s mängden använd energi per bostad. Dock finns det skäl att normalisera energiförbrukningen till andra kvantiteter, de som motsvarar den underliggande strukturen. (Tabell 3.6)

Vi har valt att dividera uppvärmningsenergin (netto) med både kvadratmeter och graddagstal för att underlätta en noggrann jämförelse med andra länder. För varmvatten dividerar vi nettoenergi med antalet personer, vilket är det enklaste måttet på varmvattensbehovet. Vi förbiser spisen, som i dag endast marginellt påverkar förbrukningen, medan vi normaliserar el för hushållsändamål med disponibel inkomst, som ett mått på de boendes förmåga att skaffa sig elapparater.

När man omvandlat åtgångstalen till dessa indikatorer får man en annorlunda bild av förbrukningen. Uppvärmningen hade endast ökat marginellt fram till 1972 då standardhöjningen utjämnades genom bättre byggnader och installationer. Efter 1972 accelererades nedgången av de höjda energipriserna och andra faktorer. Den svagare ökningen av elapparaternas elförbrukning efter 1975 har påverkats både av det avtagande innehavet (saturationen) och en tendens till förbättrade egenskaper hos nya apparater, som dessvärre är dåligt dokumenterad vad beträffar hela apparatförsäljningen i Sverige. Uppgifter från Electrolux tyder på att apparaterna blivit bättre i Sverige. Den lägre ökningen i elförbrukningen i relation till inkomsten är också ett mått på förbättrade apparater.

3.5 Närbild av besparingar sedan 1973

Minskningen av energiåtgången eller indikatorerna tyder på en ordentlig minskning av energiförbrukningen som betyder besparing. Vad har egentligen hänt i Sverige? Var har man sparat energi?

3.5.1 Energibesparing i småhus

I tabell 3.7 och figur 3.6 visar vi energiförbrukningen för uppvärmning och varmvatten i småhus värmda med olja, el (icke-jordbruksfastigheter) och fjärrvärme. Dessa klasser svarar för 85% av energiförbrukningen i småhus. För att tolka siffrorna måste man uppskatta andelen varmvatten, uppmärksamma den växande bostadsytan och uppskatta inverkan av sekundära bränslen.

3.5.2 Oljevärmda hus

Vi har samlat uppgifter om oljeförbrukningen från OK (1972-1983)⁹ BP, Shell (1970-1975) och SCB¹⁰ (ESH 1977-1982). SCB-materialet är indelat i kategorierna enbart olja, olja plus ved, osv. Alla källor stämmer överens för åren 1977-1980, där OKs material, baserat på de fyra sista automatiska leveranserna till kunder som inte använder ett annat bränsle, SCVs kategori enbart olja och OKs åtgång för 1972, stämmer med värden från andra bolag. Efter 1980 faller emellertid oljebolagens värden bort från SCBs enbart-olja-grupp, ett mått på att även oljekunder med automatiska leveransbeställ-

ningar gått över till två eller tre bränslen. Att OKs kunder i Småland och Norrland, Sveriges mest vedrika landskap, dessutom alltid avvikit mest från förväntade värden, betyder att de alltid haft vedeldning vid sidan om oljeeldning!

Enligt OKs material föll förbrukningen (i alla områden) både efter 1973 och under perioden 1975-78, då oljepriserna stagnerade eller föll och åtgångarna steg i de flesta länder. Detta kan i och för sig vara en indikator på att sparprogrammet i Sverige, som startades tidigt, fungerade. Tyvärr saknas konkreta temperaturmätningar vilka skulle visa hur temperaturen ändrades under tiden. Alla siffror tyder på att åtgången fallit 1979-81, dock inte så brant i Sverige som i andra länder. Detta kan bero på att hus i Sverige redan var bra isolerade, t o m tilläggsisolerade, så att incitamentet att minska på kort sikt var mindre och att den minskningen redan skett under åren 1975-78.

Vilken roll spelade de sekundära bränslena under 1982? Vi uppskattar att 18 PJ ved och 4,5 PJ el förbrukades som sekundära bränslen, därav 10 PJ ved och 3 PJ el i flera hundratusentals hus som värmts huvudsakligen med olja (mot högst 2 PJ ved och 0,5 PJ el 1975 över avsevärt färre villor). Övrig ved och el användes i hus med el eller ved som huvudsakligt bränsle, eller i kombination med koks, fotogen osv. Eftersom totalförbrukning av olja (inkl i värmecentraler) för småhusuppvärmning uppgick till 78,8 PJ betyder det att sekundära bränslen utgjorde drygt 14% av förbrukningen (exkl apparater och matspis) i oljevärmda småhus. Men även den totala åtgången, 130 GJ per lägenhet (levererad) är väsentligt mindre än den var 1972, drygt 160 GJ per lägenhet. Småhusägarna har sparat både olja och energi!

Totalt sett har oljeandelen i småhusens energimönster sjunkit ganska snabbt. År 1972 fanns det i Sverige cirka 920 000 villor som nästan enbart använde olja (cirka 69% av beståndet), därav ungefär 50 000 med olja och ved och/eller el. Olja dominerade helt energianvändningen, cirka 155 PJ, med de sekundära bränslena av mycket mindre vikt. Under 1982 hade siffran för enbart olja sjunkit till 410 000 eller 26% av beståndet, medan de blandade energikällorna svarade för 19%. Cirka 200 000 hade lämnat oljan och gått över till ved eller el. Oljeförbrukning i villorna uppgick bara till 79 PJ, en minskning med 51%. Denna sänkning av oljans andel av det uppvärmda beståndet och bränsleförbrukningen är överraskande snabb, speciellt om man betänker att oljepannbeståndet svarade för över 70% av det totala beståndet.

3.5.3. Elvärmda småhus

Elvärmda hus har haft en annan utveckling (figur 3.6). Under slutet av 60-talet dominerades ökningen av

elvärmade av konverteringar av äldre, icke elvärmda, småhus till el. Först 1975 var antalet elvärmda småhus byggda efter 1965 större än antalet konverteringar. På grund av nybyggandet växte den uppvärmda ytan per hus under hela perioden och därefter. Båda dessa faktorer medförde högre elförbrukning per hus, men troligen lägre förbrukning per kvadratmeter eftersom de nybyggda husen var mycket bättre isolerade än de äldre. Efter 1975 föll åtgången enligt SCBs elstatistik. Efter 1978 blev det åter ett intresse för konverteringar, framför allt till vattenburen el och andelen nybyggnationer med vattenburna elpannor eller kombipannor ökade. Detta medförde också att förbrukningstalen, både per bostad och per kvadratmeter, inte sjönk trots förbättrade byggnadsskärmar i nybyggandet. År 1982 var genomsnittsförbrukningen för en abonnent med elvärt småhus (enligt SCB) högre än 1981. ESH visade endast en liten nedgång per kvadratmeter i hus som bara använde el, vilket inte ens motsvarar det mildare klimatet 1982 jämfört med 1981. Detta innebär bland annat att en hel del större, äldre hus har konverterat till vattenburen el, vilket har ökat elbehovet. Men vi tror att man egentligen har sparat i elvärmda hus. Vår uppskattning av förbrukningen per kvadratmeter, med avdrag för varmvatten och hushållsel, visar en minskning med 10-15% 1972-82. Att minskningen inte var större kan bero på att de reala priserna på el knappast ökat mellan 1972 och 1982 jämfört med den våldsamma ökningen av oljepriserna!

I många studier har den så kallade "dolda elvärmerna" blivit avslöjad. ¹¹ Dold elvärme är när man använder el för uppvärmning utan att ha ett elvärmeabonnemang som kan vara fallet om el används i begränsad utsträckning som sekundär värmekälla, t ex för sommarens varmvatten. Under perioden 1977-82 ökade antalet hus som använder el som sekundär uppvärmningsenergi utan att skaffa elvärmeabonnemang till cirka 75 000 hus. Detta betyder att den ökning av specifika elbehovet i hus utan elvärme främst kan bero på denna dolda elvärme. Hushållselen har knappast ökat alls. Internationellt sett har Sverige det mest gynnsamma förhållandet mellan elpriset och priset på annat bränsle, vilket gör att allt fler går över till el när det inte lönar sig att elda med olja, nämligen under vår, sommar och höst. I USA och Tyskland händer det ofta att oljevärmda småhus alltid haft elbaserat varmvatten. I USA har man varmvattenberedare, i Tyskland genomströmningsapparater. Detta kan vara något att satsa på i Sverige och i Danmark där kopplingen värme-varmvatten fortfarande är stark. En bra serie mätningar på hushåll i Sverige som börjat använda blandat system vore önskvärd för att kartlägga hur långt man skulle komma med kombinationen el - olja.

3.5.4 Fjärrvärmda småhus

Energiåtgången i fjärrvärmda småhus visas också i figur 3.6. Den nedgången vi har registrerat är dock delvis

missvisande. Antalet småhus med fjärrvärme har ökat mycket starkt fram till 1981 p g a gruppbyggnation. Eftersom varje års byggnader är bättre isolerade, förväntas en nedgång av den totala leveransen dividerad med antalet hus när nybyggandet upptar en större del av förbrukningen. * Samtidigt finns det gott om anekdoter om fjärrvärmda småhus som är "för bra" isolerade, så att fjärrvärme som uppvärmningsenergi kan knappast motiveras. Vi antar att mellan hälften och två tredjedelar av nedgången i fjärrvärmeintensiteten är "energibesparing" och resten beror på statistik. I den verkliga nedgången är dock nybyggnationens inflytande mycket starkt. Sekundära bränslen bedöms ha en minimal effekt. För att bättre bedöma den faktiska utvecklingen av fjärrvärme vore det önskvärt att SCBs småhusstatistik också innehöll uppgifter om fjärrvärmeförbrukning och annan statistik.

3.5.5. Energibesparingsinvesteringar i småhus

En viktig fråga är att separera nedgången av flera olika effekter och orsaker. Energiåtgången sjunker om huset bebos av färre människor, om beståndet förnyas (eller ökar) när nya hus byggs bättre än äldre eller när folk avsiktligt investerar i åtgärder som minskar energiförlusterna från värme- och varmvattenssystem, byggnadsskärmar eller elapparater, eller om folk minskar sin efterfråga på energitjänster, d v s minskar på varmvattensförbrukningen, innetemperaturen osv. Alla faktorer måste antas vara lika viktiga om inget annat har påvisats. Vi tror dock att den höga andelen småhus där man gjort investeringar, enligt Bostadsstyrelsens statistik för erengisparlån och -bidrag samt ESHs enkät om vidtagna åtgärder med eller utan offentligt stöd (figur 3.7) tyder på att det är teknik och nybyggnation som svarar för den största delen av nedgången, därefter beteendet och sedan demografiska faktorer såsom boendetetätet.

Vi har studerat energibesparingsmönstret i småhus. I samband med Marshall-studien behandlades SCB-material från ESH som visade frekvensen av olika åtgärder eller åtgärdspaket. Två frågor var aktuella.

- Har människors tillgång till sparpengar - sparprogrammet - påverkat sparåtgärderna?
- Finns det ett mönster bland sparare och icke-sparare?

*Det finns en osäkerhet i definitionen av antalet lägenheter i en husgrupp. Det kan betyda att antalet hus registrerade i statistiken, vilket var lägre än faktiska antalet förr, men har ökat snabbare än faktiska antalet, numera är identisk med det faktiska antalet. När man dividerar försäljningen med antalet småhus (som årets medelvärde) får man en besparings-effekt genom denna snabba ökning.

Det så kallade högskoleprojektet (HSP) visade att åtgärder i småhus i stort sett resulterade i de förutsedda besparingarna även om den individuella besparingen i ett enstaka hus avsevärt avvek från genomsnittet. En del av HSP-resultaten återges i tabell 3.8. När den uppnådda besparingen avvek från den förutsedda, kunde man räkna ut varför. HSP påvisade då att programmet var tillräckligt för att ge energi-besparing som HSP konstaterade bestod och inte blev "uppäten" av högre komfort. Men var programmet nödvändigt? Hade man kunnat spara utan program?

Andelen småhus där sparåtgärder har vidtagits (de tre högsta delarna av varje stapel i figur 3.8) är imponerande. Även ganska stora åtgärder finns med. I Energisparkommittens egen bedömning¹² uppger man att 20% till 25% av alla småhusen tilläggsisolerades mellan 1978 och 1981. Det är ganska imponerande siffror. I andra länder har den procentuella reduktionen i åtgången varit större men på mycket kort sikt och alla enkäter tyder på att frekvensen av stora åtgärder är lägre än i Sverige. Eftersom det svenska bostadsbeståndet redan 1972 var bäst i OECD finns det inget skäl att tro att programmet kan ha stimulerat investeringarna.

Samtidigt finns dock tecken på att programmet hade några mindre effekter. Figur 3.8 visar att andelen hushåll som gjort investeringar styrdes av bostadens ålder, vilket vi vet starkt påverkar dess energiåtgång. Andra siffror från samma SCB-statistik visar att en större andel hushåll vidtog åtgärder om de bodde i oljevärmda hus än om de bodde i elvärmda, för varje årgångsgrupp, d v s för varje byggperiod som SCB-materialet redovisar.

Men mest förvånande var att det stora antalet åtgärder som var berättigade till stöd men som vidtogs utan stöd, var lika högt som antalet åtgärder som vidtogs med stöd (figur 3.7). Detta betyder att programmet möjligen hade en mindre direkt effekt än vad man trodde. Svensken var redan vid första oljekrisen ganska väl förberedd - internationellt sett - att investera, medan i andra länder det mest rörde sig om de enklaste strukturer - installations- eller beteendeåtgärder. Men vi tror också att programmet hade den effekten att det drog igång ett spartekniskt medvetande som vi faktiskt inte sett någon annan stans varken i Nordamerika eller på kontinenten. Endast i Danmark, där småhus byggda före 1972 var väsentligt sämre isolerade än hus i Sverige och där inkomststegringen har varit mycket sämre än i Sverige, finns det lika stort intresse för rikliga sparinsatser.

Ytterligare aspekter är värda att poängtera. För det första var antalet hus där man bara åtgärdade byggnads-skalet mycket litet, vilket visar att bostadsbeståndet i Sverige var mycket bra redan innan 1973. Dessutom kan man inte nå en bra besparing med en stor insats i byggnadsskärmen utan att man också gör om installationer,

dimensionering, trimning och reglering. Vidare kan hushåll som besvarade EHS med att de inte hade vidtagit några åtgärder antas ha haft en lägre omsättning än hushåll som hade åtgärdats. Detta kan bero dels på inflytande av beteendeåtgärder i hus utan investeringar, dels på det ekonomiska incitamentet att investera, som i och för sig är större i större hus eller i dåliga hus. I småhus av en viss åtgång som redan 1973 hade låg förbrukning (eller som hade förbättrats dessförinnan) hade man mindre intresse av att investera mer pengar. Tyvärr är tolkningen inte entydig men visar på att programmet (med eller utan stöd) har nått den gruppen som bör ha sparats (i den ekonomiska meningen), eftersom HSP visade att insatserna i och för sig lyckades. Vad som behövs i dag är en kartläggning av förbrukningen i småhus före och efter åtgärderna oavsett om de sparade eller ej och oavsett om de deltog i det statliga programmet eller ej.

3.5.6 Orsakerna till energinedgången i småhus

Oavsett vad orsakerna eller de stimulerande faktorerna var tror vi att nedgången i energiåtgång (per kvadratmeter) i småhus i Sverige sedan 1973 - 25% i oljevärmda och fjärrvärmda, 15% i elvärmda hus - till 75% beror på teknik och nybyggnation och endast till 25% på beteende eller demografi. Vi kan förklara vår åsikt med en enkel figur. I figur 3.9 visar vi förbrukningen av energi (netto) för värme och varmvatten för alla småhus. Våra förbrukningsuppgifter, behandlade av LGC med hänsyn till den uppvärmda ytan 1970, visas i vänstra stapeln. I nästa stapel visas motsvarande uppgifter för småhus 1981 som byggdes 1970 eller tidigare och som fortfarande användes 1981. I tredje stapeln visas småhus byggda 1971-80.* Av nedgången mellan 1970 och 1981 i det kvarvarande beståndet (32%) tar vi bort en liten del för det ändrade utnyttjandet av husen (3 procentenheter) och ett ökat bidrag till gratisvärme från hushållsapparater, cirka 5 enheter. Resten kan kallas för besparing.

Men andelen småhus med CV ökade från 86% till 97% under perioden som i och för sig medfört ökad förbrukning. Detta skulle betyda en något ökad förbrukning per kvadratmeter. Detta innebär att den faktiska förbrukningen bör jämföras med en något högre nivå än 210 kWh/m^2 , som motsvarar en fördubblad värme/varmvattensförbrukning i 5% av det äldre beståndet och fick CV. Å andra sidan har minskningen av ungefär 12% av 1970 års bestånd eliminerat de sämsta husen och den minskade boendetätheten (7% mindre 1981/1970) svarade dessutom för en liten nedgång. Dessa faktorer kan svara för 4-5 procentenheter av nedgången.

Återstående minskning kan kallas för energibesparing.

* Här har LGC räknat med verkningsgraderna 66% olja och gas, 55% ved, 92% el och fjärrvärme, vilket avviker något från våra tidigare siffror.

En del kan bero på temperaturförändringar. En enkät utförd för Vattenfall 1973 visade att den genomsnittliga temperaturen i hushåll som rapporterades låg mellan 21°C och 23°C. År 1981 låg motsvarande temperatur mellan 20°C och 22°C (enligt SCBs HEA-enkät) som motsvarar temperaturen SIB har uppmätt i tusen hus och lägenheter, 21,4°C.¹³ Detta vittnar om att svensken i snitt har sänkt temperaturen mellan 2 och 3 grader mellan 1972 och 1981, väsentligt mindre än i andra länders lägenheter med CV, men tillräckligt för att ge en besparing på mellan 10% och 15%. Detta betyder en sänkning till 175 kWh/m², efter ovannämnda justering för standardökningen, boendetätheten och rivningar. Resterande sänkning, 36 kWh/m², kan härledas till tekniska förbättringar i beståndet. Detta innebär att mer än 2/3 av energibesparingen i svenska småhus har uppstått genom tekniska förbättringar. I de andra länderna vi har undersökt tror vi att teknik endast har svarat för 1/3 och beteende för 2/3 av sänkningen.

Den sista stapeln i figur 3.9 visar energiförbrukningen i nya småhus byggda mellan 1971 och 1980. Nivån ligger lite under 1970 års bestånd. Att den inte ligger mycket under beror på förbättringar i det äldre beståndet samt att de allra tätaste husen bara har marginell inverkan på hela beståndet.

För att studera denna nedgång har vi undersökt nedgången i k-värden - enligt låneobjektstatistiken - i samtliga småhus byggda med statligt lån samt i totalproduktionen av en hel del husfabriker på 70- och 80-talen (figur 3.10) och funnit att nedgången i k-värden har varit kontinuerlig sedan 60-talet, med möjligen en liten ökning efter 1973 eller när SBN-75 trädde i kraft år 1977. Det finns i samtliga kurvor inget tecken på att SBN-75 själv orsakade denna drastiska nedgång i förbrukningen eller en ändring i byggtekniken. Kraven i SBN-67, SBN-75 och ELAK visas i kurvorna.

Utifrån är det ganska lätt att se på de internationellt sett stränga nominella krav som SBN-75 ställer på nya hus, vilket ger det intrycket att normen är den viktigaste drivkraften. Men hela tiden har den teknik som köpts och installerats varit bättre än kraven. Stöd för detta kommer direkt från belåningssystemet som rikligt har betalat husbyggare eller -köpare för deras insatser av energibesparande åtgärder i nya hus.* Först i ELAK-normen, vilken trädde i kraft den 1 januari 1984, kunde man se en norm som krävde mer än som var genomsnittligt för dagen. Figur 3.11 visar nedgången i småhus efter ålder, i detta fall hus som enbart använde el 1981. Den långsamma utveckling av förbrukningen i yngre småhus, utan hopp 1977, kan vara bevis på att svensk teknik redan var anpassad till de nya kraven.**

* Detta har undersökts i Marshall Projektet.

** Att förbrukningen hoppar 1976 kan bero på slumpfel.

Tyvärr saknas riktiga mätningar som kunde vara representativa för hela perioden, all byggnation och alla olika bränslen. Emellertid visar uppgifter om småhus byggda av ABV i Göteborgstrakten under olika år (tabell 3.9) en synbar nedgång i förbrukning i samband med skärpning av byggnaders energitäthet. Dessutom kan man konstatera att de merkostnader för att komma ner från nivån mellan SBN-67 och SBN-75, dvs från 70-talets teknik till något bättre än SBN-75, var små, med en investering per årlig inbesparad kWh på nära en krona. Kostnaderna för att uppfylla ELAK-kraven däremot är mer osäkra, såsom resultaten från att försöka möta dessa krav visar. Emellertid har vi fått indikationer på att det blir dyrare, i storleksordningen 15 000 SEK/småhus och dyrare per inbesparad kWh.¹⁴ Det är därför viktigt att följa upp förbrukningen i alla nya småhus för att kunna bedöma huruvida tendensen för förbrukningsminskningen har fortsatt och de uppnådda besparingarna motiverar fortsatta investeringar i förbättrad teknik.

3.5.7 Energibesparing i flerfamiljshus

Energiförbrukningen i flerfamiljshus är svår att kartlägga på riksnivå för 1976 då SCBs egen Energistatistik för flerfamiljshus (EFH) och Energistatistik för lokaler (1977) drogs igång. Statistiken vi har fått från Riksbyggen (opublicerade) och från HSB¹⁵ tyder på att en lägenhet med CV krävde cirka 77 GJ 1970 för varmvatten och uppvärmning, med en netto bostadsyta på 65m² och en brutto uppvärmd yta på cirka 70m² (mot 73m² i dag). Detta ger en åtgång på 1,1 GJ/m². Samma grupp av byggnader ligger på 0,81 GJ/m² i dag. Dessa byggnader ligger både under HSBs genomsnitt och under riksgenomsnittet 1978-1981 varför vi tror att en representativ åtgång för alla oljevärmda lägenheter 1970 var nära 1,2 GJ/m² eller 84 GJ/lägenhet.* Fjärrvärmda lägenheter visar en mindre nedgång, delvis på grund av att beståndet var yngre, delvis på grund av att ökningen i beståndet mest beror på ändringar av äldre byggnader sedan 1973, delvis på grund av att en del besparingar som gjorts i produktions- och distributionsleden inte har registrerats i vår statistik.

Totalt sett tror vi att samtliga oljevärmda lägenheter (inkl kvarterscentraler) har minskat åtgången med 20% 1970-1982 och fjärrvärme med 10%. Grovt räknat har beståndet gått ner från 0,85 GJ/m² 1970 till 0,69 GJ/m² (netto) i 1981 års kvarvarande bestånd. Nybyggnation (1971-1980) krävde ungefär 0,65 GJ/m².

Det är inte förvånande att nedgången varit mindre i flerfamiljshus än i småhus, då flerfamiljshus i regel saknar individuell debitering för värme och varmvatten. Enkäterna om temperatur tyder på att temperaturen alltid har varit högre i centralvärmde lägenheter än i

* Vi antar att en liter olja - blandad E01 och E02-5 - innehöll 37,2 MJ 1970 mot ungefär 36,8 GJ 1981, då E01 utgjorde en mycket större andel av förbrukningen.

småhus, men att den har sjunkit från 23°C 1970-73 till 21,5°C 1981, som mätts av SIB. Men temperatursänkningar har hjälpts mycket av tekniska justeringar och att isoleringsåtgärder, speciellt i samband med renoveringar, har givit en teknisk besparing. Ägarna eller förvaltarna i Sverige har paradoxalt nog högre incitament att minska åtgången än de boende. I andra länder har man oftare direktdebitering av energi men ett mycket mindre intresse från ägarna eller hyresvärdarna att förbättra beståndet. Vi tror att besparingen i Sveriges flerfamiljshus, som kan bli mycket större i framtiden, emellertid är mycket god och att det mest beror på teknik.

Här har sparprogrammet spelat en viktig roll. En hel del fastighetsägare och förvaltare angav till HSB att de aldrig skulle ha investerat i sparåtgärder utan programstöd. Det kan tänkas att programmet verkligen ökade dessa investeringar, speciellt i hus med kallhyra, d v s där hyresgästerna betalar för energin utan direktdebitering men ovanpå hyran.

3.6 Beteendets roll

Det är väl känt att beteendet spelar en viktig roll i energiförbrukningen. Även om husets och installationernas tekniska egenskaper bestämmer hur mycket energi som krävs för en viss tjänst så är det människan som kräver energitjänster, d v s en viss temperatur, en viss mängd varmvatten, innehav och användning av tvätt- och diskmaskiner osv. Som nämnts ovan har SIB mätt innetemperaturen i Sverige under säsongen 1981-82 och konstaterat att den ligger på 20,4°C i småhus och 21,8°C i flerfamiljshus. Dessa temperaturer är de högsta i OECD under vintertid. Temperaturförfrågningarna tyder på endast en två graders minskning sedan 1973. Vår statistik pekar också på att varmvattensindikatorn för Sverige - nettoenergi per capita - ligger bland de högsta. Detta betyder att beteendet inte kan anses vara orsak till den låga energiförbrukningen i svenska bostäder och att svensken inte är speciellt sparsam vad beträffar beteendet eller kortsiktiga uppoffringar.

Vad Lundström¹⁶ pekade på - och vad Gaunt och Berggren i en senare studie¹⁷ bekräftade, var den nästan otroliga spridningen i förbrukning mellan familjer i tekniskt sett identiska hus. Lundström fann ett samband mellan förbrukning och sociala variabler - t ex familjens storlek - och Gaunt/Berggren fann vidare att antalet duschar, husets utnyttjande osv kunde förklara en del av spridningen av förbrukningen. Lundströms egna data visar att lika hus faktiskt var mycket lika: lutningen i kurvan som visar samband mellan förbrukning och utetemperatur och som ger ett mått på husets totala k-värde, var nästan densamma för samtliga identiska hus. Detta bevisar vidare att det är tack vare den goda svenska byggtekniken som vi har så god energiekonomi i yngre hus. Att förbrukningen i enstaka hus oftast

avviker från medelvärdet beror på olika innetemperaturer, varmvattenskrav och andra fysiska skillnader i hur huset utnyttjas. De höga förbrukarna behöver emellertid inte kallas för slösare. Om familjen Svensson är stor med många tonåringar och med en make/maka som är hemma dagtid, kan förbrukningen vara väsentligt högre än hos familjen Jonsson med bara ett barn (på dagis) och där båda vuxna jobbar utanför hemmet och har värmen avstängd dagtid!

Som vi nämnde tidigare är det den goda tekniken i Sverige som har sänkt marginalkostnaden för att värma upp ytterligare en grad till den längsta i Europa, en anledning i sig själv till att man visar ringa intresse för att minska komforten i Sverige. Detta gör bland annat att den först nämnda familjen Svensson inte betalar särskilt mycket mer för sin komfort eller merförbrukning än familjen Jonsson. Samtidigt har dock många svenskar i oljeeldade villor märkt att de kan minska varmvattensförbrukningen. Med dagens oljepriser är ju varmvattnet inte särskilt billigt. Detta förklarar också varför Lundström, som observerade förbrukningen i elvärmda småhus från 1970, inte fann några stora sänkningar i förbrukningen. De boende hade redan från början en ganska hygglig uppvärmningskostnad som inte steg lika mycket som de flesta andra svenskar.

Att beteendet i Sverige inte har lett till stora besparingar är också en följd av debiteringssystemet. Mindre än 10% av svenskarna i flerfamiljshus (eller 4% av befolkningen) betalar direkt för uppvärmning och varmvatten efter faktisk förbrukning. I småhus betalar de flesta också efter faktisk förbrukning, men blir i regel debiterade tre gånger om året (el), eller kanske bara via ett speciellt budgetkonto (olja). I båda fallen behöver de boende inte läsa av sin faktiska förbrukning och elverket kommer endast en gång om året. Bara i hus där man eldar med ved, där varje insats måste göras manuellt, kan man säga att det finns ett riktigt mätbart värde mellan förbrukning och förbrukare, men i de flesta fall kostar själva bränslet inget. Detta betyder att de flesta svenskar är mycket bra skyddade från kortsiktiga prissvängningar för energin, både ur teknisk och ur ekonomisk synpunkt. Detta är i OECD. I Danmark betalar en hel del av energiförbrukarna i flerfamiljshus efter uppmätt förbrukning, även om uppmätningarna inte är så noggranna och i USA är det i regel direkt debitering.

Ved användningen har ökat starkt i Sverige vilket också visar på en viktig sida av beteendet. Olika enkäter visar att det både är de mest och de minst förmögna familjerna - främst på landet - som eldar helt eller delvis med ved. Att låginkomstfamiljer använder ved är förståeligt. Att höginkomstfamiljer intresserar sig för ved kan förklaras på två sätt. För det första har de tillgång till kapital, kanske via sparlån, för att skaffa sig avancerade vedeldningsinstallationer och avdragsrätt för räntan på lånat kapital. Det andra är kanske enklare. En familj med en marginalsatt på 75%

"tjänar" fyra kronor för varje krona som oljeräkningen kan reduceras genom att man eldar med ved. Kombinationen av tillgång till ved och vedeldningsteknik, billigt kapital (eller avdragsrätt) och marginalskatt gör ved mer attraktivt i Sverige än i något annat land.

Vi tror att det därför är viktigt att man tar hänsyn till ved i bostädernas energibalans - oavsett hur pass svårt det än är att uppskatta kalori- eller det ekonomiska värdet av förbrukningen. Det är viktigt att komma ihåg hur intresset för ved som sekundärt bränsle kan svänga mycket drastiskt. Under en mild vinter kan många klara sig bara med ved, medan man under stränga vintrar plötsligt måste koppla in el eller olje. Om priserna sänks på olja eller el kan man förvänta ett minskat intresse för ved och tvärtom. Den stora flexibilitet som svenska småhus nu har inbyggd gör det ännu viktigare att man kartlägger hur mycket mer - eller mindre - man skulle kunna tänka sig elda med ved och hur stor roll ved hittills har spelat för att ändra olje- och elförbrukningsmönstret.

3.7 Slutsatser

I detta kapitel har vi visat en studie av den faktiska utvecklingen av energiförbrukning i svenska bostäder sedan tidigt på 60-talet. Vissa slutsatser är värda att upprepa.

- Den totala energiförbrukningen, inklusive ved (levererad eller bruttoenergi) har ökat avsevärt mellan 1960 och 1972, medan netto- eller primärenergien ökat ännu snabbare. Ökningen av primärenergi sedan dess har endast varit marginal med levererad eller nettoenergi sjunkit avsevärt.
- Mätt per bostad eller per capita har ökningen varit mycket mindre fram till 1972 och därefter fallit stort. Mätt per kvadratmeter har ökningen varit ännu mindre. Det är alltså mest det ökade bostadsbeståndet (med dess tillhörande uppvärmda yta) samt det ökade innehavet av elapparater och varmvattenssystem som har drivit energiförbrukningen uppåt.
- Den ökade förbrukningen för rumsuppvärmning (oavsett om man mäter levererad, netto eller primär energi) har varit mindre än standardökningen, d v s Sveriges bostäder har blivit bättre ur energisympunkt under hela 60- och 70-talen. Trenden accelererade efter 1972.
- Sveriges bostäder har haft en sänkning på 19% (levererad energi per bostad) 1972-1982, 0% i primär energi och 12% i nettoenergi. Tar man hänsyn till den större bostadsytan 1982 än 1970 (cirka 12%) samt den större endelen småhus och den högre täckningen av elapparater är de upp-

nådda besparingarna något större.

- Uppvärmningsstrukturen har ändrats konstant under perioden, först från fasta bränslen till olja (och fjärrvärme) och sedan också el, sedan bort från oljan till el, ved och fjärrvärme. Sveriges bostäder har visat sig vara mycket flexibla vad beträffar uppvärmningssystem.
- Sparprogrammet har säkerligen påverkat förbrukningen nedåt, men vi tror att högre energipriser, främst på olja, har varit den största anledningen att spara energi i småhus.
- Andelen småhus där energisparåtgärder har vidtagits är ganska stort internationellt sett - 60%, men endast hälften har gjorts med direkt stöd från sparprogrammet. Detta bedöms ha haft större betydelse för flerfamiljshusen.
- Effekten av nya byggnader har varit stor på småhussidan där cirka 15% av 1982 års bestånd har byggts efter 1973. De har en något lägre förbrukning än resterande bestånd byggt före 1971 men skillnaden är inte så stor tack vare de förbättringar som har gjorts i de äldre byggnaderna sedan 1973.
- Reduktionen i oljeanvändning i Sveriges bostäder - bortsett från ökad användning av den oljebaserade fjärrvärmens - har varit imponerande. Antalet småhus som enbart använder olja har sjunkit från cirka 800 000 år 1975 till drygt 400 000 år 1982 med en väsentligt lägre åtgång. Andelen elvärmda villor steg från ungefär 350 000 till 700 000 under samma period. Sverige har, efter Norge, den högsta andelen elvärmda småhus i OECD.
- Vedens roll i bostädernas energiförsörjning, som oftast förbises av olika utredningar på statistiska brister osv, kan nu ses ganska klart. I figur 3.12 visas våra beräkningar av bruttoenergiförbrukningen med och utan ved (vänster) och vedens andel i den totala förbrukningen. Ökningen av totalförbrukningen 1960-1972 är nästan dubbelt så snabb utan ved som den är med ved inräknad. Minskningstakten efter 1972 är också starkt beroende på vedanvändningen.

Sveriges bostadsbestånd hade 1972 den högsta uppvärmningsstandarden inom OECD och samtidigt den mest effektiva uppvärmningen. Sedan dess har oljepriset ökat reellt med flera hundra procent, medan elpriset ökat mycket mindre och inkomsterna inte vuxit i samma takt som förr. Allt inräknat har den besparing vi observerat i Sverige varit mycket bra - även om det finns mycket kvar att spara i både existerande och nya byggnader, både genom tekniska förbättringar och genom ändrat

beteende. Högre energipriser, mer avancerad teknik och ökad information kommer tillsammans att bidra till den nya besparingen. I nästa avsnitt behandlar vi det internationella perspektivet vidare.

För hjälp med anskaffning av materialet ber vi att få tacka Rune Askerlund, Claes Hedenström och Gunnar Larsson (Vattenfall), Kurt Åstedt (Esso), Christer Sundström och Hans von Bremen (Shell), Robert Cederskiöld och Anders Westholm (BP), Erik Barreby (OK) samt Karin Larsson Toll (SIFO).

Referenser

Denna artikel bygger på författarens "Residential Energy Use and Conservation in Sweden", publicerad i tidskriften Energy and Buildings, Vo. 6, Nr. 1, 1984, och Coming Out of the Cold, rapport från German Marshall Fonds studie över energieffektiva bostäder i Sverige, som finansierades av German Marshall Fund, Washington och Statens Råd för Byggnadsforskning, Stockholm.

1. SIFO 1960, FERA 1964, FERA 1969, Vattenfall 1971, 1973, 1975, CDL 1979.
2. Carlsson, L-G. 1980. "CDLs hushållsundersökning 1979". ERA, Nr 2.
3. EK-67. Sveriges energiförsörjning 1955-1985. Rapport av 1967 Års Energikommitte. Stockholm, Handelsdepartementet.
4. Barreby, Erik, 1982. (priv.komm).
5. Munther, K. 1980. Oljeförbrukning i småhus. Stockholm, Statens Råd för Byggnadsforskning.
6. Energistatistik för Småhus (ESH), Energistatistik för Flerfamiljshus (EFH), Energistatistik för Lokaler (EL), utgivna av enheten för bostads- och fastighetsstatistik, SCB, Örebro, samt Hushållens energianvändning (HEA), utgiven av Utredningsinstitutet för Statistik om Levnadsförhållanden, SCB, Stockholm.
7. Skogsvårdsstyrelsen/SIND, 1983 (Juni). Ökad Eldning med Skogsråvara. Samt SIND 1983, Skogsindustri - Skogsenergi. SIND 1983:2. Stockholm, Liber Förlag.
8. Schipper, L, 1984. Analysis fo Residential Energy Use in Sweden 1960 - 1982. Lawrence Berkeley Lab (Bilaga 1).
9. Barreby, E. 1979-1983 (privat kommunikation). Se även Munther 1980, Oljeförbrukning i Småhus. Stockholm, Byggnadsförskningsrådet.

10. Energistatistiken för Småhus. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.
11. Vattenfalls undersökning (1983) av elvärmda småhus. SCB-statistiken för småhus. Båda visar antalet småhus med elförbrukning mellan 8 och 12 MWH/år som inte har elvärmeabonnemang.
12. Energisparkommitten, 1983. Information som Styrmedel. Stockholm: Liber Förlag.
13. Norlen, U och Holgersson, M, 1982. Mätning av temperatur i svenska bostäder. M82:27. Gävle: Statens Institut för Byggnadsforskning.
14. Se t e x Stadler, Claes-Göran, VVS Nr. 9, 1983.
15. Petersson, K, Nilsson, Stig och Jansson, B, 1983. Energistatistik för HSB-förvaltningar. Stockholm: HSB och Byggnadsforskningsrådet.
16. Lundström, E, 1982. Boendevanornas Inverkan på Energiförbrukning i Småhus. T46:1982. Stockholm: Council for Building Research.
17. Gaunt, L and Berggren, A M, 1983. Household Habits and Energy Consumption. Presenterad vid CIB kongress, Stockholm, 1983.

Tabell 3.1 Bostädernas energiförbrukning i Sverige
1960 - 1982

	1963	1965	1970	1972	1978	1980	1982	AAGR (%)	
								63-72	72-82
Energiförbrukning									
Levererad (Brutto) (PJ)	262	283	346	367	349	334	334	3.8%	-0.9%
(Bränslen)	234	247	277	284	210	199	176	2.2%	-4.7%
(Fjv)	7	11	29	33	52	55	62	18.4%	6.5%
(El)	21	25	41	50	76	80	96	10.1%	6.7%
Primärenergi (PJ)	304	334	418	473	509	506	535	5.0%	1.2%
Energiförbrukning per bostad:									
Levererad (Brutto) (GJ)	94.0	98.5	109.7	111.2	95.0	91.2	90.2	1.9%	-2.1%
Primär (GJ)	110.7	117.0.	137.2	143.3	140.1	138.3	144.7p	2.9%	+0.1%
Elförbrukning per bostad:									
Brutto (MWh)	2.1	2.4	3.6	4.2	5.8	6.1	7.2	8.0%	5.5%
Energiförbrukning per capita									
Lev. (Brutto) (GJ)	34.2	36.3	42.8	45.2	42.3	40.1	40.1	3.1%	-1.2%
Primär (GJ)	39.6	43.2	53.6	58.2	61.4	60.8	61.9	4.4%	0.6%
Graddagar (bas 18°C)	4370	4250	4505	3890	4370	4475	4040	..	..
Index (4010=100)	109	106	112.3	97.4	108.8	111.6	100.7	..	..

Noter.

Samtliga förbrukningstal är klimatkorrigerade.
AAGR betyder genomsnittlig årlig tillväxt.

"Bränslen" avser olja, fotogen, gas, kol, koks och ved.
"Fjv" avser fjärrvärme.

I primärenergien räknas fjärrvärme och el inklusive
schablonmässiga förluster i produktionsledet med
verkningsgraderna 34,6% för el och 75% för fjärrvärme.

Tabell 3.2 Viktiga faktorer i energiförbrukningens utveckling i Sverige

	1963	1965	1970	1972	1978	1980	1982	AAGR (%)	
								1963-72	1972-82
Almänna									
Befolkning (10 ⁶)	7.66	7.73	8.08	8.12	8.28	8.32	8.32	0.7%	0.2%
BNP/cap (10 ³ SEK ₁₉₇₀)	17.2	19.0	22.0	22.7	24.8	26.0	25.0	3.1%	1.0%
DI/cap (10 ³ SEK ₁₉₇₀)	10.2	10.9	11.9	11.9	13.7	14.2	13.55	1.8%	1.3%
Konsumentprisindex	74	81	100	119	198	242	294	5.4%	9.5%
BOSTÄDER									
Bostäder (10 ⁶)	2.79	2.87	3.15	3.32	3.58	3.66	3.70p	2.0%	1.1%
Bebodda bostäder (10 ⁶)	2.70	2.76	3.02	3.14	3.39*	3.48*	3.53p	1.7%	1.2%
SFD andel (%)	47	46	43	43	45	45	45		
Boendeäthet**	2.84	2.80	2.68	2.59	2.44	2.39	2.35	-1.0%	-1.0%
Bostadsytan (m ² /1 äg)	75	77	80	82	85	88	90	1.0%	0.9%
SFD	92	95	102	107	123	125	125	1.6%	1.6%
Flerfam.	63	63	64	65	65	65	65	0.4%	0.0
Fasta Energipriser (1970 SEK/GJ)									
Eldningsolja l	6.4	5.4	5.0	4.7	9.0	15.8	23.1	-4.0%	17.3%
El.	46.9	39.2	31.7	31.7	38.1	40.6	42.9	-4.3%	3.1%
Fjärrvärme	8.4 ⁽⁶⁰⁾	-	6.6	6.05	15.6 ⁽⁷⁹⁾	17.3	19.9	-2.7%	12.6%

Källor: SCB (befolkning, bostäder, nationalräkenskaper). Esso och SIND (E01). Vattenfall (elpriser baserade på 5 000 kWh/år utan uppvärmning). Stat. årsböcker (gaspriser).

Asterisken (*) avser osäkerheten i antal åretruntlägenheter.

(**) Beräknat med hänsyn till bebodda bostäder.

Tabell 3.3 Innehav av elapparater
(% av hushåll)

	1964	1971	1979	AAGR (%)	
				1964-71	1971-79
Kylskåp	77	94	99	2.9	0.6
Kyl/frys	22	48	77	11.8	6.1
Diskmaskin	3	8	27	17.0	16.0
Tvättmaskin	31	47	64	6.1	3.9
Tork	-	6	22	-	18.0
SV TV/Färg TV	77/0	80/11	32/76	/-	/27.0
Gasspis/ugn	19	12	4	-6.4	-13.0
Vedspis/ugn	11	6	2	-9.3	-13.0
Elspis/ugn	69	79	95	2.0	2.3
El. VVberedare	4	15	20	21.0	3.7
Bastu	-	3	9		
Bilvärmare -	19	23			

Källor: Föreningen för Elektricitetens Rationella Användning (1964), Vattenfall (1971 och 1979), LBLs egen studie (gas).

Tabell 3.5 Energiförbrukningsmönster i bostäder

Bränsle	Uppvärmning	Varmvatten	Spis	El Aparater.	Total	Korrigerade
Olja, PJ ¹	135.2	48.6	-	-	183.8	169.8
-Bestånd, 10 ³	863/1043	860/1040	-	-		
-Spec. Förb., GJ	95.0/50.6	29.9/22.0	-	-		
Gas, PJ	1.12	0.3	0.58	-	2.00	1.9
-Bestånd, 10 ³	7.8/12	7.8/10	8/268	-		
-Spec. Förb., GJ	80/42	25/15	3/2.1	-		
Koks, PJ	0.54	0.18	-	-	0.72	0.61
-Bestånd, 10 ³	5.5/2.5	5.5/2.5	-	-		
-Spec. Förb., GJ	80/40	25/15	-	-		
Ved, PJ	9.27+[17.4]	2.3	0.2	-	29.2	26.4
-Bestånd, 10 ³	90/2.5	90/2.5	100	-		
-Spec. Förb., GJ	80/42	25/18	2	-		
-Ej-CV, 10 ³	32+[400]/3					
-Spec. Förb., GJ	50+[43.5]/30					
El., PJ	26.15+[1.75]	11.25	7.75	36.5	83.25	80.46
-Bestånd, 10 ³	550/65	575/75	3300	3655		
-Spec. Förb., GJ	46.4/25.4	18/12	2.7/2.0	10.0		
-Spec. Förb., MWh	12.9/7.1	5/3.3	0.65	2.77		
Fjärrvärme, PJ ²	41.8	17.2	-	-	59.0	54.6
-Bestånd, 10 ³	63/921	63/921	-	-		
-Spec. Förb., GJ	79.0/40.0	20/17.3	-	-		
I allt, PJ	233.2(209.0)	79.8	8.5	36.5	357.9	333.8
GJ/låg	63.8(57.1)	21.8	2.3	9.8	97.9	91.3
Andel (%)	62	24	3	11		

Noter. Se ovanstående tabell 3.4 1) inkluderar 0,2 PJ fotogen för 3 000 SFD och 3 000 MFD. Kan exkludera ungefär 2 PJ olja i MFD som inte räknas in i 1978 - 1980 års SCB-enkäter.

Tabell 3.6 Indikator av bostädernas energiförbrukning i Sverige

	1963	1965	1970	1972	1978	1980	1982	AAGR	
								1963-72	1972-82
Åtgången (netto): ¹									
Rumsuppvärmning ²									
GJ/bostad	44.9	47.2	52.0	52.9	45.7	42.9	44.2p	1.8%	-1.8%
kJ/dw-m ² -DD	156	160	160	159	134	122	122	0.2%	-2.6%
Varmvatten ³									
GJ/bostad	10.5	12.0	17.3	18.0	17.8	17.1	16.6p	6.2%	-0.8%
GJ/person	3.8	4.4	6.74	7.34	7.76	7.5	7.37	7.5%	0.04%
Elec. apparater ⁴									
GJ/bostad	4.8	5.6	7.9	8.5	10.0	10.0	10.2	6.6%	1.8%
kWh/100SEK	47.7	52.6	72.0	80.6	84.9	86.1	89.6	6.0	1.1%

Noter. Areal (m²) avser bostadsytan. Den uppvärmda ytan är något större.

(1) Nettoenergi avser brutto minus omvandlingsförluster i huset. Olja och gas räknas med 66% verkningsgrad, fasta bränslen med 55%, el och fjärrvärme med 100% om inte annat anges i texten.

(2) Normalårsvärde.

(3) Innefattar samtliga bostäder, även sådana utan rinnande varmvatten.

(4) Elapparater exkl spisar/ugnar, uppvärmning och varmvatten med undantag av en del varmvatten i disk- och tvättmaskiner.

Tabell 3.7 Genomsnittlig nettoenergiförbrukning för uppvärmning och varmvatten.

Småhus med centralvärme

	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Huvudsakligt oljebaserad											
<u>Oljaleverantörnas uppgifter</u> ¹											
Faktiska (GJ)	174.6	165.2	-	137.2	151.8	142.4	146.0	141.3	131.3	123.8	115.7
Korrigerade ² (GJ)	159.3	168.7	-	150.3	144.4	140.6	136.9	129.5	120.8	115.8	115.0
<u>ESH Survey</u> ³											
Faktiska (GJ)	-	-	-	-	-	-	149.5	143.5	139.4	139.3*	130.4*
Korrigerade (GJ)	-	-	-	-	-	-	140.1	131.6	128.0	131.1	130.0
Pris (SEK ₇₀ /GJ)	4.97	4.70	8.81	7.95	10.0	9.63	9.00	13.5	16.0	20.1	23.1
Fjärrvärme											
Faktiska (GJ)	-	108(73)	98.7	111.2	117.6	111.0	106.1	99.8	99.0	88.4	77.6
Korrigerade ² (GJ)	-	108.6	108.5	122.9	111.4	109.5	99.0	91.0	90.5	83.2	76.8
Värmepris (SEK ₇₀ /GJ)	6.9	7.2	12.8	-	12.2	-	17.8	-	21		
El-baserat (ej jordbruksfastigheter) ⁴											
<u>SCB</u> ¹											
Faktiska (GJ)	-	57.4(73)	55.8	58.1	66.0	66.1	65.0	66.7	62.6	61.2	63.0
Korrigerade ² (GJ)	-	57.6	60.3	63.3	63.0	65.3	61.2	61.6	58.0	58.0	62.7
<u>ESH survey</u> ³											
Faktiska (GJ)	-	-	-	-	-	74.3	71.0	70.0	66.7	67.3*	67.3*
Korrigerade ² (GJ)	-	-	-	-	-	73.3	66.7	64.5	61.6	63.7	67.0
Värmepris (SEK ₇₀ /GJ) ⁵	16.5	14.1	-	17.6	-	18.7	22.0	20.5	21.8	19.7	19.8
Graddagar (bas 18°C)	4490	3905	3580	3555	4280	4080	4365	4485	4475	4327	4040
Index (4010=100)	112.3	97.4	89.2	88.6	106.7	101.7	108.8	111.9	111.6	107.9	100.7

Bilaga.

Noter: se nästa sida

Noter. (1) Inkluderar småhus som kan ha använt ved.

(2) För klimatkorrigeringen tog vi bort en schablon för varmvatten. Resten korrigerades proportionellt mot klimatets avvikelse från det normala. Varmvatten adresserade vi sedan tillbaka. Antagna värden för varmvatten är (i GJ): Olja - 35, 35, 35, 34, 33, 32, 30, 30, 28, 28. Fjärrvärme - 20, 20, 20, 18, 18, 18, 17, 17, 17, 17. El - 5 MWh/lägenhet konstant under redovisad period.

(3) Avser hus som enbart använder olja eller enbart el.

(4) Energiförbrukningen för elapparater och spis uppskattas som förbrukning i småhus utan elvärme, som det redovisas i SCBs "El och Fjärrvärmestatistiken". Detta värde drogs ifrån totalförbrukningen som SCB redovisar. Värden från 1973 t o m 1981, i MWh/lägenhet, är 4,13, 3,97, 4,29, 4,5, 4,63, 4,79, 4,99, 5,0, 5,2, 5,4. Dessa värden tar inte hänsyn till dold elvärme, vilken kan ha ökat från 0,15 MWh/lägenhet 1975 till 0,75 MWh/lägenhet 1982.

(5) Värmeprisen för el hämtas från Vattenfalls egen bearbetning av sina tariffer och innefattar rörliga kostnader samt skatter.

* - 1981 års ESH baserades på ett nytt urval som innefattade ett större antal småhus (vars yta var större) byggda på senare år, varför förbrukningen inte kan jämföras direkt med tidigare år. Även en hel del äldre hus som hade gått ifrån olja ingick. ESH visar dock att förbrukningen per kvadratmeter sjönk 4% 1981 jämfört med 1980 i hus som enbart använde olja och 2% i hus som enbart använde el.

Tabell 3.8 Uppmätt nedgång i energiåtgången i småhus efter energibesparingsåtgärder (procentuell nedgång i årsförbrukningen)

	Klimatzon		
	I + II	III	IV
Vidtagna åtgärder:			
Väggisolering	8%	8%	13-18%
Takisolering	8-12%	8%	13%
Vägg och tak	10%	8%	12%
Vägg, tak och installationer	15%	10%	15%
Byte till treglasfönster	8%	-	7%
Väggisolering och treglasfönster	10%	-	-
Termostatventiler och shunt	-	13%	-

Not. Baserat på ett urval (Högskoleprojektet). Avser enbart småhus som fick statligt stöd till energibesparingsåtgärder.

Tabell 3.9 K-värden och energiförbrukning i husgrupper

GRUPP	Bygg- År	Bostads- ytan, m ²	K Vägg	K Tak	K Golv	Fönster (Antal)	Förbrukning i allt	
Åsal	1975	111/102	0.36	0.26	0.24/0.27	2	21.3Mwh	119kWh
Uddared	1976	-	0.34	0.20	0.37/0.30	2	19.6Mwh	139kWh
Hyltorna	1977	-	0.25	0.19	0.30/0.24	3	14.4Mwh	114kWh
Åsa2	1978	111/102	0.27	0.17	0.26/0.23	3	16.2Mwh	146kWh
Heden	1980	105	0.12	0.10	0.20	3	11.3Mwh	97kWh
Skuleberg	1980	105	0.15	0.10	0.18*	3	11.3Mwh	93kWh
Helegården	1983	98(2)	0.16	0.10	0.22	3	P	P

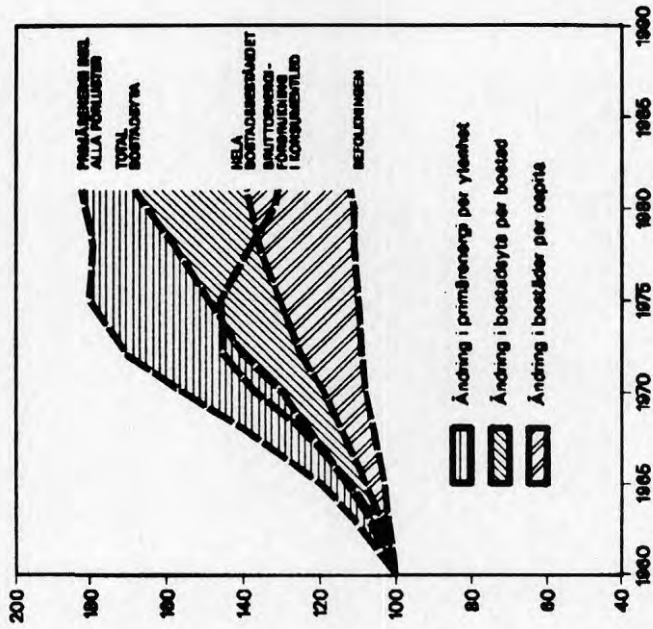
Not. Uppgifter enligt byggarna ABV, Göteborg och LB-hus och avser Göteborgs klimat (3800 GD_{18C}). Där två värden anges är det andra beräknat av ABV med hänsyn till markens värmemotstånd. Förbrukningen avser värme och varmvatten. En schablon 4,5 MWh drogs för elapparater och -spis. För Helegården fanns inga mätvärden.

FIGURFÖRTECKNING/LIST OF FIGURES

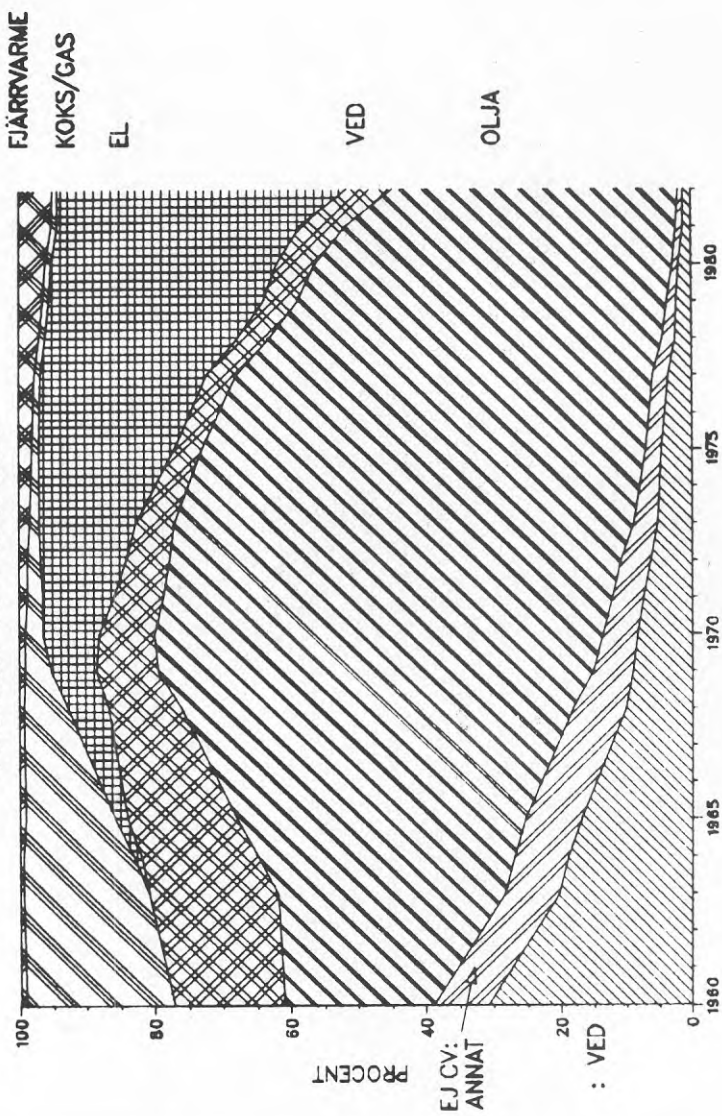
Energiförbrukning i Svenska Bostäder (kapitel 3)

- 3.1 Faktorer som påverkar energiförbrukning. (Factors driving energy use in Sweden.)
- 3.2 Uppvärmningsstruktur 1960-82, småhus. (Heating Structure 1960-82, Single Family Dwellings.)
- 3.3 Uppvärmningsstruktur 1960-82, flerfamiljshus. (Heating Structure 1960-82, Multi-family Dwellings.)
- 3.4 Bränslemönster 1960-82. (Fuel patterns) Med primärförluster avses schabloner för förluster i produktionsled för alstring av el och fjärrvärme.
- 3.5 Genomsnittlig energianvändning (netto) efter ändamål. (Useful energy consumption by end-use.) Källa: se text eller bilaga 1, tabell 8.
- 3.6 Olje-, fjärrvärme- och elförbrukning i småhus. (Oil, district heat, and electricity use in SFD) Åtgången avser faktisk förbrukning efter schablonavdrag för varmvatten och ev hushållsel (se text eller bilaga 1), dividerad med grad-dagstalet för respektive år. Källa: se text.
- 3.7 Energibesparingsåtgärder i småhus (med och utan statligt stöd). (Conservation measures with/without state support.) Källa: LBL behandling av Energistatistik för småhus.
- 3.8 Energibesparingsåtgärder i småhus. (Kinds of energy conservation measures.) Med Övrigt avses pannbyte, annan installationsåtgärd. Källa: LBL behandling av Energistatistik för småhus.
- 3.9 Netto energiförbrukning för uppvärmning och varmvatten i småhus 1970 och 1981. (Useful energy use for heating and hot water in SFD 1970 and 1981.) Beräknad av LGC (se text). 1981 års värden beräknade från Energistatistik för småhus. 1981 års värden beräknade från våra egna uppskattningar av förbrukningen och uppvärmd yta.
- 3.10 K-värden i praktik och enligt SBN: gruppbyggda småhus. (R-values in new SFD.) Faktiska värden beräknade från SCBs Låneobjektstatistik. (Se text)
- 3.11 Elförbrukning för uppvärmning och varmvatten i småhus (efter husets byggår). (Electricity use in SFD by year of construction.) Beräknad från LGCs behandling av Energistatistik för småhus, med 5 000 kWh schablonavdrag för hushållsel. Boendetäthet från HEA.
- 3.12 Energi och vedförbrukning 1960-1982. (Energy and wood use 1960-82.)

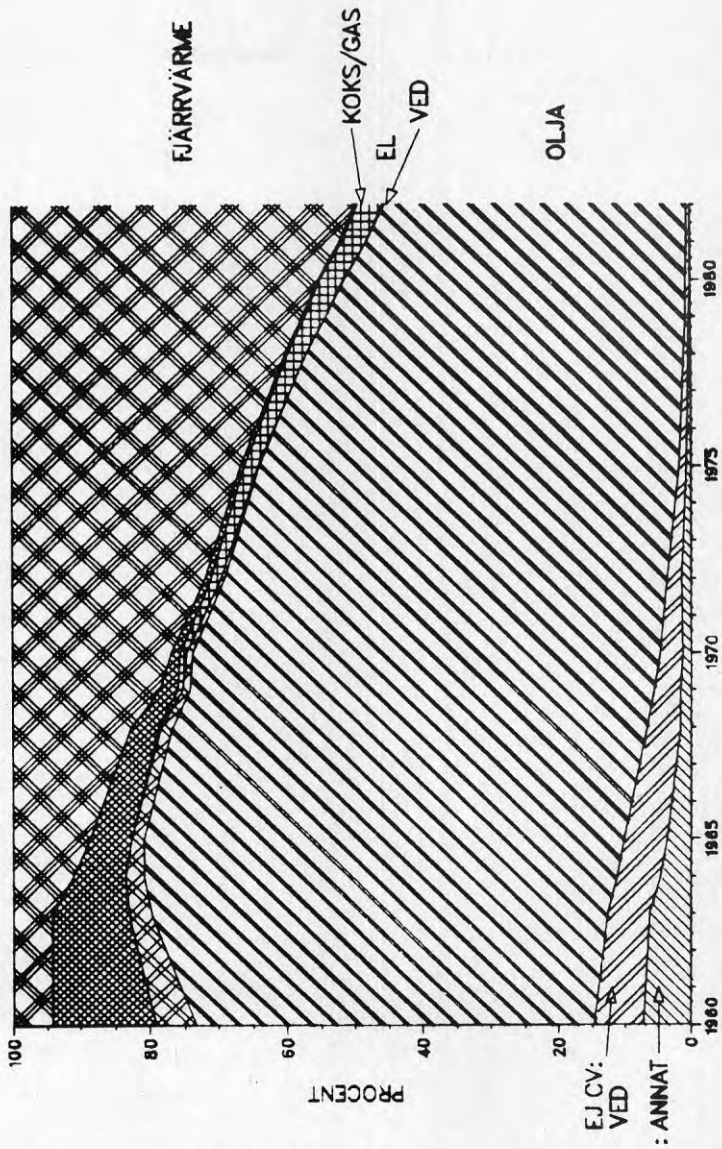
FAKTORER SOM PÅVERKAR ENERGIFTERFRÅGAN I BOSTÄDER



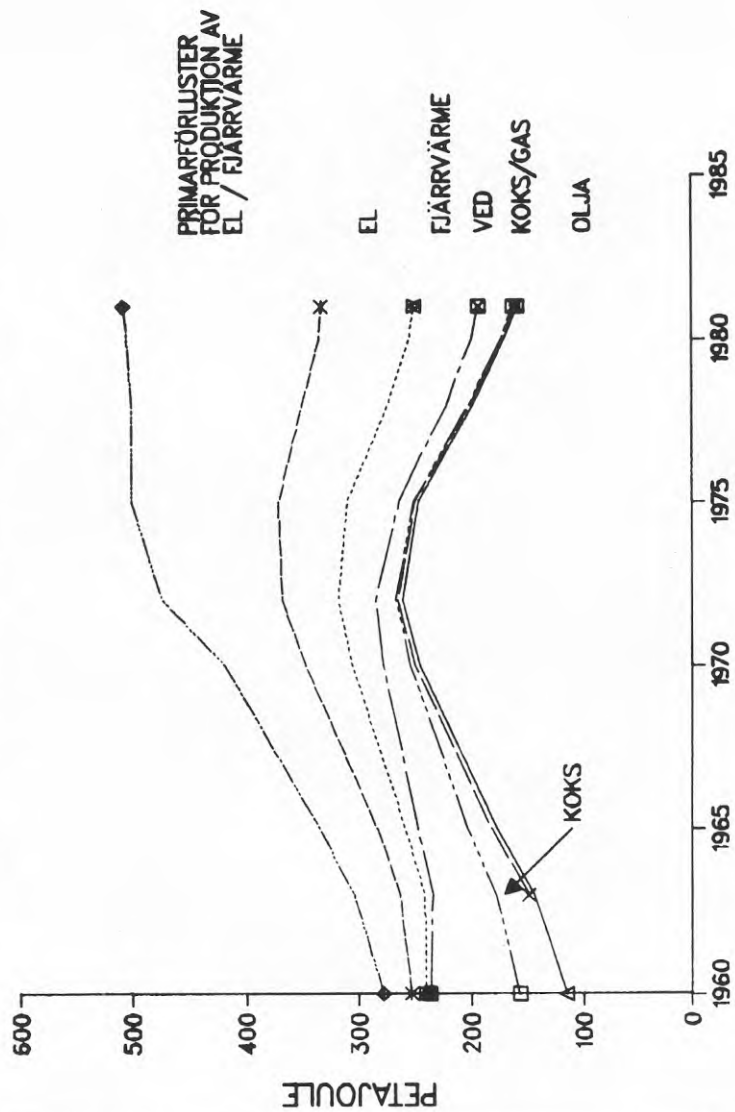
UPPVÄRMINGS STRUKTUR I
SMÅHUS
PROCENT AV BOSTÄDER

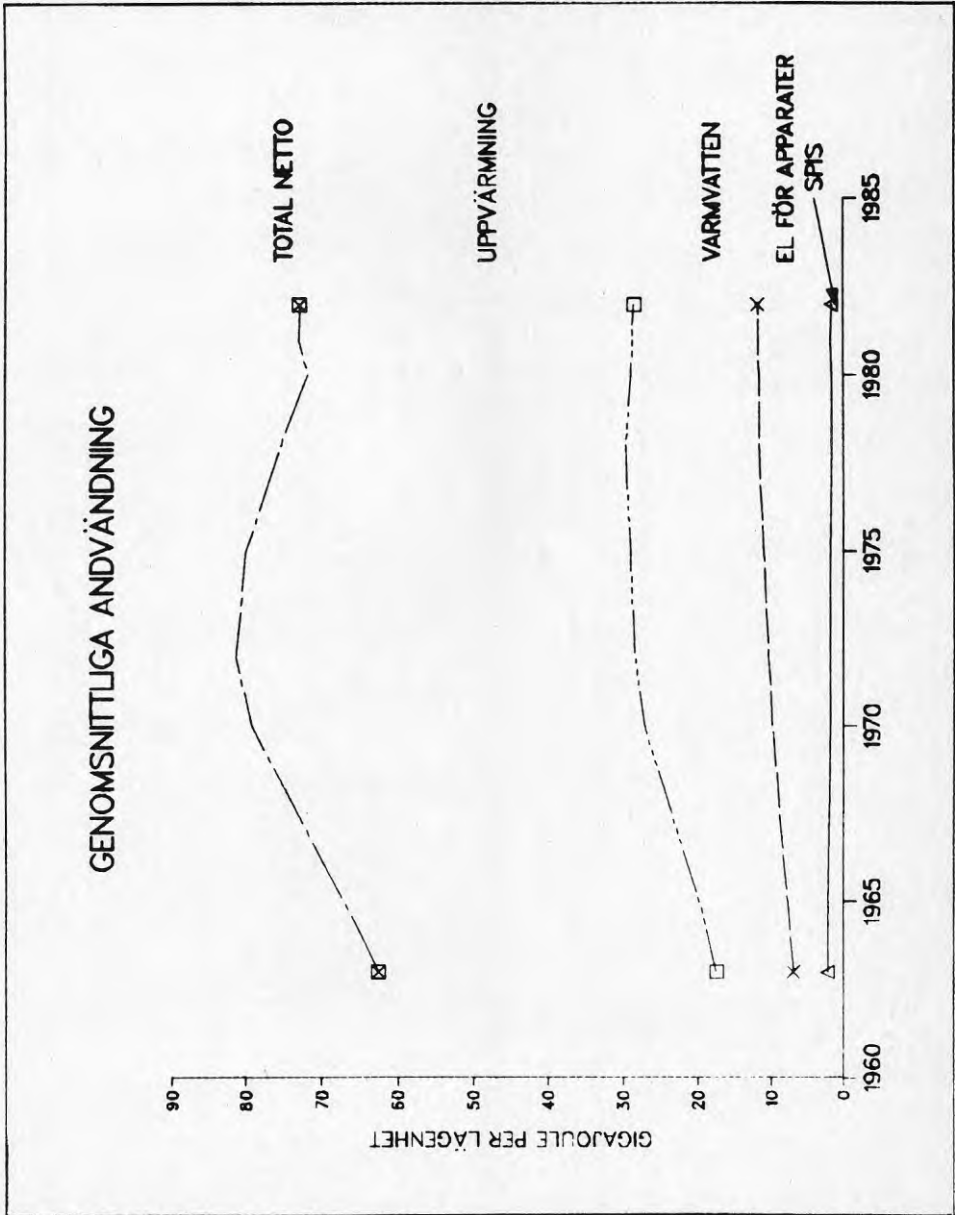


UPPVÄRMINGS STRUKTUR I
FLERFAMILJSHUS
PROCENT AV LÄGENHETER

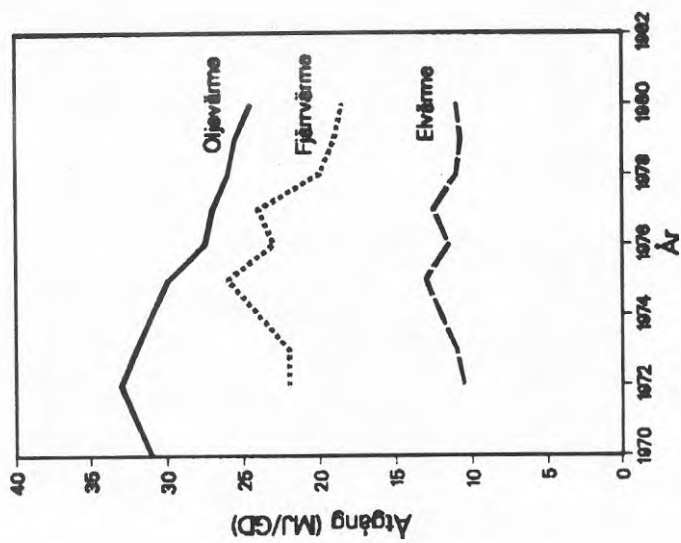


ENERGI FÖRBRUKNING I SVENSKA BOSTÄDER



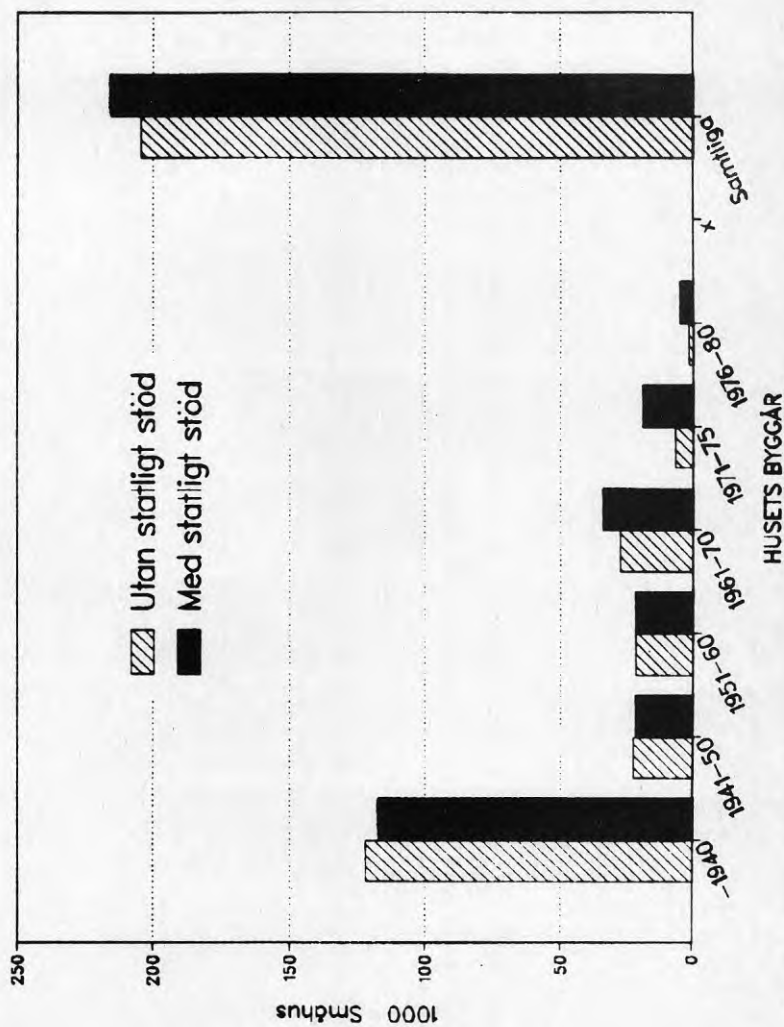


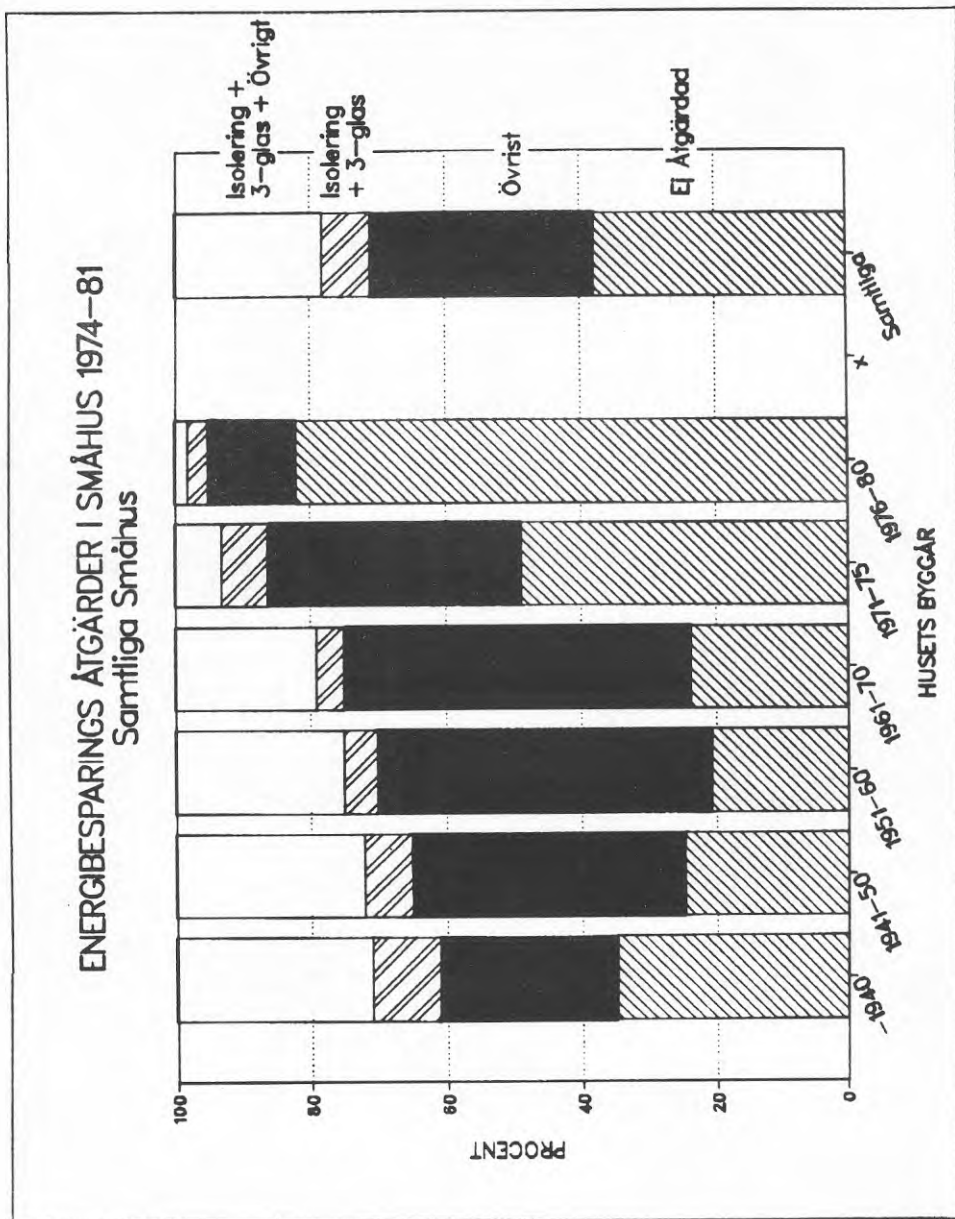
Energiförbrukning för Uppvärmning(Brutto)
i Svenska Småhus (Korrigerad för Klimat)



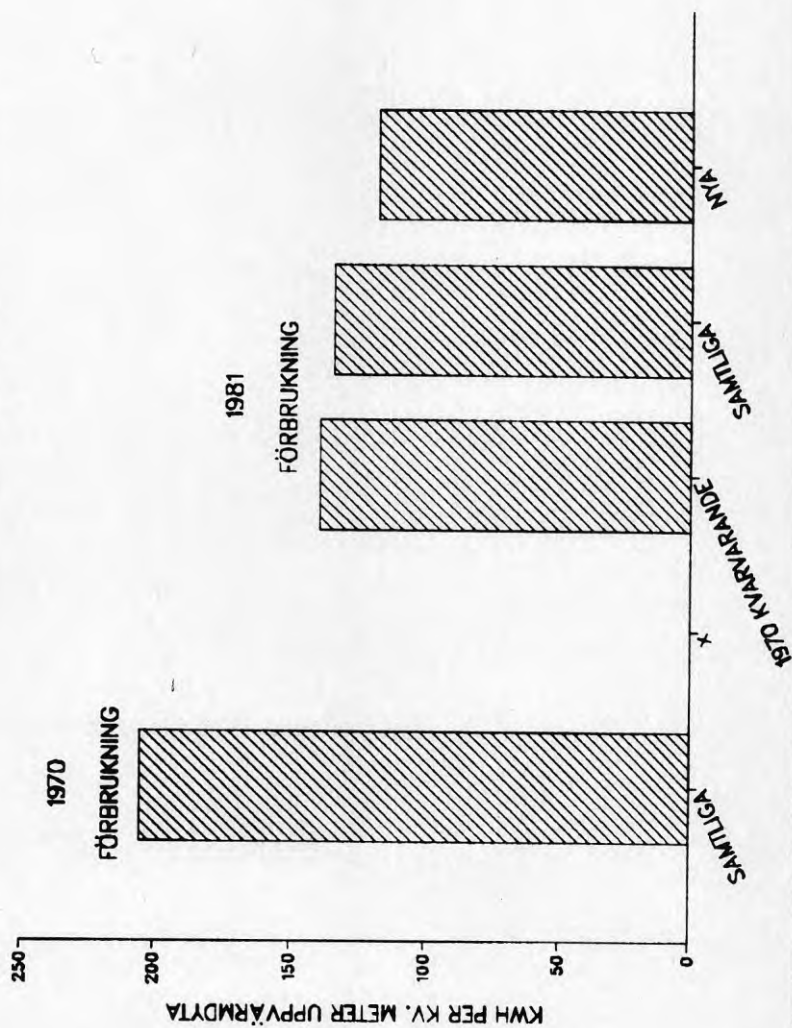
ENERGIBESPARINGS ÅTGÄRDER I SMÅHUS 1974-81

Samtliga Småhus

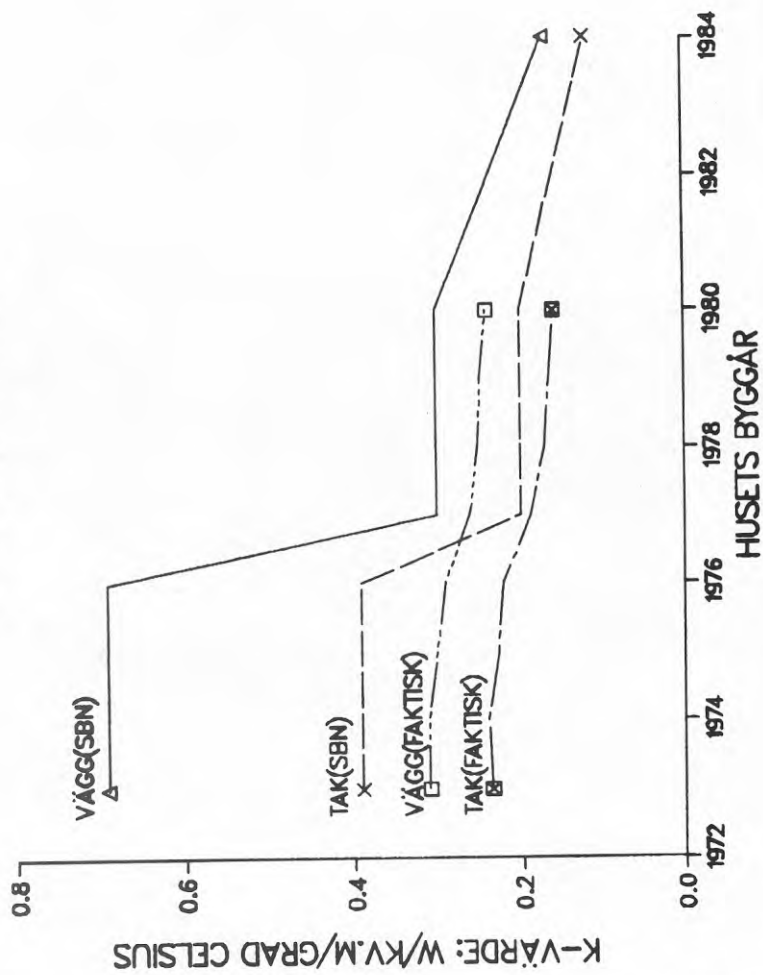




NETTO ENERGIFÖRBRUKNING FÖR UPPVÄRMNING OCH VARMVATTEN I SMÅHUS

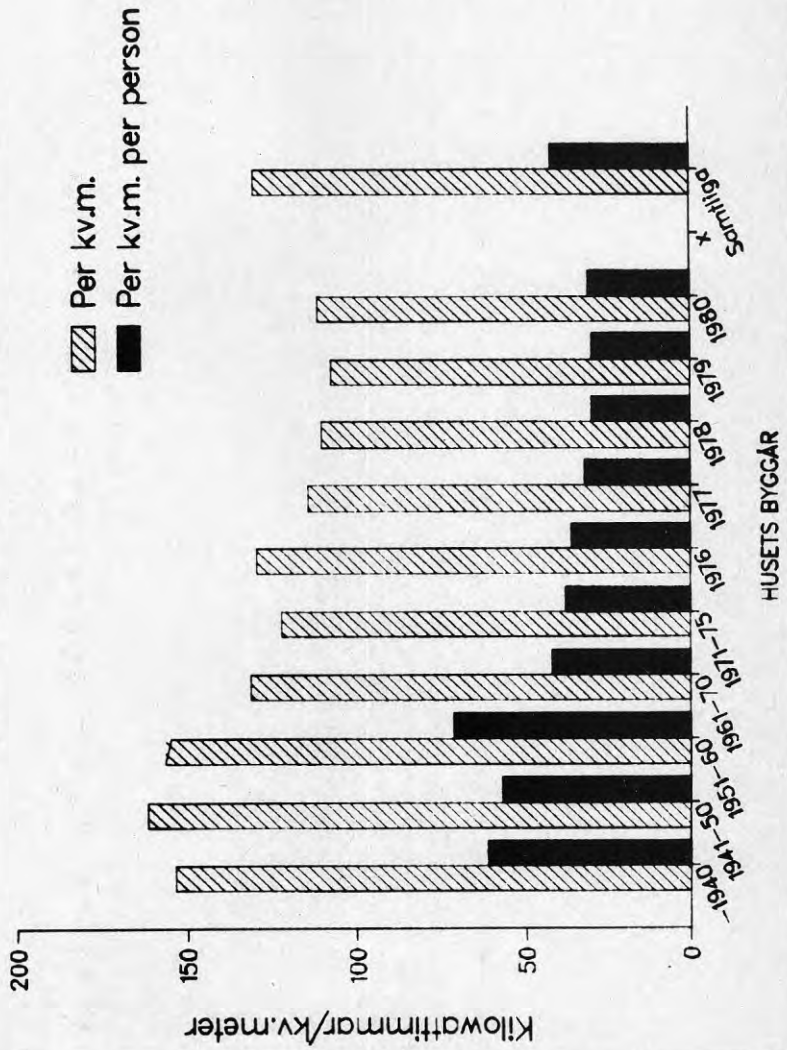


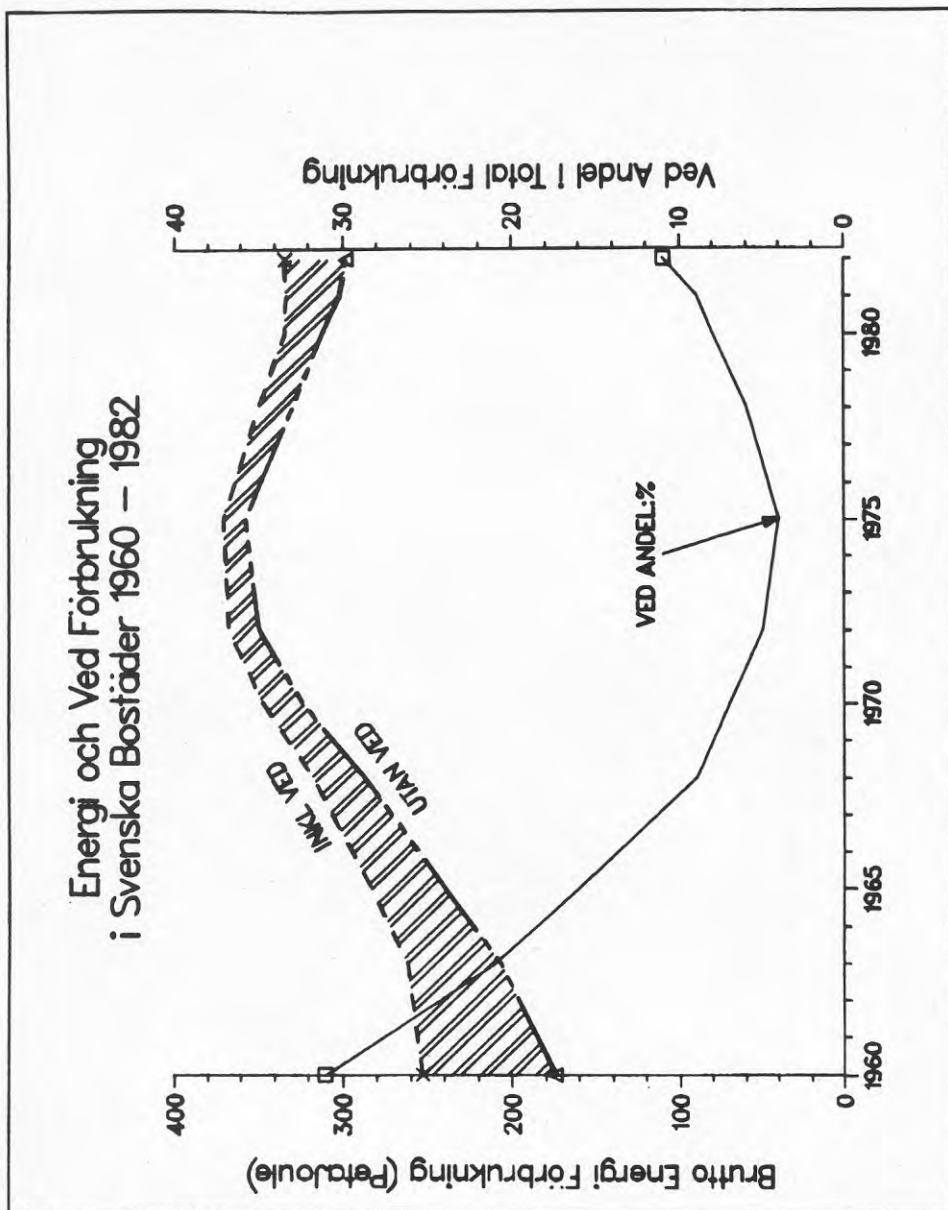
K-VÄRDEN I PRAKTIK OCH ENLIGT SBN
GRUPPBYGGA SMÅHUS



EL FÖRBRUKNING FÖR UPPVÄRMNING OCH VARMVATTEN

Småhus som använder enbart el





4 INTERNATIONELL JÄMFÖRELSE AV ENERGIFÖRBRUKNING I BOSTÄDER

Hur har energiförbrukning i andra OECD-länder, jämfört med Sverige, utvecklats sedan oljekrisen? I detta avsnitt kommer vi att använda LBLs data från ett flertal länder för att på ett kvantitativt sätt svara på hur energiförbrukningen och energibesparingen har förändrats i andra länder. Om inget annat anges menar vi förbrukning av levererad (L) energi, men vi anger också primär (P) och netto (N) i de flesta fall.

Under 1970-72 hade Sverige

- det näst högsta oljeberoendet för uppvärmningsändamål, efter Danmark (70% av lägenheter, 71% av total energi). Samtidigt
- den högsta energiförbrukningen per bostad i Europa. Dock
- den lägsta uppvärmningsindikatorn av samtliga studerade länder,
- den största elförbrukningen i Europa per bostad exklusive elvärme. Samtidigt
- den högsta andelen elvärme i existerande och nya byggnader,
- höga inkomster och måttliga energipriser.

Sedan 1973 har Sverige upplevt:

- en värme- och varmvattensbesparing på 10% (enligt (L)/bostad) 1970-82 (17% N, 5% P) mot mellan 10% och 40% för andra länder,
- en årlig ökning på 1,9% i hushållsel per bostad (mot mellan 1,5% per år i USA och 4,0% per år i Frankrike),
- en ökning av elandelen i totalförbrukning (L) till 29%, högst i studien,
- en minskning av oljans direkta andel (1) från 71% till 42%, en stor reducering,
- oljans realpris har blivit 4,5 gånger så högt (medan reala elpriset knappast ökat) och realinkomsten har stagnerat,
- en 24-procentig minskning av oljeåtgången i småhus och 20% i flerfamiljshus, under genomsnittet för studien.

Sedan 1972 har Sverige reducerat toppårets (1972) förbrukning per bostad med ungefär 20% (L). Siffran ligger vid OECDs genomsnitt. Bara i Danmark och USA har reduktionen i samtliga bostäder varit större. Reduk-

tionen av åtgången i centralvärmda bostäder i Frankrike och Tyskland har varit väsentligt högre, men förbrukningen för andra ändamål och ökningen av centralvärmens förekomst har åtit upp en del av dessa besparingar. Uppvärmningsstrukturen har ändrats i alla länder, möjligen mest radikalt i Sverige. År 1982 hade Sverige fortfarande den mest effektiva uppvärmningen, en hög varmvattensförbrukning och stor användning av elapparater samt ett avsevärd mindre oljeberoende. Med hänsyn till den goda termiska standarden i svenska bostäder 1970 måste det totala resultatet i Sverige bedömas som mycket bra, jämfört med alla andra länder. Men en hel del andra faktorer har förändrats under perioden sedan oljekrisen. För att bedöma den svenska utvecklingen mot erfarenheter i andra länder ska vi nu systematiskt se över vad som har inträffat.

4.1 Struktur

Strukturella skillnader mellan olika OECD-länder måste kartläggas innan vi kan göra en rättvis jämförelse. Här omfattar strukturen inkomst, bostad och apparatbestånd, klimat och även demografiska faktorer. En del basuppgifter om befolkning, hushåll och antal lägenheter, finns i tabell 4.1.

Viktigt att komma ihåg är att Sverige började på 1970-talet med de största bostäderna och bostadsytan per capita i Europa samt den högsta inkomsten och inomhusstandarden av alla OECD-länderna. Sverige hade efter Kanada det kallaste klimatet bland studieländerna. Detta i och för sig skulle betyda hög energiförbrukning. Samtidigt hade Sverige (för Europa) relativt låga elpriser och genomsnittliga oljepriser samt den största andelen av bostadsbefolkningen som inte direkt betalade för uppvärmning och varmvatten. Detta skulle också innebära hög energiförbrukning och möjligen försvåra en reaktion till oljekrisen 1973-74. Mot denna bakgrund behandlar vi de viktigaste förändringarna.

4.1.1 Bostäder

Bostadsbeståndet skiljer sig avsevärt mellan olika länder. Under 70-talet har en del av skillnaderna minskats men förändringarna har i stort sett betytt flera bostäder per capita att försörja med energi, större yta per bostad att värma upp och fler apparater per bostad som slukar energi. Vi gör här en jämförelse mellan några viktiga indikatorer.

4.1.2 Bostädernas typ och storlek

Bostadens fysiska och ekonomiska situation spelar en stor roll i utvecklingen av energiförbrukningen (tabell 4.2). Sverige hade den högsta andelen fler-

familjshus (FFH) av alla våra studieländer, 58% 1970 och 55% 1982. I andra länder ligger FFH-andelen mellan 35% (USA) och 48% (Tyskland). Detta beror mycket på den svenska bostadspolitiken som prioriterade flerbostadshuslägenheter under miljonprogrammet. Men programmet betyder också att svenska FFH erbjuder den största bostadsytan per boende, den största andelen centralvärmda bostäder och, enligt vår personliga bedömning, den högsta kvaliteten. Insatslägenheter ("Eigentümerwohnungen" på tyska, condominiums på engelska), som är vanliga i Sverige och Danmark och har funnits länge i Tyskland, är relativt nya i USA och Kanada, vilket betyder att man i Nordamerika kan väntas ha en annan inställning till boende i FFH, speciellt vad beträffar energibesparande investeringar. I våra europeiska länder ligger bostadsytan per lägenhet omkring 65 m², i USA 75-80 m². Svenska lägenheter rymmer 68 m² netto (d v s bostadsytan) och 73 m² brutto, med biutor, garage och ev lokaler inräknade. Svenska familjer i flerbostadshus (mer än 1,9 medlemmar) har den största bostadsytan per boende i FFH. Tabell 4.2 visar bostadsytan per lägenhet för samtliga lägenheter.

Häri ligger en viktig skillnad mellan Sverige och övriga länder. I Sverige har FFH alltid haft en högre uppvärmningsstandard, mätt som CV täckningsgrad, än småhus. Detta beror på en stark kollektiv bostadspolitik. I alla andra länder har småhusen varit bättre utrustade för uppvärmning, dock med mycket sämre isolering. Å andra sidan har de boende i FFH i andra länder haft väsentligt mindre inkomst än de som bor i småhus. Denna skillnad består också i Sverige, dock är den något mindre. Sist bör man erinra om att hushållens storlek i flerfamiljshus alltid är mindre än i småhus. I Sverige är denna skillnad ungefär lika stor som skillnaden i bostadsyta, så att hushållen i flerbostadshus har ungefär samma utrymmesstandard som de i småhus. I andra länder är bostadsytan per capita något mindre i lägenheter.

Andelen småhus varierar också inom OECD. Den högsta andelen finns i USA och Kanada. USA har de största husen (cirka 150 m²) och Danmark (120 m²). Uppvärmningens energibehov är nästan direkt proportionell mot husets storlek. Därför kan även starka ökningar i uppvärmningskostnaderna påverka husets storlek (vad beträffar nya hus) samt den andel av husets yta som är uppvärmd. Statistiken tyder på att Sverige värmer upp den största andelen av husets totala bo- (eller lägenhets-) yta samt en del biutor, upp till närmare 150 m²/hus (enligt LGC), medan man i USA, Danmark, Tyskland osv, i regel för att spara energi, värmer mindre än den totala bostadsytan även i hus med centralvärme. Detta betyder att Sverige har den största uppvärmda ytan per småhus.

Bostadsytan är starkt påverkad av både nationalinkomsten - genom bostadssubventioner - och individuell inkomst. Dessutom påverkas bostadsytan av landets

bostadspolitik. I Sverige kan bostadsytan begränsas indirekt genom att den maximala yta som är berättigad till statligt lån är begränsad. Frankrike och Kanada har liknande indirekta gränser på statliga lån, som dock inte täcker lika stora delar av nybyggnationen som de gör i Sverige. I USA är bostadsytan i nya hus i praktiken begränsad genom en tumregel som säger att köparen bara får låna till en månadskostnad av max 25% av inkomsten. Byggarna bygger mindre hus när kostnaderna stiger.

Utvecklingen av bostadsstorleken har varit densamma i alla länder, d v s större bostäder, men ökningen beror mest på en ökning av småhusens storlek. Uppdelningen mellan typer har däremot varit blandad. I Sverige förlorade småhusen sin andel under miljonprogrammet fram till 1972-73, då de svarade för endast 42% av bostadsbeståndet, men andelen har ökat sedan dess. I andra länder har uppdelningen varit mer konstant fram till de allra senaste åren, då lägenhetsbyggandet har krympt. Vi uppskattar att den svenska bostadsytan har ökat från 80 m² per bostad 1970 till nära 92 m² per bostad 1982, en ökning med 1,1% per år. Ökningen har varit likartad i alla länder, dock ibland med högre ökningstakt. Den uppvärmda ytan i Sverige växte från 93 m² till 103 m² per bostad. I andra länder har den starka ökningen av andelen bostäder med CV troligen medfört en något starkare ökning av den uppvärmda ytan. Bostäder utan CV värms i regel inte helt.

Bostadsytan har ökat genom successivt större nya bostäder samt rivning eller annan avgång av mindre bostäder. I Sverige och Danmark har nya bostäder nästan alltid varit mindre uppvärmningskrävande, d v s bättre isolerade än äldre, så att nettoeffekten av nya bostäder har varit en minskning av uppvärmningen per bostad trots en ökning av storleken. I andra länder har standarden i nya bostäder, både i storlek och i uppvärmningsutrustning, i stort sett varit så pass mycket bättre än i de avgångna (eller existerande) bostäderna att åtgången inte har sjunkit i det totala byggnadsbeståndet.

En viktig parameter är åldersstrukturen i bostadsbeståndet. I tabell 4.3 visas den procentuella fördelningen av bostadsbeståndet i alla länder, möjligen vidare uppdelat efter bostadstyp. Data i tabellen avser beståndet 1980. I regel värms äldre bostäder i dag med olja, yngre med gas eller el. Tidigare svenska undersökningar (Vattenfalls 1969 års hushållsstudie) visar också ett samband mellan inkomsten, lägenhetens ålder och uppvärmningssättet.

Det är anmärkningsvärt att Sverige har en relativt liten andel bostäder byggda före 1920, vilket beror på en aktiv moderniseringspolitik och att åldersfördelningen mellan en- och flerfamiljshus kan vara helt olika i olika länder. Besparingstakten är mycket beroende på hur pass snabbt man måste bygga och moder-

nisera. Kanadas unga bestånd är en följd av den höga befolkningstillväxten under perioden efter 1950. Kanada är ett ungt land.

I tabell 4.4 visas antalet nya bostäder som byggdes i olika länder sedan 1975-76. I Sverige har nära 20% av småhusbeståndet byggts sedan 1973, men bara en mycket liten del av flerfamiljshusen som finns i dag. Om vi räknar med att hus byggda 1975 eller senare kunde ha byggts med hänsyn till oljeprishöjningar osv ser vi att Sveriges bestånd har den lägsta andelen "efter-oljekrisen"-bostäder på grund av den stora krisen i flerfamiljshusbyggandet. Kanada, med växande befolkning, har byggt nära 17% av sina bostäder som existerade 1982 efter 1975, medan andra länder ligger mellan de två värdena, omkring 12-15%. I alla länderna dominerar till 75% nybyggnation av småhus. Men beståndet i dag är alltså fortfarande "före-oljekrisen". Näst Tyskland har Sverige totalt sett byggt minst sedan 1975.

Nu har det årliga tillskottet både i Sverige och Danmark minskat avsevärt p g a ekonomiska svårigheter och minskat behov av nya bostäder eftersom mängden nya hushåll minskar. Detta betyder också att Sverige (och Danmark) måste koncentrera sig på energibesparing i existerande bostäder, medan nya bostäder kommer att spela större roll i övriga länder. I de andra länderna växer bostadsbeståndet mer, dock långsammare än förut och storleken på nya bostäder har slutat öka nämnvärt. Det finns dock mer att förvänta i andra länder vad beträffar inverkan av nya byggtekniker och normer, eftersom nya hus där kommer att spela en större roll i framtiden jämfört med i Sverige och Danmark. Men även i dessa länder måste en stor del av den framtida energibesparingen tas ut i existerande bostäder.

4.1.3 Boendetäthet

Boendetäthet (tabell 4.5) är en viktig parameter som påverkar hur huset utnyttjas (och därigenom uppvärmningsbehovet), förbrukning av varmvatten¹ och användningen av matlagingsapparater och andra hushållsapparater. Sverige har den lägsta boendetätheten. Den har sjunkit under hela perioden i alla länder. Andra länder har haft samma tendens, men alltid högre värden. Minskad boendetäthet minskar alla energibehov per lägenhet, men möjligen ökar behovet per capita, eftersom alla grundfunktioner i hushållen utnyttjas av färre människor. Minskad boendetäthet betyder större ytor "mot det fria" per capita, eller större uppvärmningsbehov per capita.

Boendetäthetens minskningstakt har också minskat under de senaste åren, både p g a demografiska förändringar - allt fler enpersonshushåll förflyttas till pensionsärsinstitutioner - och inkomstläget, som gör det dyrare för barn och farföräldrar att bo skilda från kärnfamiljen. Boendekostnader är sålunda orsaken till varför t ex japanska hushåll är de största bland de

elva länderna (de sex här nämnda plus Japan, England, Holland, Norge och Italien) som LBL har studerat.

I denna jämförelse har vi inte kunnat ta hänsyn till familjestrukturen eller till andra hushåll än bostadshushåll (t ex ungdomshem, pensionärshem, fängelser). Vi tror ändå att indikatorn korrekt visar både skillnader mellan länderna och den viktiga trend som har pressat energiförbrukningen per capita uppåt.

Utrymmesstandarden (tabell 4.5) är ett viktigt mått på bostadsförhållanden som direkt påverkar uppvärmningen, vilket vi har beskrivit ovan. Denna har ökat konstant i Sverige såväl som i andra länder p g a större bostäder och mindre boendetäthet. Nu har emellertid båda dessa faktorer blivit mer konstanta. Under perioden 1970-82 ökade bostadsytan per capita i Sverige från 31,3 m² till 40,1 m², eller med 2,1% per år. Ökningen i andra länder har varit högre, med undantag av USA. Utrymmesstandardens ökning kan sägas vara en av de viktigaste faktorerna som har drivit uppvärmningsbehovet uppåt - eller förhindrat att den minskat.

4.1.4 Klimat

I de länder som ingår i vår studie beräknas antalet graddagar officiellt på olika sätt och till olika referenstemperaturer t_r från den officiella till 18°C.* Siffrorna visas i tabell 4.6 där vi också anger grad-dagsindex (normalår = 100) för alla år vi har berört.

Kanada har det högsta antalet graddagar (4 580 GD_{18C}), ungefär 15% fler än Sverige (4 10 GD_{18C}) och Frankrike som bara har 2 400 GD_{18C}. Allt inräknat måste vi dra denna slutsats: Sverige hade den mest energikrävande strukturen och utgångsförhållandena av alla OECD-länderna med undantag av Kanada som hade ungefär samma inkomst och täckning av CV och apparater, med väsentligt sämre klimat än Sverige. Detta betyder att man förväntar sig att Sverige skulle förbruka mycket energi i hushållen. Men kallt klimat och/eller hög förbrukning betyder samtidigt att besparingsinsatserna är mycket lönsamma jämfört t ex med länder med mindre bostäder, mindre varmvattensförbrukning och varmare klimat.²

* Denna förenkling förbiser ett litet fel som uppstår då ändring av referenstemperatur påverkar uppvärmningssäsongens längd. Felet bedöms ligga omkring 2% där vi har ökat graddagsbasen från 17°C till 18°C (Sverige och Danmark), och 10% där vi minskat från 20°C till 18°C (Tyskland). Utan korrigering har alltså Sverige och framför allt Danmark färre graddagar än Tyskland. Referenstemperaturen i USA och Kanada var alltid satt till 65 F (=18,3°C), så att inget större fel uppstår vid en korrigering till 18°C. Vi har inte tagit hänsyn till graddagar utanför uppvärmningssäsongen.

4.1.5 Realinkomsten

De ovanstående boendefaktorerna är starkt knutna till inkomsten, både direkt inkomst (disponibel inkomst) och resurser som är tillgängliga för privata hushåll genom subventioner och samhällstjänster. Vi visar den disponibla inkomsten i tabell 4.7.

I denna studie har vi betraktat en familjs disponibla inkomst * samt bruttonationalprodukten som mått på inkomsten. Det första indikerar familjens förmåga att skaffa energiförbrukande apparater och att köpa energin. Det andra visar samhällets förmåga att skaffa bostäder osv. Dessa kvantiteter kan mätas både per capita och per hushåll. Disponibel inkomst utgörs dessutom av besparingar och konsumentutgifter. Den andel av konsumentutgifterna som familjen är beredd att offra för energin ligger i intervallen 6-10% i samtliga länder - även en del U-länder - med undantag av de fattigaste familjerna, som i USA offrar upp till 20% av sin inkomst för energin. Det är dock svårt att mäta budgetandelen i Sverige p g a indirekt energikö - (kollektiv uppvärmning och varmvatten) i svenska flerfamiljshushåll och andra svårigheter att mäta konsumtion i andra länder. Däremot har vi ett bra mått på förbrukningen i fysiska enheter.

Sverige är känt för att ha en av världens högsta BNP eller inkomst per invånare. Den varierande valutakursen gör det svårt att ge en rättvis bild av den relativa standarden länderna emellan. Vid 1970-talets början var en dollar värd 5,19 SEK, 3,96 DEM, 7,4 DKK och 0,60 GBP. Under mitten av 70-talet hade dessa sjunkit till ungefär 4,00, 1,80, 5,0 och 0,45 men 1983 låg dessa värden på nära 8,00, 2,2, 9,8 och 0,66. Det betyder att en översättning av inkomster eller energipriser vid varje års kurs till SEK, även i fasta lokalpriser, leder till en svängning som dock inte upplevs direkt av konsumenten. I vår ekonomiska undersökning (Chen et al, 1983) övervägde vi olika sätt att komma undan detta problem och valde då att använda en konstant växelkurs mellan olika länders fasta energipriser. Råoljan prissätts i dollar, varför denna är mindre beroende av valutakursen än andra priser. Ett projekt, den så kallade "International Comparison Project" (ICP)³ försökte beräkna den relativa köpkraften i en rad länder och därigenom få det "korrekta" valutakursvärdet. (Se även Chern et al, 1983)⁴. Tyvärr var dessa värden beräknade innan dollarn (USD) började stiga. Detta gör det svårt att översätta USD till andra valutor och även osäkert att översätta SEK till andra valutor.

Vi bedömer att värden från ICP inte kan användas utan uppdatering, i motsats till i vår tidigare bedömning⁵ där vi satte dollarn lika med 4,6 SEK.

* Personal disposable income (US, CA), disponibel inkomst (DK), revenue brut des menages (FR), verfügbares Einkommen der privaten Haushalten (DE).

Dollarn har ökat ungefär 60% sedan mitten av 70-talet mot SEK, då ICP räknades ut. Då var ICPS värde för dollarn i andra OECD-länders valutor mycket nära de faktiska värdena. Kanadas dollar förlorade en del av sitt värde mot USD, dock inte i samma utsträckning som FIM, SEK eller DKK. DEM sjönk också under perioden 1980-1984, men inte så mycket som de andra. Vi har justerat ICPS valutavärden till de aktuella värdena genom att använda den relativa inflationen mellan länderna. I Danmark och Frankrike, där inflationen har varit högre än i Sverige, har deras respektive valutor fallit mot SEK. I de andra länderna har valutorna stigit. Vi anger dessa aktuella värden för andra valutor i SEK i våra tabeller samt visar originalvalutorna.

BNP och/eller den disponibla inkomsten, uttryckt i reala termer, visar också den relativa inbördes utvecklingen utan svårighet att tolka kursen. Den återger den bilden som konsumenterna ser, nämligen ökningen av standarden efter inflationen. Detta mått visar att alla länder hade svårigheter med ekonomin efter båda oljeprishöjningarna, speciellt efter 1979. I Sverige och Danmark har realinkomsten knappast ökat sedan 1977. Man måste då inse att detta inkomsttryck tvingar hushållen att begränsa sin energianvändning, i alla fall där inkomsttrycket är sämst, nämligen i Danmark. Samtidigt har inkomststagneringen försvårat renoveringar av bostäder och installationer, samt rivning och nybyggnation. Detta betyder att energiåtgången under de senaste åren kan vara både lägre (p g a dålig ekonomi) och högre (p g a dämpad förbättringstakt).

4.1.6 Energipriser

Sedan 1973 har energipriserna höjts väsentligt, speciellt för oljeprodukter. En del värden återges i tabell 4.8. Alla upplevde prissänkningar fram till 70-talets början. Att sedan jämföra dessa priser mellan olika länder är svårt p g a valutakursens märkbara ostabilitet, vilket radikalt har ändrat förhållandena mellan den svenska kronan och andra valutor.

Under lämpliga kursförhållanden kan man säga följande om Sveriges energipriser. Oljan har, med skatter, kostat konsumenten ungefär detsamma som det europeiska genomsnittet under början av 70-talet, 190 SEK/m³, vid 1983 nära 2 550 SEK/m³. Danskarna och fransmännen har betalat lite mer, tyskarna ungefär detsamma, engelsmännen (nästan helt oberoende av oljan) lite mindre, amerikanarna först mindre (12 cent/gallon år 1970 = 3,2 cent/liter = 120 SEK/³ med dåvarande kurs). Men i dag är oljan dyr i USA, ungefär 1 USD/gallon eller 2 100 SEK/³ med 1983 års växelkurs.

Utvecklingen i olika länder har varit likartad eftersom oljans pris bestäms mest av råoljans pris. Å andra sidan har den relativa prisökningen varierat mycket mellan olika energiformer och mellan olika länder. I

Sverige t ex har elpriset knappast ökat jämfört med oljeprisets ökning. I USA har oljans pris hoppat två gånger medan gasen har ökat långsammare. Men hela tiden har el bara ökat lite och under två perioder. I USA och framför allt i Kanada har man p g a både prisstopp på oljan (t o m 1981 resp 1978) samt egna oljetillgångar haft en annan utveckling. I dag är priserna i Kanada lägst. Detta betyder att vi väntar ganska olika utvecklingar i olika länder beroende till en hel del på sammansättningen av energisorter.

Alternativa bränslen till oljan är huvudsakligen gas och fasta bränslen. Med undantag för ved är dock fasta bränslen nästan ur bilden. Ved är mycket viktig men för det mesta inte köpt utan plockad. Priset är därför svårt att fastställa eller helt irrelevant. Gaspriser däremot kan vara intressanta att jämföra med oljepriser. I USA och Kanada har gas hittills varit mycket billigare än olja och gas har i USA och Kanada bildat den största uppvärmningsmarknaden (näst störst i Kanada fram till 1979). I Frankrike däremot är gasen inte mycket billigare än oljan, i Tyskland är gaspriset nästan kopplat till oljepriset. I båda länderna (samt i USA och Kanada) svarar gas för en viktig del av oljenedgången. I Danmark har fram till 1982 enbart stadsgas bidragit till värmeförsörjningen men, som i Sverige (och andra länder där stadsgas framställs av nafta), är denna form av gas inget bra alternativ till oljan. Stadsgas är alltför dyr.

Elektricitet består som konsumentens alternativ till värmeförsörjning samt som basis för hushållsmaskiner och funktioner som inte lätt kan utföras med bränsle, de så kallade el-specifika användningsområdena ljus, maskiner och elektronik. Bland de europeiska länderna har Sverige efter Norge haft den billigaste hushållsströmmen beroende på den gynnsamma utvecklingen av vatten-, kärn-, och mottryckskraft. Danmark, Tyskland och även Frankrike har betalat mer för varje kWh i hushållen - delvis beroende på tarifferna - som har betytt att de konsumerar mindre per inkomstenhet för el för el-specifika funktioner. Kanada har haft mycket billig ström, USA nästan lika billig som tidigare (med starka regionala skillnader) men något dyrare än Kanada har nu. Ökningen av hushållselpriset har varit olika i olika länder.

Priset för elvärme är ibland svårt att avskilja men måste studeras separat. I England, Frankrike och framför allt i Tyskland har uppvärmnings- och varmvattensystem, uppbyggda på billigare nattström, varit populära och priset har varit mycket lägre än för vanlig ström. Priset på elvärme har varit nästan lika lågt som i Sverige, men standarden har varit lägre, eftersom svenska bostäder haft elkraft dygnet runt. Under decennier har elvärmerna i USA i de två mycket stora federala råkraftområdena, Bonneville Power Administration (Nordväst) och Tennessee Valley Authority (Tennessee och större delar av omkringliggande delstater) varit mycket billig (nära 1 cent, d v s 5 öre

med dåvarande (1970) kurs, medan i andra områden med termisk kraft (kol, gas, olja, kärn) har elvärme varit ekonomiskt mindre intressant. Elpriset har ökat kraftigt i vissa av de billigare delarna av USA och i vissa andra områden (t ex New York) där produktionen mest baserades på olja. Vi tror att elpriset är mycket avgörande för den långsiktiga utvecklingen av elapparater (inkl elvärme) och elförbrukningen.

Slutsatsen är att Sverige i början av 70-talet hade energipriser som var någorlunda genomsnittliga för Europa - kanske även bland de billigare - och att prisökningen inte varit lika stor som i många andra länder. Bristen på billig gas utjämnades delvis av billig el. I dag ligger Sveriges olje- och fjärrvärmepriser fortfarande omkring Europas genomsnitt för uppvärmning, medan el är billigast jämfört med de länder i Europa vi studerar. Med de sista prisökningarna i Nordamerika kan man säga att Sveriges energipriser nu ligger under genomsnittet för hela OECD. Prisökningen i Sverige har nästan helt fallit på oljan och i viss mån fjärrvärme*. Den nära relationen mellan olje- och fjärrvärmepriset, gentemot el, finns bara i Norge och i vissa delar av Kanada.

4.2 Uppvärmningsstrukturen

Uppvärmning (exklusive varmvatten) svarar i dag för den största delen av hushållens energiförbrukning. En viktig parameter i uppvärmningsstrukturen är andelen centralvärme (CV) i EFH- och FFH-beståndet (tabell 4.9). I allmänhet kräver CV-eldning 50% - 100% mer energi för uppvärmning än kaminer. Den starka ökningen av andelen bostäder med CV i Frankrike och Tyskland (50%-60% av bostäderna år 1970, 70%-80% år 1982) medförde ökad energianvändning som delvis jämnade ut de stora besparingsvinsterna i bostäder som redan hade CV. Även i Danmark ökade CV från 85% till 95% under samma period. Detta betyder att bostäder i Sverige, med den högsta andelen CV, hade en annan utgångspunkt än bostäder i de övriga europeiska länderna.

Det är viktigt att försöka dela upp uppvärmningsstrukturen - andelar av bostadsbeståndet med olika system och energiformer - i många fack. Strukturen varierar mycket bland olika lägenhetstyper, årgångar, mellan klimatregioner och mellan tätorter och glesbygder. Vi visar andelen lägenheter med olika bränslen i tabell 4.10 och andelen för enbart lägenheter med CV i tabell 4.11. Vidare uppdelning efter lägenhetstyp och (för USA) efter region eller årgång återfinns i våra individuella rapporter. För USA visar vi i tabell 4.10 även den nordöstra delen som är den näst kallaste (efter övre mellanvästern, d v s regionen mellan Ohio och Dakotas) och den äldsta bebyggelsen. Vi kan t ex konstatera att andelen el och fjärrvärme i varje land beror mycket på

* Vi anger svenska fjärrvärmepriser, enligt VVF, bilaga 1, tabell 10.

lägenhetstyp, att fjärrvärme och gas är koncentrerade till tätorter och, tillsammans med elvärme, till yngre bebyggelse, medan oljan återfinns i stort sett i äldre bebyggelse samt i Europa i en stor andel småhus byggda mellan 1955 och 1975.

Före oljekrisen hade Sverige den högsta andelen lägenheter med direkt oljeeldning (71%). Om man räknar med fjärrvärme i oljeandelen, eftersom fjärrvärme då mest var baserad på olja, var oljeberoendet då något större i Danmark än i Sverige. I övriga Europa och Kanada låg oljans andel nära 50%, i USA mycket lägre. Sverige var då ytterst sårbart p g a störningar i oljesystemen. Samtidigt gavs där möjlighet att byta om till fasta bränslen i omkring 66% av de oljeeldade småhusen. Flexibilitet noterades även i tyska hus, där man har behållit möjligheten att elda med kol, dock i något mindre utsträckning (40%) än i Sverige.⁶ I USA har gas redan börjat ersätta olja under 60-talet, då oljans andel sjönk från 32% till 26% av alla lägenheter. I Kanada hade detta utbyte börjat vid 60-talets slut. I båda länderna accelererade trenden efter 1973. I Tyskland och Frankrike var ökningen av oljan (inkl LPG i Frankrikes fall) så stark att den avtog först efter 1975, d v s flera år efter oljekrisen. Därför är oljans andel i dessa länder högre 1975-1978 än före oljekrisen, medan den sjunkit i de andra länderna, t o m i Danmark. Förklaringen till den starka ökningen i Frankrike och Tyskland var att olja förblev det bästa alternativet till fasta bränslen efter system baserade på kaminer, som dominerade under 60-talet. Först vid slutet at 70-talet sjönk oljans andel i nya byggnader och konverteringar, då el (Frankrike) eller gas (båda länderna) blev viktigare. (Uppvärmningsandelarna i nybyggnation visas i tabell 4.12) I andra länder, inkl Danmark, har flaskgasen (gasol, LPG) varit aktuell på landsbyggen som alternativ till eldningsolja eller el. Bara år 1980 dominerade oljan fortfarande i nordöstra USA, vilket bäst kan jämföras med Sverige.

Sverige har fortfarande den högsta andelen lägenheter med CV och den högsta andelen elvärme, samt, bland flerfamiljshusen, den högsta andelen fjärrvärme. Danmark har den högsta andelen småhus värmda med fjärrvärme. Att fjärrvärmerna redan var på stark frammarsch i Sverige före 1973 - en trend som accelererade mellan 1973 och 1979 - beror mycket på brist på naturgas som alternativ till oljan. Gas var till och med 1982 nästan helt borta från Sverige och Danmark, en orsak till att dessa länder har så hög andel olja och (mest oljebaserad) fjärrvärme. Gas har ökat sin andel kraftigt i Kanada, Tyskland och Frankrike sedan böjan av 70-talet, både genom konverteringar och i nybyggnationer. Gas i Tyskland eller Frankrike är inte speciellt mycket billigare än olja och tog längre tid att införa. I Danmark däremot, är el mycket dyrare än i Sverige och naturgas, om började först 1983, är inte heller så billig. Att de danska tätorterna redan är täckta med fjärrvärme försvårar naturgasens långsamma införande.

Före oljekrisen hade Sverige också den högsta andelen elvärme, främst i villor. Kanada och USA kon närmast märkligt nog var elvärme mer populär i flerfamiljshus än i villor i USA på låga investeringskostnader. Elandelen är mindre i Danmark och Frankrike och minst av alla i Tyskland. Alla dessa länder har dyrbarare el och sämre lönsamhet för värmepumpar än USA. Elkonverteringar har haft största framgången i Sverige, långt därefter i Kanada och Frankrike och i minst utsträckning i Tyskland, USA och framför allt i Danmark. Detta förklaras mest av prisrelationer. Sverige har det mest gynnsamma förhållandet mellan el- och bränslepriset bland länderna. Det låga priset på el i Kanada konkurrerar med låga priser på olja och speciellt på gas.

El svarar för en viktig andel i nybyggnationen, speciellt i småhus (tabell 4.12). Elandelen i nya villor är högst i Sverige. Detta kan bero på den avancerade byggtekniken som gav en energisnålhet som gjorde el intressant och billig för uppvärmning även före 1973. I Danmark i dag har el i småhus varit populärt trots höga priser, säkerligen på grund av bra byggteknik. Inbesparingar i installationskostnader kan tänkas betala den högre energiavgiften för el (jmf oljan). I Tyskland däremot har man inte nått den skandinaviska standarden i byggteknik, varför elvärme har en mindre andel än i Danmark. I USA svarar elvärmepumpar för 50% av el- (och 25% av hela) villamarknaden, oftast tillsammans med kylning.⁷ Den höga andelen el i amerikanska flerfamiljshus förklaras mest av de låga investeringskostnaderna för byggherren, entreprenören och/eller husägaren.

Det är intressant att notera att andelen olja i nya villor och flerfamiljshus i Sverige, även med kvartercentraler medräknade, sjönk i början av 70-talet och föll starkt efter 1973. Detta inträffade först några år senare i USA och Kanada och först 1979 i Tyskland och Frankrike. I dag har bara Tyskland en oljeandel i nya bostäder större än 25% (45% 1981-82). Danmark ligger på 25%, Frankrike på 16%, USA, Sverige och Kanada mycket lägre. Vi tror att den tidiga övergången från olja till el i Sverige mycket beror på det relativt gynnsamma priset på el och ett stort intresse för kollektiv värmeförsörjning.

Fjärrvärme, som inte räknades med ovan under olja, spelar en mycket viktig roll i utvecklingen i flerfamiljshus i Sverige efter 1973. Fjärrvärmens andel i nya flerfamiljshus i Sverige hade varit relativt hög, i Danmark något lägre beroende på dess tidigare starka utbredning i småhus. I Danmark och Sverige har antalet nybyggda lägenheter fallit drastiskt så att ökningen av anslutningarna beror mycket på konverteringar av flerbostadshus från olja. Vi har inte beräknat fjärrvärme (som primärenergi) med hänsyn till den faktiska insatsen i systemet, utan använder i stället en schablonfektivitet, 75%, för omvandlingsförluster i varje land. I Frankrike och Tyskland är insatsbränslet blandat, i

Sverige och Danmark var oljan (och en liten del sopor) dominerande före 1973. Sedan dess har Danmark ökat sin andel kraftvärme och kol. År 1982 producerades i Danmark 78 PJ hetvatten och 80 PJ el med 192 PJ bränsle, mest kol, och bara 35% olja. I Sverige däremot svarade oljan för 80% av insatsen och enbart 9 PJ el (mot 109 PJ värme) producerades. Så är också fallet i Danmarks värmeverk, men de svarar för mindre än hälften av producerat hetvatten.

Detta betyder att fjärrvärme bör räknas som olja i Sverige under perioden 1970-1982. Dock diskuterar många svenska kommuner övergången till andra bränslen. Även el används sommartid, något som är unikt inom OECD. Vi har valt att alltid redovisa fjärrvärme för sig, men vi noterar att den starka nedgången i oljans direkta andel av uppvärmningsstrukturen i Sverige delvis är missledande. Nästan hela nedgången i flerfamiljshusbeståndet beror på konverteringar till fjärrvärme.

Man kan konstatera att fjärrvärme i Sverige spelar ungefär samma roll som gas i Tyskland, Frankrike och Kanada - ett värmeförsörjningssätt som för det mesta är koncentrerat till tätorter där fjärrvärmenät finns. Skillnaden är dock att gas värmer upp många villor i dessa länder medan fjärrvärme i Sverige värmer mest (90%) flerfamiljshus - utan direkt debitering av använd värme - i Sverige. Den förväntade andelsökningen av fjärrvärme i Tyskland inträffade inte eftersom gasen snabbt blev populär. Ökningen av fjärrvärme i Frankrike har varit nämnvärd, men den totala andelen är fortfarande liten, delvis beroende på det varmare klimatet. Gas svarar i stället för en stor del av uppvärmningen i nya byggnader i dessa länder, såsom i USA och Kanada, där el inte är intressant.

Allt inräknat måste man konstatera att Sverige har haft en ganska lätt övergång från direkt oljeeldning till andra bränslen och system, medan det har tagit längre tid i andra länder för att hitta alternativ. Att Sverige 1972 samtidigt hade den högsta andelen olja i existerande byggnader och en mycket låg andel olja i nya lägenheter tyder på stor flexibilitet, vilket bekräftades efter 1979 då en oljekris inträffade och nära 40% av de oljeeldade villorna övergick till enbart el, el i kombination med övrigt bränsle, ved, eller ved och olja (Cf kap 3). Oljeandelen i totalförbrukningen sjönk från 71% år 1970 till 42% år 1982. I USA noterades en nedgång av oljans andel från 26% till 19% mellan 1970 och 1980 och först 1979-80 kom krisen då cirka 2,5 miljoner lägenheter (här med flerfamiljshus inräknade) bytte från olja. Ändå var denna kris mildare än i Sverige och nedgången var minst i nordöstra USA som drabbades hårdast av oljeprishöjningen. Totalt sett var en mindre andel av bostadsbeståndet involverat.

Det bör dock påpekas att vissa länder avviker avsevärt från Sverige i andra sammanhang. I Tyskland (och delvis i Frankrike) är elvärmens baserad på billig nattström och elvärmens i Tyskland räknas där av myndigheterna och

experterna som icke-central värme. I Danmark räknas direkt el inte som CV. (Vi räknade elvärme som huvudsakligt uppvärmningssystem i Tyskland och Danmark som CV.) Tyskarnas "Etageheizung" (våningsvärme) räknas också som centralvärme, såsom Fernheizung (dansk Fjernvarme, svensk fjärrvärme, fransk chauffage urbain). I alla länder är avgränsningen till kvarterscentral (Blockheizung (ty), blockcentraler (da)) svag, men vi tror de alltid är medräknade under olja eller resp bränsle. Andelen fjärrvärmda lägenheter i Sverige och Danmark är i alla fall mycket större än i Tyskland och Frankrike. I USA är luftburna uppvärmningssystem de mest vanliga. I Kanada är dessa system också vanliga men inte så som i USA.

Tabell 4.9 visar att Sverige alltid har haft den högsta standarden vad beträffar centralvärme. Vi kan tyvärr inte se hur stor andel av en centralvärmd bostad som faktiskt värms, men opinionsundersökningar från Norge, Danmark, Tyskland och USA tyder på att folk inte värmer hela huset. Samtidigt kan vi antyda vilken andel av hushållen som använder sig av kompletterande bränsle (huvudsakligen el, ved men också fotogen eller gas) eller annat system. Användningen av sekundärt bränsle eller sekundär värmekälla är dock väl utbredd i Sverige i småhus (40%) p g a billig el och tillgång till ved, men är mer begränsade till ungefär 20% av småhusen i USA. En stor del av de franska hushållen (cirka 10-15% år 1982) har matspisar som också producerar nyttig värme, även som huvuduppvärmningssystem. Totalt hade 40% av hushållen ett annat bränsle för sekundär uppvärmning i ett annat system. Mätningar av bränsleinsatser är tillgängliga i Sverige och Frankrike. I Sverige svarade ved och el som komplement till ungefär 12% av den totala levererade uppvärmningsenergin. I tyska bostäder svarade ved för ungefär 1% av den totala energiförbrukningen 1982, också en mycket liten andel. I USA ligger siffrorna mellan 8% och 10%. Vi tror att ved som komplementbränsle är en mycket viktig förklaring till den minskade oljeåtgången i USA och Kanada, såsom är väl bevisat i Sverige. Tyvärr saknas konkreta uppgifter om Kanada.

10% av alla danska hushåll (mest i småhus) säger att de äger en "brändeovn", en liten kamin som bränner ved eller avfall, men det saknas konkreta uppgifter om hur mycket bränsle som används i dessa kaminer. Ytterligare några procent har fasta bränslepannor. Danmark har inte den tillgången till billig plockved som finns på landsbygden i Sverige och i viss utsträckning i andra länder. Det är emellertid tveksamt att "brändeovne" kunde ha svarat för den enorma minskningen av det specifika oljebehovet, nära 55%. Detta skulle motsvara nära 2,5 m³ olja eller 8 m³ torr ved och en mycket större mängd funtigt avfall per småhus och år! Nya, opublicerade uppskattningar av myndigheterna i Danmark tyder på en insats på mellan 5 och 8 PJ biobränsle - ved, halm, avfall osv - som kunde ge ca 25-40 GJ/bostad bland de 200 000 som har möjlighet att elda med ved eller liknande. Detta är dock en mycket mindre sänkning

än i den specifika förbrukningen i samtliga danska bostäder.

4.3 Energiförbrukningen

Den totala energiförbrukningen för de sex studerade länderna visas i tabell 4.13. Vi visar levererad, primär och nettoenergi. För att öka jämförbarheten och kontinuiteten i tid inkluderar vi även några mellanår som vi annars inte har kunnat redovisa i detalj. Om inget annat anges är alla värden korrigerade till normal klimat.*

Vid konvertering från levererad till nettoenergi är omvandlingsfaktorn - effektiviteten - starkt beroende av både bränslen och system. Man anser att gas har högst verkningsgrad (mindre sot, oftast separerad värme och VV), därefter olja, medan fasta bränslen har sämst verkningsgrad. Kaminer som inte är anslutna till skorsten har i princip 100% verkningsgrad, dock måste man vädra för att få bort den luftförorening som uppstår. Vattenburna eller luftburna system medför olika distributions- och tomgångsförluster, medan direktverkande el i princip inte har några förluster vid uppvärmning. Varmvattenberedning med stor tank ger liknande förluster beroende på energislaget, medan genomströmningsapparater enbart har omvandlingsförluster. Vi har inte kunnat ta hänsyn till alla eventuella omvandlingsfaktorer samt deras förändringar men vi påpekar alltid där de kan ha spelat en viktig roll i förändringen av förbrukningstalen. Vi påminner återigen om att, bokföringsmässigt, övergången från bränsleeldat system till el eller fjärrvärme reducerar åtgången av "levererad" energi, men i regel ökar åtgången av primär energi.

Dessa totalsiffror används ofta i energipolitiska diskussioner. Själva programmet i Sverige, "Energihushållning mm" som antogs av Riksdagen 1975, var baserat på en beräknad ökning av den totala användningen av levererad energi! Tyvärr kan man inte säga mycket om energibesparingen med enbart siffrorna för den totala förbrukningen. De är beroende framför allt av befolkningen, antalet lägenheter och apparatstrukturen. Vi visar dem emellertid för att underlätta jämförelsen med annan statistik. Men ökningstakten är mycket lägre efter 1973 än före.

Vi ska nu diskutera de olika energislagens andelar. Viktiga åtgångstal, d v s energi per bostad och dylikt, diskuterar vi senare.

*Projektet har p g a tidsbrist endast kunnat utarbeta några av åren för vilka uppgifter om både förbrukning och struktur finns. De flesta länder kan dock följas kontinuerligt under perioden 1970-73 fram till 1982.

4.3.1 Andelarna el och olja av totalförbrukningen

Oljeandelen av energiförsörjningen har alltid varit ett mål för diskussion i energipolitiska sammanhang. Energiandelar visas i tabell 4.14. Oljans andel i Sveriges energiförbrukning för bostäder var relativt hög 1970 och ändå högre om man räknar in fjärrvärme. Oljeandelen utan fjärrvärme har fallit avsevärt sedan dess. Elandelen har varit högst och andelen el till uppvärmning också högst inom våra studieländer. Bland andra länder har oljeandelen fallit starkt och tidigt (Kanada, USA) eller svagt och senare, d v s efter 1978 (Tyskland, Frankrike), där oljans andel var ännu större 1978 än 1973. Anledningen därtill var brist på billig el eller gas för uppvärmning i CV-system. Konsumenten satte ett högre värde på CV än samhällets värde (och konsumentens kostnader) för ökade oljeanvändning, varför antalet och andelen lägenheter med olja som uppvärmningsbränsle ökade nämnvärt i Frankrike och Tyskland och även, fram till 1980, i Danmark.

Fjärrvärme har svarat för en viktig del av oljereduktionen. Vi nämnde ovan att fjärrvärme i Sverige även 1982 produceras till 80% med olja, varför våra siffror för oljeandelen kan vara lite vilseledande. Kombinationen olja-fjärrvärme har gått ned endast med 10 procentenheter. Utan gas men samtidigt med billig el och ved, har Sverige valt det enda möjliga alternativet, nämligen en övergång till el och ved i småhusbeståndet. I flerfamiljshusen har emellertid enbart en förskjutning från direkt förbränning till fjärrvärme samt en nämnvärd reduktion i åtgången svarat för oljereduktionen. Mot denna bakgrund kan man bedöma Sveriges oljereduktion som genomsnittlig för studieländerna. Reduktionen i Danmark, som inte har haft något alternativ till olja för direkt användning och som radikalt har ändrat oljans andel i fjärrvärmerna, måste bedömas som störst, efter USA.

Elanvändningen har varit helt komplementär. Även med brister i 1982 års statistik kan vi säga att Sverige i dag har den högsta andelen el i både uppvärmningsmönstret och i den totala bilden. Vi tror också att besparingar i elvärmen i existerande småhus har ägt rum i Sverige (cf kap 3 och bilaga 1), mätt i förbrukning per kvadratmeter. Men inga dramatiska sänkningar i existerande småhus har ägt rum, förutom en ökning av vedinsatsen i en hel del elvärmda småhus.

Den totala elanvändningen per bostad är högre i USA och Kanada än i Sverige p g a flera och större hushållsapparater och hög användning av el för varmvatten. Luftkonditioneringen i USA spelar en viktig roll, den finns i nästan 10% av alla hushåll. Elanvändningen i Danmark är lägre på uppvärmningssidan, men även något lägre för hushållsapparater eftersom de kostar väsentligt mer. I Frankrike har elandelen ökat, vilket delvis beror på en kampanj för "tout électrique", d v s "helt elektriska hus" som var populärt i USA på 60-talet i och med elvärmens introduktion. Men elens andel i svenska bo-

städers energiförsörjning och förbrukning är unik bland studieländerna.

Man bör emellertid titta på framtidsbilder på elvärmens kraftiga expansion eftersom belastningen vintertid kan vara ett bekymmer och man väntar flera förbättringar på samtliga elanvändningsområden. Sist bör man erinra om att elanvändning, såsom all energianvändning, är känslig för prisändringar på lång sikt, vilket förklarar varför Sverige, med det mest gynnsamma priset på el, har haft den utveckling det har haft.

4.3.2 Åtgångstalen

Vi har visat viktiga skillnader i energiförbrukningens struktur. Inkomster, bostadsbeståndet och bränslen varierar kraftigt bland länderna. Hur ser då Sverige ut jämfört med andra länder, först när man slår ihop all energi och betraktar åtgångstalen, d v s energiförbrukningen per capita eller per bostad? I detta avsnitt behandlar vi energianvändningen per bostad, men läsaren kan använda demografiska uppgifter i tabell 4.1 för att i stället räkna per capita.

De totala åtgångstalen redovisas i tabell 4.15. De individuella åtgångstalen, räknat i olika energimått, redovisas i efterföljande tabeller. Vi visar i princip utvalda år från perioden innan, mellan och efter de två stora oljekriserna.* Sverige har ett genomsnittligt åtgångstal för uppvärmning, ett högre åtgångstal för varmvatten, ett lägre matlagningstal (som vi inte behandlar) och hög användning av el för apparater jämfört med de flesta OECD-länderna i Europa.

Åtgången visar att Sverige, liksom de andra länderna, har haft ett tredebrott och en nedgång 1973, en plan utveckling 1975-78 och en nedgång 1979-82. Förbrukningen i Sverige, räknad per bostad, ökade med 1,6% per år 1965-72 (jämfört med mellan 3% och 6% per år för alla medräknade länder före 1972 (Ref 5)), men föll eller stagnerade efter 1973. Före oljekrisen låg Sveriges åtgång lite under Danmarks, men väsentligt högre än den i Tyskland och Frankrike. USA och Kanada hade mycket högre värden. 1981-82 var ordningen nästan densamma, bara Danmark hade fallit under Sverige och skillnaden var mindre.

Nedgången i primär energi har varit mindre för samtliga länder p g a ökad andel el både för uppvärmnings- och icke-uppvärmningsändamål. Sveriges primära åtgång ändrades knappast, medan Danmarks sjönk med mer än 1% per år och för USA och Kanada, de största förbrukarna, med nära 1%. Nettoenergiförbrukningen har sjunkit med 1,3% per år i Sverige, också en av de mindre förändringarna bland länderna. Att dessa två senare tal för Sverige inte har sjunkit lika kraftigt som levererad

* Antalet år i varje period är inte alltid detsamma för alla länder p g a statistikens tillgänglighet.

energi tyder på att levererad energi kanske inte alltid ger en rättvis bild av energiåtgången i bostäder. Övergången från bränsle till el (och fjärrvärme) medför i och för sig en nedgång i förbrukningen som är bokförd under levererad energi.*

Hur mycket har då Sverige och andra länder sparat? Räknat som minskningar i energi per bostad (L) har Sverige haft en reducering av åtgången mellan första perioden och 1981-82 med 20%. (0% P, 12,5% N). Danmark har minskat mest vid alla de tre talen (34%, 26%, 33%), sedan Kanada (24,5%, 10%, 19%)** sedan USA (18%, 9%, 15%), sedan Frankrike (10%, 0,5%, 11%) och Tyskland (9%, 2%, 7%). Minskning i primär energi i Sverige, +- 0%, beror på att elanvändning har ökat kraftigt för alla ändamål, såsom i alla andra länder. Minskningen i nettoenergi i Sverige, 12%, kanske helt riktigt tyder på den besparing som har gjorts.

I jämförelsen mellan länderna av både absolut förbrukning och relativ sänkning kan man läsa ut mycket om Sverige. Att förbrukningen av levererad energi minskade mest och inte alls med primär energi beror på att i Sverige har el som ersättning till olja slagit igenom mest. I andra länder har elandelen också ökat, dock mer på en ökning av antalet elapparater och i mindre utsträckning för elvärme. Sverige tillhörde tillsammans med Danmark mellanförbrukarna före 1973, medan USA och Kanada låg mycket högre och förmodligen hade mycket att spara in på kort sikt. De övriga länderna hade en lägre energistandard i bostäderna så att även stora besparingar i bostäderna med CV och andra moderna system jämnade ut den naturliga ökningen i standarden och elanvändningen. Denna ökning var så pass stark att åtgången i Tyskland och Frankrike i stort sett var högre under mellanåren ("midstream" i tabellen) än år 1972 och 1982.

År 1982 visar att nedgången avtar. I Tyskland och Sverige har förbrukningen ökat lite i primär energi, dock gör osäkerheterna i statistiken denna ökning mindre signifikant. I USA har vi funnit en konstant nedgång t o m 1980 och med hjälp av en annan, ej fullständig tidsserie, tror vi att minskningen fortsatte, så att den totala minskningen t o m 1982 är något större än vad vi redovisat. Förbättrat material från 1982, vilket inte var tillgängligt i mars 1984, behövs för att kartlägga en eventuell stagnering av besparingen, vilken uppgång eller utplaning i åtgångarna skulle tyda på. Vi anser att möjligheten att besparingstakten har avtagit måste undersökas närmare.

* Förluster förs till energiomvandlingssektorn. De flesta danska och svenska utredningar räknar med både levererad och nettoenergi, vilket gör det möjligt att bedöma effekten av dessa omvandlingsförluster.

** Utan hänsyn till ved, som vi bedömer svarar för två procentenheter.

Hur mycket av åtgångens minskning beror på demografiska faktorer som vi inte kallar för energibesparing? Detta är svårt att beräkna, men grovt sagt tror vi att en mindre del, högst 10% av själva minskningen beror på demografi. Nedgången bland de flesta länder under åren 1973-75 och 1979-81 har varit för stor för att kunna förklaras av demografiska ändringar (se ovan, ka. 2), vilka tar mycket längre tid för att påverka energiåtgångarna.

Problemet med denna enkla beräkning av energi per bostad, oavsett vilken energi vi använder (L, P eller N), är att den nedgång som har ägt rum vad beträffar uppvärmning (och varmvatten) delvis har utjämnats av ökningen i elanvändning i alla länder, samt en kraftig ökning av andelen lägenheter med CV i Tyskland och Frankrike. Varmvattenstandarden har också ökat avsevärt i dessa länder. Därför måste vi också behandla dessa poster separat, trots att uppdelningen är mer osäker än totalanvändningen.

4.3.3 Rumsuppvärmning

Rumsuppvärmning, eller uppvärmning* (tabell 4.16) svarar för den största andelen i alla ländernas förbrukning och är därför avgörande för utvecklingen av hela konsumtionen. Andelen varierade mellan 60% och 80% före 1973 och mellan 55% och 75% under de senaste åren. Sveriges andel har alltid varit lägst, trots klimatet, och tyder i och för sig på hög effektivitet. Uppvärmningsenergin per bostad är lite under genomsnittet för alla länderna under alla åren. Ganska egendomligt när man tar hänsyn till Sveriges klimat.

Nedgången i alla ländernas uppvärmning mellan 1972 och 1981-82 visas klart i siffrorna i tabell 4.16, dock mindre i Frankrike och Tyskland p g a den starka ökningen av andelen hushåll med CV, nära 50% mer 1982 än år 1970. Redovisningen kan inte rättvist skilja nedgången mellan värme och varmvatten i Sverige och Danmark där nästan allt varmvatten produceras tillsammans med uppvärmning, åtminstone med samma bränsle. I de övriga länderna kan man lättare avskilja den ena från den andra med hjälp av månadsleveransstatistik och de olika bränslekombinationer som förekommer. Man kan alltid för säkerhets skull kombinera värme- och varmvattensenergin i Danmark och Sverige för att få en säkrare siffra (tabell 4.17). Nedgången i detta tal består vilket bekräftar att uträkningen har varit riktig.

Det finns dock vissa skillnader mellan Sverige och de övriga länderna. I Sverige har oljeåtgången fallit kraftigt, mer än 25% i småhus och omkring 20% i flerfamiljshus. Nedgången i elåtgången har varit mycket mindre p g a många olika faktorer, bl a den gynnsamma prisutvecklingen för el men också det relativt unga

* Här exkl energiförbrukning till hushållsvarmvatten.

beståndet av elvärmda småhus. I övriga länder har däremot minskningar av uppvärmningsåtgångarna bland samtliga bränslen noterats i vår OECD-studie.

Debiteringen i flerfamiljshus är en viktig skillnad mellan Sverige och övriga länder. De flesta svenska lägenheter hade inga värmemätare (mot t ex cirka hälften i Tyskland och 80% i USA och Kanada som betalar efter mätare). Bristen på individuella mätare i Sverige gör säkert att inga boende i FFH stänger av olika rum. I Frankrike, Tyskland, USA och Kanada däremot, där gas ofta värmer individuella lägenheter centralt, d v s med anläggningen i eget gemensamt pannrum, är det lätt att hålla en del av lägenheten sval. Den franska statistiken visar att lägenheterna med individuell gasledning har väsentligt lägre specifik förbrukning än lägenheter med gemensam gaspanna, även om själva pannan har hög verkningsgrad. Omvänt är fallet med olja eftersom gemensam eldning i stora system är viktigare än bristen på debitering. I samtliga länder är varmvattensförbrukningen alltid lägre med individuella apparater än med de kombinerade systemen vilka är regel endast i Danmark och Sverige.

4.3.4 Varmvatten

Varmvattensenergin (VV), som redovisas i tabell 4.18, svarar för den näst högsta andelen av energianvändningen. Nästan alla svenska lägenheter har haft rinnande varmvatten sedan slutet av 60-talet. I Sverige har man nästan alltid räknat med varmvatten producerat i centralvärmesystem. Danmark har haft en likartad utveckling fram till 1972 med utveckling av vattenburna system baserat på olja och fjärrvärme, dock med lägre andel CV i lägenheterna. I hus utan CV har framför allt fristående el, gas och annan typ av varmvattenberedning använts, dock alltid i mycket mindre utsträckning än de vanliga systemen. Detta betyder att varmvattensförbrukningen i Danmark och Sverige har varit mycket hög, även i början av 60-talet.*

I de övriga länderna har utvecklingen varit mycket annorlunda. En anledning till den kombinerade produktionen av värme och VV har varit den långa uppvärmningssäsongen i Norden. I andra länder räknar man med en kortare säsong och då försöker man göra VV oberoende av värmen. I USA och Kanada domineras beståndet av fristående VV-beredare som rymmer mellan 80 och 200 liter. Endast 40% av oljevärmda småhus i USA har varmvatten baserat på olja, medan de flesta gasvärmda lägenheterna också har VV-beredare med gas. Men totalt har över 50% av lägenheterna i USA och Kanada elbaserat varmvatten, d v s en mycket högre andel än andelen lägenheter med elvärme. Förbrukningen är lika hög, eller högre, än i Sverige.

*Uppskattningar av hur stor andel av energianvändningen som går till varmvatten i Sverige diskuteras i bilaga 1. För andra länder, se våra individuella rapporter.

I Tyskland och Frankrike (samt i många andra länder som inte redovisas här) är varmvattensförbrukningen mycket mindre än i ovannämnda länder. Här utvecklas genomströmningsapparater, baserade på gas eller el för hus utan CV. Dessa system värmer vattnet vid användningsstället, dvs i badrummet eller köket. Detta medför alltid minskade förluster men systemet har inte samma prestation som centralsystem med lagringstank. Fristående VV-beredare finns också, speciellt i badrum. Vi tror att det totala behovet av varmvatten skapar en marknad för dessa apparater. I många fall rör det sig mycket om priser. Man får råd till matlagning och varmvatten med el och stadsgas (eller naturgas) i enkla system, men använder sig av olja, gas eller fasta bränslen i kaminer för uppvärmning. När CV kom in i husen blev oftast el- eller gas- VV-apparaten kvar där den hade stått och gasen tog enbart över uppvärmningen medan den elektriska VV-beredaren stod kvar. Andra hus gick över till enbart gas eller enbart el. I dag är det egentligen bara i Danmark och Sverige där i regel nästan alla hushåll har samma bränsle för uppvärmning och varmvatten. Det finns många hushåll i de andra länderna måed tre bränsleformerna, matlagning inräknad.

Det är mycket svårt att fastställa en förändring i varmvattensförbrukningen i Sverige eller Danmark p g a brist på mätningar i kombinerade och individuella system. Vi har dock antagit en liten minskning av VV-energin i olje- och fjärrvärmda lägenheter i Sverige och Danmark. I USA finns det en minskning av sommarmånadernas gasförbrukning som tyder på minskad VV-förbrukning. I den detaljerade franska statistiken finns det material som jämför system och bränslen med och utan VV-produktion. Det finns ingen klar tendens att VV-förbrukningen minskar. Totalt sett har dock antalet VV-apparater i Frankrike ökat, så att en besparingstendens har överkompenserats av ökad standard. Samma tensens gäller för Tyskland.

4.3.5 El- och gasapparater

Innehav av de övriga energiförbrukande apparaterna - främst elapparater - redovisas i figurerna 4.1 - 4.6. Gasvärmda torktumlare finns i viss utsträckning i USA och Kanada, medan gasspisar fortfarande är mycket populära i alla länderna. Det finns, trots höga gaspriser, cirka 180 000 (stads)gasspisar (5% av lägenheterna) kvar i Sverige och 90 000 (också 5%) i Danmark. År 1960 svarade stadsgasen för nästan 40% av alla hushållens spisar i båda länderna. Gasolspisar är också vanliga i delar av Danmark, Tyskland, Frankrike och Nordamerika där gasnätet inte har nått ut.

Matlagningen kommer vi inte att behandla i så stor utsträckning. Beräknade åtgångar redovisas i tabell 4.19. Den minskning vi har sett i Sverige och Danmark för specifika behov av gas beror mest på ändrade matlagningssvanor. I Stockholm har den genomsnittliga förbrukningen per hushållsabonnet minskat med mer än

50% mellan 1960 och 1982. I USA och Kanada, där förbrukning av gas för matlagning alltid varit större (och gas mycket billigare) har en viktig teknisk utveckling, ersättning av pilotlågan mot elektronisk tändning, tillåtit en minskning av förbrukningen på nära 50% med oförändrade matvanor. En del av skillnaderna mellan länderna beror helt på uppdelning mellan gas, gasol och el. Sverige har den högsta andelen elspisar och ugnar. Vi har tyvärr inte kunnat studera vilka olika omvandlingsfaktorer som bäst skulle tillåta summeringen till nettoenergin, men vi tror att primär-energi kanske ger en bättre relativ bild av energianvändningen.

I en jämförelse mellan Sverige, USA och Frankrike⁸ visade Saros att matlagningsenergin är mycket beroende på uppdelningen mellan el och gas. Saros påpekade också att mattraditioner spelar en roll, vilket stämmer med våra egna observationer. Dessutom har vi sett en tendens att matälskare föredrar gas (eller gasol) framför el, en förklaring till varför de som var bosatta utanför gasområden i Tyskland, Italien, Frankrike och USA valde gasol (LPG) för spisarna. Det kan sägas att matlagning, som förr i tiden var den viktigaste posten efter uppvärmningen och oftast var integrerad med uppvärmning via en gemensam spis, nu har blivit den minsta posten i användningsmönstret. Nu tar mindre elprylar över en hel del av matlagningssuppdragen genom korvrostare, hamburgerstekmaskiner och popcornpoppare! Denna specialisering lär spara mycket energi.

Elapparater betyder alltmer för hushållen i dag. Elektricitet går också till belysning, elektronik, matförvaring och hygien samt en del andra mindre ändamål. Det är svårt att kartlägga systematiska skillnader i storlekar eller prestationer, men det kan sägas att apparaterna är störst och mest utrustade i USA och Kanada, därefter Sverige och Danmark, sedan Tyskland och Frankrike. Det är också mycket vanskligt att jämföra den specifika förbrukningen av olika apparater i hushållen p g a många beteendefaktorer, utan att göra direkta mätningar. Men i tabell 4.20 ger vi elförbrukningen för elapparater (så kallade el-specifika) samt total elförbrukning per bostad.

Vad beträffar kyl och frys betyder apparatens storlek, utrymme och prestation mycket för energiförbrukningen. En 300-liters (netto) apparat kan förbruka mellan 200 kWh och 1 000 kWh per år. I USA och Kanada ligger kylskåpen i intervallen 400-500 liter netto, i Sverige 350-400 liter, i Danmark något mindre och i Tyskland och Frankrike väsentligt mindre. I Nordamerika och Skandinavien förekommer oftast automatisk avfrostning och ett riktigt frysfack i kylskåpen (vilket kallas för kombispåk i Skandinavien). Storslukare finns mest i Nordamerika såsom kyl och frys i 500-600-litersklassen som drar 1 500 kWh per år. Separata frysboxar är vanligast i Sverige och USA men finns i samtliga länder. Vissa andra apparater förekommer ofta endast i Skandinavien, bl a bastu, torrskåp och bilvärmare (finns

också i Kanada och nordligaste USA). Radio, TV, video och datorer svarar endast för en liten del av förbrukningen. Mikrokomponenter är mycket känsliga för värme och apparaterna har därför alltid varit energisnåla.

De fem största förbrukarna - kyl, frys, disk, tvätt och tork (som delvis producerar egen värme eller varmvatten) - använder var och en mellan 400 och 800 kWh per år beroende på land, hushåll, apparattyp osv. Vi har gjort ett index av dessa fem apparater som visas i tabell 4.21. Tabellen visar att Tyskland, Frankrike och i viss utsträckning Danmark har haft snabb utveckling av beståndet av de fem stora även efter 1973, där beståndet i Sverige, USA och Kanada var avsevärt mer utvecklat. Att tillväxten avtar samtidigt som beståndet är relativt ungt betyder dessvärre att besparingspotentialen vid apparatbyte för närvarande är begränsad och förskjuten framåt i tiden, då det blir dags att byta ut maskinen. Skillnaden mellan länderna är mindre i dag än år 1972. Samtidigt bör man påminna om att det finns dubbel täckning i USA där 20% av hushållen har två kylskåp. Men vi tror att alla länder kommer att få var sin mätning på elapparater och deras elförbrukning.

Apparaturbudet är mycket internationellt vilket betyder att konsumenten kunde välja energisnålt om han/hon ville utan att den inhemska marknaden behöver täcka efterfrågan. Det är därför svårt att bedöma hur energisnåla apparaterna är om man inte har tillgång till försäljningssiffror för varje modell. Även om Elektrolux och andra svenska tillverkare har förbättrat utbudet kan köparen eller installatören ha köpt sämre, d v s ett urval som totalt sett kräver mer energi.

Fabriker och testanstalter (såsom Konsumentverket i Sverige) avrapporterar vissa standardiserade testresultat, vilka har använts i vissa sammanhang som indikatorer. Uppgifter från Danmark (DEFU),⁹ Tyskland (VDEW, ZVEI)¹⁰ och USA¹¹ visar att de nya apparaterna, räknat efter antalet sålda apparater i olika storleks- och energiåtgångsklasser, är väsentligt bättre än utbudet 1972-75 vad beträffar kyl och frys. Tendenserna hos andra apparater är svåra att kartlägga.

Prisökningarna i USA har säkert varit en faktor i den reala förbättringen av effektiviteten. Men förbättring av USAs centrala luftkonditioneringsapparater har t ex inte varit lika bra som i övriga apparater, eftersom det oftast är byggherren, inte de boende, som gör inköpen. Vi tror att det är viktigt att fortsätta analyserna den faktiska utvecklingen av hushållsmaskinerna.

4.4 Indikatorer

De rena åtgångstalen kan ge en vilseledande bild på hur pass mycket förbrukningen har ändrats sedan 1972 eller varför användningen är högre i vissa länder. För upp-

värmning spelar klimatet och bostads- eller uppvärmdytan en väsentlig roll i energianvändningen, medan inkomst och boendetäthet är viktiga för varmvattensförbrukningen och andra poster.

Vi utvecklade därför två uppvärmningsindikatorer, energi per bostad per graddag för uppvärmning (MJ/GD/lägenhet) och energi per kvadratmeter per graddag ($\text{KJ/m}^2/\text{GD}$). Dessa återges i tabell 4.22 för samtliga bostäder i varje land. (Nettoenergi per kvadratmeter per graddag visades också i fig 3.13.) Även energi för uppvärmning plus varmvatten per kvadratmeter (eller per capita eller per inkomstenhet) kan användas (tabell 4.17) för att undvika den osäkra uppdelning av förbrukning av olja eller annat bränsle i rumsuppvärmning och varmvatten. Vare sig man mäter den ena eller den andra, var Sveriges energianvändning för uppvärmning den lägsta i OECD, d v s mest effektiv.

Vi visar indikatorer för vissa centralvärmda bostäder, bränslen och system i tabell 4.23. (Eftersom vi inte alltid känner till bostadens storlek eller bränsle har vi angivit förbrukning i MJ/GD/bostad. Där kan man följa utvecklingen mycket noggrant då uppgifter om oljeförbrukningen i de flesta fall uppmäts. Att oljeåtgången faller så snabbt i de flesta länder är en viktig indikation på att det mest rör sig om snabba åtgärder - med undantag av Sverige. Den låga uppvärmningsindikatorn i Sverige beror alltså mycket på teknik.

Innetemperaturen tycks vara högst i Sverige jämfört med de övriga länderna. Enligt SIBs mätningar ligger den omkring 20-22°C. I USA¹² anger man 20°C när man är hemma under dagtid och 18°C nattetid. I Holland¹³ håller man mycket lägre temperatur nattetid, omkring 14-16°C. Enkäter från Statistiska Sentral Byrån i Norge och Scantest i Danmark visar i stort sett samma låga temperaturer (jmf med Sverige). Även om dessa undersökningar inte har mätt temperaturen avviker resultaten så pass mycket från liknande svenska enkäter¹⁴ att vi måste dra slutsatsen att svensken vill ha det varmare än folk i andra länder.

Det är intressant att uppvärmning, mätt per kvadratmeter eller per capita, är lika stor i småhus som i flerfamiljshus i Sverige (se kap 3 eller bilaga 1). Detta beror på att flerfamiljshus är värmda till en liten men signifikant högre temperatur än småhus, säkert p g a brist på individuell mätning och debitering av värme. I andra länder ligger alltid flerfamiljshusens uppvärmningsindikatorer under dem för småhus. Vi vet att individuell mätning av värme i vattenburna system inte är lätt att genomföra, men vi måste påpeka att vår jämförelse visar stora besparingar med individuell mätning.

I USAs gasvärmda lägenheter och i nästan alla lägenheter i Tyskland eller Frankrike där individuell debitering är regel är uppvärmningsindikatorerna mindre

än den är i småhus. Detta skulle vara fallet, eftersom man har mindre ytterväggsyta och takyta per enhet bostadsyta. Den högre andelen lägenheter i Sverige (än i övriga länder) kan betyda att uppvärmning per lägenhet är mindre än i övriga länder, men inte uppvärmning per capita eller kvadratmeter. Med andra ord, Sverige har en högre andel mindre bostäder än övriga länder, men också flera sådana, så att bostadsytan per capita är högst i Europa.

Den låga uppvärmningsåtgången i svenska bostäder är anmärkningsvärd. Vår statistik pekar på att även i absolut förbrukning per småhus eller per kvadratmeter bostadsyta, har svenska småhus använt mindre olja än motsvarande i Frankrike, Tyskland, Danmark och nordöstra USA.* Slutsatsen består även om man inkluderar varmvatten och blir ännu mer intressant om man dividerar med antalet graddagar. Att svensk byggt teknik överkompenserade för klimatet kan bero på många faktorer, inklusive behovet av att klara norra Sverige med i stort sett samma teknik som övriga Sverige. I USA däremot finna en enorm skillnad mellan byggt teknik i en och samma delstat, för att inte tala om olika regioner.** Ekonomiska faktorer som behandlades i Marshall Studien¹⁵, var viktiga stimulanser till både villaägarnas och byggarnas intresse att bygga effektivt långt före oljekrisen. Den stora skillnaden mellan Sverige och Danmark eller Tyskland kan knappt motiveras av en liten skillnad (cirka 20%) i graddagstalet! Vi kan tyvärr inte ta hänsyn till åldersstruktur, byggmaterial, vind och fukt men vi tror att skillnaden mellan Sverige och de övriga länderna, klimatet inräknat, är så stor att den är riktig. Det bör emellertid nämnas att fler av länderna byggde i mursten eller tegel, vilket fördröjde isoleringskostnaderna och säkert ledde till sämre isoleringsstandard före 1973.

Sedan 1978 har uppvärmningsindikatorerna i Danmark, Tyskland, USA och Frankrike närmast sig de svenska värdena, mest medelst kortsiktiga åtgärder. Värdena föll med nära 30% i Danmark mellan 1979 och 1981 (nära 50% mellan 1973 och 1981), med 20% i Tyskland (45% 1972-81) och med cirka 40% mellan 1973 och 1981 i USA. Men de stora sänkningarna beror mest på beteendet. Det är svårt att tro att alla småhus i ett land har kunnat tilläggsisoleras, alla pannor bytas ut osv. Nedgången som vi observerat i Sverige är långsammare och troligen mer beroende på tekniska, långsiktiga åtgärder. Trots Sveriges mest effektiva ställning 1972 kunde man i oljevärmda småhus spara nära 20% av oljan. (Resten av nedgången beror på ved- och elanvändning samt andra faktorer.)

* Svenska hus var näst störst efter amerikanska och lika stora som danska.

** Även om antalet graddagar på de flesta orter i USA är mycket mindre än i Sverige är de lägsta temperaturerna ganska nära de i södra Sverige.

slutsatsen är entydig: Sverige har fortfarande den mest effektiva uppvärmningen bland de studerade länderna och har dessutom kunnat spara in en hel del sedan 1970.

Att USAs värde, mätt per kvadratmeter, ligger nära de övriga ländernas - förutom Sveriges - är ganska egendomligt då USAs totala uppvärmningsåtgång per bostad är så stor. Men detta förklaras delvis av att USAs oljevärmda villor har den största bostadsytan i OECD. Som nämnts ovan finns det mycket som tyder på att svensken värmer den totala husytan samt en del biutor medan man i de övriga länderna värmer mindre än den totala bostadsytan. Att Danmark och Sverige har den högsta andelen oljebaserat varmvatten i kombination med värme, medan i de övriga länderna system och bränsle oftast är olika, tyder på spartips men samtidigt även en tolkningssvårighet. Vi har antagit att uppvärmningen i hus i dessa två länder proportionellt haft en större besparing än varmvattnet. Det är dock möjligt att vår uppdelning mellan varmvatten och värme i Danmark och Sverige numera är felaktig p g a den förkortade uppvärmningssäsongen som egentligen betyder försämrade verkningsgrad och kanske t o m en ökad extrainsats av bränsle för varmvatten. Experter vid Danmarks Teknologisk Institut¹⁶ och Sveriges egna undersökning HEA (se bilaga 1) tyder på en sommarförbrukning för oljevärmda system som fortfarande är hög, om man inte helt har stängt av dessa system. Detta kan förklara den stora besparingen som uppnåtts i Danmark jämfört med i Sverige. Vi vet att man i Tyskland och USA avsiktligt har övergått till el- eller gasbaserat varmvatten i oljevärmda villor just för att undvika de stora sommarförlusterna.

Tabell 4.24 visar varmvattens- och elapparaternas indikatorer i samtliga länder. Varmvattensindikatorn i Sverige är hög, såsom elförbrukningen. Det höga värdet på varmvattensindikatorn, netto energi per capita, beror delvis på livsstil - hygieniska krav - och delvis på användningen av olja för varmvattensberedning året om. Även med de stora sänkningarna vi har funnit i bostäder med CV i de övriga länderna var minskningen i värme + varmvatten i Sverige 1970-72 till 1981-82 tillräckligt stor för Sverige att bibehålla sin ledning i denna uppvärmningsindikator. Att indikatorer i Tyskland, Frankrike och även Danmark har ökat sedan 1972 beror på en lägre standard 1972 i dessa länder än i Sverige. Danmarks elapparats- och varmvattensindikatorer har, enligt våra uppskattningar, minskat sedan 1979, medan tillväxttakten i Frankrike och Tyskland har minskats sedan 1979.

Den höga varmvattensförbrukningen i Sverige bör diskuteras. Den kan bero på att en stor del av den svenska befolkningen vuxit upp utan någon riktig teknisk eller ekonomisk begränsning av varmvattens-tillgången under den period de har bott i lägenheter. (Författaren har en särskild energimätare på sin VV-beredare i Kalifornien och har alltid kunnat mäta en väsentlig stigning i hushållets gasförbrukning för

varmvatten när svenskar är på besök.) Det betyder att Sveriges höga varmvattensförbrukning beror både på en hög hygienisk standard och även ett slöseri. Samtidigt antar man att systemet i och för sig är medelmåttigt effektivt. På sommaren är fjärrvärme och oljepannor inte effektiva för att producera enbart varmvatten. Även själva vattenkranen (och rörsystemet) spelar en viktig roll för energibehovet.

Den viktigaste slutsatsen man kan göra från våra VV-uppgifter är dock att det finns en stor och klar skillnad mellan förbrukningen i Frankrike och Tyskland å ena sidan och Sverige, Danmark och Nordamerika å den andra. Många experter i USA tror att det finns en stor besparingspotential - i storleksordningen 50% - som man inte riktigt begripit (och använt) ännu. Man har lagt ner alla resurser på att spara uppvärmningsenergi. Vi tror att denna potential existerar även i Sverige. Dock blir den bruttobesparing man uppnår i Sverige (och Danmark) mindre, eftersom 75% av VV-beredarna är baserade på olja eller fjärrvärme, där tomgångs- och sommarförluster spelar en viktig roll oavsett hur mycket vatten man värmer.

En utveckling som kan ta över en hel del av varmvattensberedningen kan bli VV-beredare med frånluftsvärmepump vilket i dag endast finns i Sverige. I USA finns många VV-värmepumpar, men de använder vanlig luft och har sin bästa verkningsgrad i varma delar av USA eller på sommaren. Solbaserat varmvatten har också haft stor framgång i USA där endast el finns som alternativ, medan gas fortfarande är billigast. Men även i USA påverkas sol- eller värmepumpens ekonomiska fördelar väldigt mycket av beteendesidan. Med en förbättrad vattenkran och en minskad temperatur kan energibesparingen bli så stor att mer komplicerad, kapitalkrävande teknik blir ekonomiskt ointressant.

Elanvändning för apparater är en viktig post att analysera på grund av sin starka tillväxt under hela 70-talet. Då apparatinnehav är starkt beroende av inkomsten har vi använt den senare i indikatorerna. (Osäkerheten i växelkurs gör det svårt att jämföra absoluta värden mellan länderna.) Som vi visade i ett föregående avsnitt fanns det 1970 stora skillnader i täckningsgrader på de viktigaste apparaterna. Sverige och Nordamerika låg högst, därefter Danmark, därefter kontinenten. Dessa skillnader har minskat. Hushåll i Skandinavien har kommit i kapp Nordamerika, medan de på kontinenten kraftigt har ökat sitt innehav av förvarings- och tvättapparater och små matlagingsprylar. Denna raska ökning har lett till en snabb stegring av elanvändningen även efter oljekrisen, vilket kan ha misstolkats till att bränsle ersätts med el.

Den höga elförbrukningen i Sverige förklaras delvis av relativt låga elpriser, kopplade till höga inkomster och möjligen till den långa närvaron i bostaden under de mörka vintermånaderna. Indexet för innehav av eldrivna apparater är högt. Att Sverige ligger på den

högsta konsumtionsnivån vad gäller el för apparater beror inte på användningen av gas i övriga länder. Med vårt begrepp "elspecifik" har vi rensat bort matlagning och varmvatten, två funktioner där bränsle och el konkurrerar. Samtidigt vet vi att en del varmvatten ligger i diskmaskiner och tvättmaskiner som i USA nästan alltid är kopplade till varmvattenstanken. Om dessa apparater skulle värmas med el skulle elförbrukningen bara öka lite. Även utan möjlighet att direkt jämföra elapparaternas indikatorer måste vi konstatera att Sverige har en hög apparatförbrukning.

En klar dämpning (t o m en nedgång i Danmark) av tillväxten i posten elapparater har inträffat i Skandinavien och Nordamerika. Den numera långsamma expansionen av beståndet i Sverige, Danmark och USA tvingar förbrukningen uppåt samtidigt som förbättrade apparater tvingar den nedåt. Den viktigaste skillnaden mellan länderna är fortfarande skillnaden mellan ökningstakten i beståndet. Men troligen har skillnader i elpriset lett till att man har större apparater i Sverige, USA och Kanada än i Danmark, Tyskland och Frankrike. Att hushållselen steg 4,3% per år i Danmark fram till 1978 och i lika snabb takt i Frankrike och Tyskland betyder alltså inte att man inte har sparat energi eller el utan bara att beståndet kraftigt expanderade. I nästan alla länder upptäckte vi att elförbrukningen per hushåll för apparater stagnerade efter 1980, framför allt i förhållande till inkomsten. En ny svensk studie¹⁷ sammanfattar en hel del analyser som tyder på en stor besparingspotential i framtidens elapparater samt i varmvattenssystemen. Vi tror att denna potential kommer att realiseras i alla de studerade länderna. Det låga elpriset i Sverige utjämnas av den höga förbrukningen av el som gör det lika intressant att spara el i Sverige som i andra länder.

4.5 Nya bostäder

Teoretiskt sett skulle alla nya bostäder avsevärt ha minskat uppvärmningsförbrukningen jämfört med tidigare byggnation. Alla länder har skärpt byggnormer och praxis enligt en enkät som gjordes för Eurisol.

Statistik från Sverige visar otvetydigt att så är fallet även om förbrukningen i hus byggda 1976-1980 (vad beträffar el) inte ligger radikalt under förbrukningen i hus byggda 1970-1975, d v s i stort sett innan oljekrisen hade påverkat byggtekniken. Detta visades i fig 3.11. De nya byggnormerna i Danmark (BR-77, i kraft sedan 1979) skulle ha medfört enorma vinster. Enligt opublicerade uppgifter från SBI, Hörsholm, bygger man i dag väsentligt bättre än BR-77, dock inte lika lufttätt som i Sverige. Energiministeriet i Danmark räknar med en förbrukning (netto) i nya (1982) småhus på omkring 0,40 GJ/m² (uppv + VV) mycket bra jämfört med äldre siffror 0,75 GJ/m² 1972. Konkreta siffror från Tyskland och Frankrike är inte

tillgängliga, dock kan det sägas att gasförbrukningen per gasvärmeabonnet i Tyskland inte har stigit som väntat.¹⁸ Samtidigt visar en ny rapport till EG¹⁹ att Danmarks nuvarande byggnorm, uttryckt i $W/m^2 \cdot ^\circ C$ för ett friliggande hus med en volym på $864 m^3$, 0,49, ligger 30% under Tysklands värde (0,69) och långt under andra medlemmars värden. Eftersom Sverige ligger väl under Danmark kan man dra slutsatsen att Sverige fortfarande bygger de energisnålaste husen i Europa! Information från myndigheter i Kanada tyder på vinster i nya hus, framför allt i lågenergihus i västra Kanada (Saskatchewan), men mätningar som är representativa för hela beståndet finns inte och de flesta småhus byggs fortfarande med sämre isoleringsstandard än i Sverige trots strängare klimat, tydligen p g a billigare energi.

I USA är det svårt att generalisera. Data från norra Kaliforniens gas- och elverk, PG & E, visar en märkbar nedgång i gasåtgången på vintern i hus byggda efter 1977, då Kaliforniens, för USA ganska stränga värme-hushållningsnormer, trädde i kraft. LBLs analys av statistik från USAs Byggentreprenörförbund (National Association of Homebuilders, NAHB) tyder på en förbättring sedan 1973, men han menar att hus i USA fortfarande är mycket dåligt isolerade. År 1981 byggde man i Minnesota (med ett klimat som motsvarar Östersund men med några mycket kallare ($-30-35^\circ C$) dagar) med en isolering i väggarna som motsvarar ett k-värde på ungefär 0,35 utan justering uppåt för köldbryggor. I Sverige enligt Marshall-studiens uppgifter baserade på låneobjektstatistiken, låg svenska bostäder på 0,22-0,25! Alternativt kan man beskriva USAs läge enkelt - mycket korta tidsperspektiv som gör att investeringar för att spara energi måste betala sig inom 5-7 år.

Allt detta betyder att framstegen i nya hus i Sverige fortfarande är mycket anmärkningsvärda jämfört med andra länder. Det saknas tyvärr jämförbara mätningar från de allra senaste svenska husen (samt från representativa hus i övriga länder) för att kunna se den faktiska förbrukningen och bedöma den uppnådda besparingen.

REFERENSER

1. Se t ex Energiberedskapsutredningen, 1975. Energiberedskap för Kristid. Industridepartementet 1975. SOU 1975:60. Stockholm, Liber Förlag.
2. Sjölund, Jan, 1979. Värmeisoleringsekonomi. Rapport R8:1979. Stockholm, Statens Råd för Byggnadsforskning.
3. Kravis, I, Heston, A. Summers, R. 1978. International Comparisons of Real Product and Purchasing Power/fr. Baltimore: John Hopkins Press.
4. Chern, W,S,. Ketoff, A, Rosse, S and Schipper, L. 1983. Residential Demand for Energy: A Time Series and Cross Sectional Analysis for Eight Countries. LBL 14251. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab. (Submitted to European Economic Review).
5. Schipper, l and Ketoff, A. 1983, Energy Policy, Juni.
6. Schmitt, D, Schiffer, H-W. 1979. Substitutionsmöglichkeiten für Mineralöl im Haushaltsbereich. München, Oldenbourg Verlag.
7. Sathaye, J, Ruderman, H, McMahon, J. Heat Pump Energy Demand Analysis. Proceedings of the 2nd Conference on Energy Conservation in Buildings, "What Works", Santa Cruz, Ca.. Washington: Am. Council for an Energy Efficient Economy.
8. Saros, G. 1979. Energy Demand Analysis. Document D12:1979. Stockholm: Statens Råd för Byggnadsforskning.
9. Rapport till Energiministeriet för Energiplan 81.
10. Energie-Einsparpotential von Elektro-Hausgeräten. Frankfurt: Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie.
11. Ruderman, H, Levine, M, McMahon, J. 1984. The Behaviour of the Market for Efficiency in the Purchase of Appliances and Home Heating Equipment. LBL 15304. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab.
12. US Department of Energy, "Residential Energy Consumption Survey: Housing Characteristics, 1981", Washington, D.C. (1983). Se även Meyers, S, och Schipper, L, 1984. "Energy and the American Home". Energy, The International Journal.
13. Enligt BAK (Basis Aardgasonderzoek Kleinverbruik) undersökningen av Gasunie, Hollands gasproducent.

14. Information som Styrmedel. Slutrapport från Energisparkommitten. SOU 1983:34 (Industri-departementet). Stockholm: Liber Förlag.
15. Schipper, L. et al., 1984. Coming In from the Cold. Studien utförd av LBL och VVS Tekniska Föreningen för German Marshall Fund, Washington, DC, och BFR, Stockholm.
16. Anon., 1983. Produktion av Varmt Brugsvand. Utgiven av Energisparebranchens Informationsudvalg, Köpenhamn.
17. Johansson, T. et al, 1983. Energi Efter År 2010. DS I 1983:18. Stockholm: Industridepartementet.
18. Suding, P., rapport framlagd vid konferens "Residential Energy Use". Joint Research Centre, Ispra, Italien, Juni 1982.
19. Comparison of Energy Saving Programmes of EC Member States. COM(84) 36. Brussels: Commission of the European Communities.

INTRODUKTION TILL TABELLERNÄ

På följande sidor presenteras LBLs uppgifter om bostädernas energiförbrukning i sex OECD-länder. I många fall finns inga direkta datakällor, då uppgifterna redan är redovisade i olika LBL-rapporter. För Tyskland, Kanada och Frankrike finns en fullständig bibliografi i Schipper et al. 1981. Vissa opublicerade PM av LBL visar revideringar och uppdateringar till 1981-82 samt uppgifter för USA. Meyers 1982 och Meyers och Schipper 1984 diskuterar vidare USAs uppgifter. Sverige och Danmark står dokumenterade i Schipper 1984 resp Schipper 1983 samt bilaga 1 av denna rapport. Samtliga värden för 1982 är provisoriska. Andra grova skattningar markeras med ~.

På grund av brister i databasen (och delvis tidsbrist) redovisar vi enbart vissa år för samtliga länder. Vi har valt ett eller två år t o m 1973. Några mellanår fram till 1978 och samtliga år från och med 1980 där uppgifter finns. Förbrukningssiffrorna och strukturen kan bearbetas för praktiskt taget varje år efter 1973 (Danmark och Frankrike), 1970 (Tyskland), och för de flesta år som inte redovisas för Sverige i bilaga 1. För Kanada och USA är tyvärr databristen så stor att det vore vanskligt att uppge flera år. För dessa två länder gäller "top-down"-serier samt för vissa år "bottom-up"-värden som används vid redovisning av specifika förbrukningstal.

I tabellerna anges ibland två eller flera år för varje spalt. Om inget annat anges gäller följande år för respektive länder:

Danmark: 1970, 1972, 1977, 1980-82.
 Frankrike: 1970, 1973, 1975, 1978, 1980-81.
 Kanada: 1971, 1976, 1981.
 Tyskland: 1970, 1972, 1975, 1980-82.
 Sverige: 1970, 1972, 1975, 1978, 1980-82
 USA: 1970, 1976, 1980/1.

Tabell 4.1 Demografiska data

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	År
<u>Befolkning, 10⁶</u>								
KANADA	21.6	..	23.0	..	..	24.3	..	1.2
DANMARK	4.91	4.98	5.03	5.09	5.12	5.12	5.12	0.4
FRANKRIKE	..	52.1	..	53.2	53.7	54.0	..	0.5
TYSKLAND	..	61.7	61.8	61.3	61.6	61.7	61.7	0.0
SVERIGE	8.08	8.12	8.17	8.28	8.32	8.32	8.33	0.3
USA	204.0	..	217.6	..	227.2	229.3	231.5	1.1
<u>Bebodda Lägenheter*, 10⁶</u>								
KANADA	6.03	..	7.12	..	..	8.23	..	3.1
DANMARK	1.78	1.86	..	2.01	2.11	2.15	2.17	1.7
FRANKRIKE	..	17.3	17.8	18.7	19.1	19.3	..	1.4
TYSKLAND	20.4	21.4	22.6	23.9	24.3	24.5	24.7	1.6
SVERIGE	3.15	3.30	3.52	3.62	3.66	3.68	3.70	1.3
USA	64.5	..	74.9	..	81.6	82.7	83.6	2.2

* Värdena för Sverige och Danmark gäller samtliga lägenheter. Bebodda lägenheter och antalet hushåll ligger mycket nära varandra i Frankrike.

Källor: Statistiska årsböcker, LBL Demografiska databas.

Tabell 4.2 Lägenheter

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982
Småhus: Procent av samtliga bebodda lägenheter							
KANADA	71	..	64	..	..	67	..
DANMARK	56	56	..	56	57	57	57
FRANRIKE	..	48	..	49	50	50	51
TYSKLAND	..	48	48	49	48	48	49
SVERIGE	43	43	..	45	46	46	46
USA	71	..	68	..	69	69	..
Bostadens Storlek (Bostadsytan), m ² per lägenhet ^b							
KANADA	98p	..	99p	..	..	100p	..
DANMARK	77	..	..	84	86	86p	..
FRANRIKE	..	72	..	77	79	79p	..
TYSKLAND	..	74	75	76	77	77p	..
SVERIGE	81	83	(85)	86	88	89p	90p
USA	130p	..	130p	..	130	130p	..

Icke-småhus är lägenheter i flerfamiljshus och övriga byggnader. Husvagnar ("mobile homes") i USA och Kanada räknas som småhus.

Ytor visar bostadsytor. Den uppvärmda ytan i Sverige för småhus är avsevärt större än bostadsytan.

Källor: Folk- och bostadsräkningar, bostadsårsböcker.

Tabell 4.3 Bostadsbeståndet efter byggnadsår
(Procentuell fördelning)

År	Total Antal 10 ⁶	Period					"Ålder" V	
		I	II	III	IV			
Samtliga Lägenheter, %								
KANADA	1981	8.62	11(-1920)	13(21-48)	44(49-70)	16(71-75)	16(76-81)	26
DANMARK	1980	2.11	26(-1919)	25(20-49)	29(50-69)	12(70-74)	8(75-79)	39
FRANRIKE	1975	18.6	40(-1915)	16(16-48)	25(49-67)	18(68-74)	..	>42.4
TYSKLAND	1978	21.7	22(-1918)	15(19-48)	35(49-64)	16(65-71)	13(72-78)	32
TYSKLAND	1980	24	..	28(-1948)	47(49-69)	14(70-74)	11(75-80)	..
SVERIGE	1980	3.67	13(-1920)	24(21-50)	38(51-69)	11(70-75)	7(76-80)	27.3
USA	1980	86.0	31(-1939)	9(40-49)	37(50-70)	23(70-80)	..	36.5
Småhus, %								
KANADA	1981	6.2	12	13.7	43.6	14.7	16.0	..
TYSKLAND	1978	23	18	32	14	13	..	..
DANMARK	1980	1.09	24	19	31	14	11	..
SVERIGE	1980	1.63	20	24	27	13	11	..
USA	1981 ^a	61.8	27.3	9.4	37..5	12.1	13.8	..
Lägenheter i Flerfamiljshus %								
KANADA	1981	2.1	7	10	45	20	18	..
DANMARK	1980	0.89	28	31	27	9	4	..
SVERIGE	1980	2.04	7	24	47	11	3	..
USA	1981 ^a	21.4	34.1	5.1	29.9	14.5	15.4	..

Andra spalten ger året när beståndet uppräknades, tredje spalten ger antalet lägenheter (i miljoner). Åren inom parentes i första tabellsnittet ger perioden som är densamma för småhus och flerfamiljshus med undantag för USA och de två olika tyska källorna. Källor: FOB för CA, DK, FR och SE. För Tyskland, data från 1978 års Wohnstickprobe samt en senare enkät från Esso. För USA (not (s)), data för totalbeståndet från 1980 års Annual Housing Survey, men uppdelning mellan småhus och flerfamiljshus från Residential Energy Consumption Survey (1981, US DO), baserad på bebodda lägenheter.

"Ålder" uppskattades genom att multiplicera varje periods andel i beståndet med skillnaden mellan periodens mittenår och enkätens år. För första perioden togs 1900 (1880 för Frankrike). För att uppdatera Frankrikes data till 1981 togs bostadsbyggandedata för perioden 1975-81 ($2,4 \times 10^6$) minus den uppskattade avgången ($0,6 \times 10^6$, genomsnittsåldern 60 år).

Tabell 4.4 Nya bostäder

	Byggandet 1975-1982 10 ⁶	Bestånd 1982 10 ⁶	Nya som % av beståndet
Kanada	1.54p	8.4	18.3p
Danmark	0.28	2.17	12.9
Frankrike	2.6p	19.7	13.0
Tyskland	2.84	24.9	11.4
Sverige	0.45	3.7	12.0
USA	13.9	90.1	15.4

Med bestånd avses samtliga lägenheter (åretruntbostäder i USA och Sverige).

Källor: Bostadsbyggandets rapporter från varje land.

Tabell 4.5 Boende per bostad, bostadens storlek

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	Åt
Boendetäthet*								
KANADA	3.58	..	3.23	..	..	2.95	..	-1.9
DANMARK	2.76	2.68	..	2.53	2.38	2.38	2.34	-1.4
FRANRIKE	..	3.01	..	2.84	2.80	2.80	..	-0.9
TYSKLAND	..	2.88	2.73	2.56	2.53	2.52	2.50	-1.4
SVERIGE	2.56	2.46	2.33	2.29	2.26	2.25	2.25	-1.1
USA	3.16	..	2.91	..	2.78	2.77	2.77	-1.1
Bostadsytan per capita, m²**								
KANADA	27	..	31	..	..	33	..	2.0
DANMARK	27	..	..	34	36	36p	..	2.6
FRANRIKE	..	23	..	27	28	28p	..	2.5
TYSKLAND	..	26	30	30	31	31p	..	2.0
SVERIGE	32	34	36	38	39	40p	40p	1.9
USA	41	..	45	..	47	..	..	1.2

* Avser samtliga lägenheter för Danmark och Sverige.

** Genomsnittlig bostadsyta dividerad med boendetätheten.

Källor: Tabell 4.1 och 4.2

Tabell 4.6 Uppvärmningens graddagstal

	Officiellt (bas)	LBL (18°C)	Index, Normal = 100						
			1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982
KANADA	..	4581	101.5	..	104.1	..	..	107.8	..
DANMARK	2987 (17C)	3122	107.8	95.5	..	94.3	103.2	100.0	94.0
FRANKRIKE	2450 (18C)	2450	..	107	..	101	101.8	..	
TYSKLAND	3613 (20C)*	3163	..	103.7	95.8	101.3	103.0	100.9	..
SVERIGE	3760 (17C)	4010	112.3	97.4	88.5	108.8	111.6	107.9	100.7
USA	..	2600	102.6	93.6	102.4	106.8	100.9	96.7	98.8

NOT: Justering från given bas till 18°C sker genom att multiplicera uppvärmningssäsongens längd med skillnaden i referenstemperatur.

* 20°C är referenstemperatur inomhus, men graddagar räknas enbart om dagens medeltemperatur understiger 15°C.

Källor: Kanada: Shell Oil Co. Danmark: Energistyrelsen, baserat på Teknologisk Institut, Tåstrup, utan hänsyn till sol. Frankrike: CEREN och Agence pour le Matrise d'Énergie. Tyskland: Deutscher Wetterdienst och Esso. Sverige: Överstyrelsen för Ekonomiskt Försvar, VVS Tekniska Föreningen. USA: egna beräkningar (Meyers), baserade på befolkningsvägd distribution av lägenheter. Oljevärmda lägenheter har ungefär 3 100 GD, gasvärmda 2 800 GD, elvärmda 2 300.

Tabell 4.7 Privat disponibel inkomst per capita

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT
1970 års lokala valuta								
KANADA	2701	..	3589	3563	..	3680	..	3.1
DANMARK	14880	14930	16110	17390	16940	17300p	18060p	1.9
FRANKRIKE	..	12325	..	13710	14900	15300	..	2.7
TYSKLAND	..	7686	8012	8982	9220	9450	9320	2.1
SVERIGE	11880	11930	13440	13740	14160	13820	13550	1.1
USA	3413	..	3859	..	4149	4212	..	1.9
1970 års lokala valuta, nominella 1984 valutakurs till SEK								
KANADA	17539	..	23305	23136	..	23896	..	3.1
DANMARK	12078	12119	13076	14115	13750	14040	14660	1.9
FRANKRIKE	..	11851	..	13182	14327	14711	..	2.7
TYSKLAND	..	22740	23704	26574	27278	27959	27574	2.1
SVERIGE	11880	11930	13440	13740	14160	13820	13550	1.1
USA	27304	..	30872	..	33192	33696	..	1.9
1970 års lokala valuta, köpkraft valutakurs till SEK								
KANADA	12285	..	16324	16206	..	16729	..	3.1
DANMARK	10569	10604	11443	12352	12032	..	12604	1.5
FRANKRIKE	..	12555	..	13966	15181	15586	..	2.7
TYSKLAND	..	11302	11781	13207	13557	13895	13704	2.1
SVERIGE	11880	11930	13440	13740	14160	13820	13550	1.1
USA	15704	..	17756	..	19091	19380	..	1.9

NOT: Valutakurs bestämdes genom att justera köpkraftskursen (Schipper och Ketoff 1983, Kravis *et al.* 1975) för differentiell inflation fram till 1982. Den konstanta kursen som användes var 1 SEK = 0,22 CAD, 1,40 DKK, 0,98 FRF, 0,68 DEM, 0,22 USD. Vid skrivningen (14 feb 1984) stod den nominella kursen på 1 SEK = 0,154 CAD, 1,232 DKK, 1,04 FRF, 0,338 DEM, 0,125 USD.

Källor: Statistiska årsböcker. Privat disponibel inkomst avser privatkonsumtion plus besparing av familjer samt vissa ideella organisationer. För Danmark, vars nationalräkenskaper saknar privat disponibel inkomst, konstruerades denna från konsumtion och besparing.

Tabell 4.8 Energipriser för hushållen: eldningsolja.
 Reala 1970 års priser, lokala valutor
 (och SEK) per GJ

	1970	1972	1975	1978	1980	1981	1982	ÅT*
KANADA								
CAD	..	1.33	1.65	1.98	2.23	2.86	3.12	8.5
Index	..	100	124	149	168	215	235	
SEK	..	6.02	7.47	8.97	10.1	13.0	14.2	
DANMARK								
DKK	7.4	8.1	12.9	13.6	24.3	..	..	14.7
Index	91	100	159	168	300			
SEK	5.25	5.75	9.16	9.66	17.2	..	..
FRANRIKE								
FRF	..	6.77	10.2	10.7	12.7	14.9p	..	9.9
Index	..	100	150	159	188	220	..	
SEK	..	6.91	10.4	10.9	12.9	15.2	..	
TYSKLAND								
DEM	..	3.27	7.63	8.04	8.55	9.27	9.71	11.5
Index	..	100	233	246	261	283	297	
SEK	..	4.81	11.2	11.8	12.6	13.7	14.3	
SVERIGE								
SEK	5.0	4.7	..	9.0	15.8	20.1	23.1	17
Index	106	100	..	191	336	428	491	
USA								
USD	..	1.31	1.85	2.01	3.14	3.52	3.26	10
Index	..	100	141	153	240	269	249	
SEK	..	6.03	8.51	9.25	14.4	16.2	15.0	

Tabell 4.8 b Energipriser för hushållen: elektricitet
 Reala 1970 års priser, lokala valutor
 (och SEK) per GJ

	1970	1972	1975	1978	1980	1981	1982	RT*
KANADA								
CAD	..	..	..	4.37	4.38	4.28	4.33	..
Index								
SEK	..	..	..	19.9	19.9	19.5	19.7	..
DANMARK								
DKK	42	39	47	45	56	..	..	4.6
Index	108	100	121	115	144			
SEK	29.8	27.7	33.4	31.9	39.8	..	..	..
FRANRIKE								
FRF	..	59	55	53	58	62p	65	1.0
Index	..	100	93	90	98	105	110	
SEK	..	60.2	56.1	54.1	59.2	63.3	66.3	..
TYSKLAND								
DEM	..	32	32	28	27	28	30	-0.6
Index	..	100	100	87	84	87	94	
SEK	..	47	47	41.1	39.7	41.1	44.1	
SVERIGE								
SEK	32	32	..	38	34	34	33p	0.3
Index	100	100	..	119	106	106	103p	
USA								
USD	..	6.15	7.03	7.10	7.00	7.34	7.65	2.4
Index	..	100	114	115	114	119	124	
SEK	..	28.3	32.3	32.7	32.2	33.8	35.2	

Tabell 4.8 c Energipriser för hushållen: gas
 Reala 1970 års priser, lokala valutor
 (och SEK) per GJ

	1970	1972	1975	1978	1980	1981	1982	RT*
KANADA								
CAD	..	..	0.95	1.33	1.35	1.53	1.61	..
Index								
SEK	..	..	4.32	6.05	6.14	6.96	7.32	..
DANMARK								
DKK	10.3	10.4	13.8	..	..	..	..	..
Index	99	100	133	..	..	..	..	..
SEK	7.31	7.38	9.80	..	..	..	..	..
FRANKRIKE								
FRF	..	12.0	12.1	14.8	16.6	18.4	19.3	17.4
Index		100	101	123	138	153	161	
SEK	..	12.2	12.3	15.1	16.9	18.7	19.7	..
TYSKLAND								
DEM	..	8.04	8.54	8.76	9.80	11.1	12.4	4.4
Index		100	106	109	122	138	154	
SEK	..	11.8	12.6	12.9	14.4	16.3	18.2	
SVERIGE(c)								
SEK	22.7	23.2	30.1	29.5	..	..	..	3.0
Index	98	100	130	127	..	..	..
USA								
USD	..	..	1.11	1.57	1.86	1.95	2.23	..
Index	..	..	..	..	..	..	..	..
SEK	..	..	5.11	7.22	8.56	8.97	10.3	..

* Avser 1972 till sista året.

NOT: Gaspriser för Danmark och Sverige avser stadsgas för icke-uppvärmningsändamål.

Konverteringar: 1 m³ E01 = 35,59 GJ. 1 m³ stadsgas = 16,38 MJ. 1 m³ naturgas = 33 MJ.

Tabell 4.9 Förekomst av centralvärme

	1970-71	1972-73	1978	1980	1981	1982
	% av bebodda lägenheter					
KANADA	81	..	93	94	95	..
DANMARK	84	87	91	92	93	94
FRANRIKE	..	48	62	67	67	68
TYSKLAND	..	49	69	75	76	78
SVERIGE	91	94	98	99	99	99
USA	78	..	86	..	86	..

Med centralvärme avses system med luft- eller vatten-distribuerad värme i alla boningsrum, direktverkande elradiatorer, annan elvärme (takvärme, golvvärme osv) i praktiskt taget samtliga boningsrum och även acclumulerad elvärme, fjärrvärme och även sådana system i flerfamiljshuslägenheter som består av individuella enheter för varje lägenhet men som fungerar som centralvärme. Med icke-CV avses kaminer, spisar som eldas med ved, olja eller fotogen, gas, andra fasta bränslen och hus med enbart ett fåtal elradiatorer, d v s utan värme i varje boningsrum.

Källor: Kanada: Stat. Canada Årlig Enkät. Danmark: 1970 Folk og Boligtælling, 1977-83 Bygning og Bolig Register (med direkt verkande elvärme inräknat som CV). Frankrike: CEREN, INSEE och LBLs egen uppskattning. Tyskland: Esso AG, VDEW, HEA och 1972, 1978 Wohnstichprobe (med acc. elvärme räknad som CV). USA: 1970 och 1980 FOB, Annual Housing Surveys samt egna beräkningar baserade på Nat. Interim Energy Consumption Survey (1978) och Residential Energy Consumption Surveys (1981, 1982).

Tabell 4.10 Huvudsakligt uppvärmningsbränsle

Land (År)	Antal (10 ⁶)	Olja	Gasol (LPG)	Nät Gas	El	Fjärr- värme	Kol/ koks	Ved	Annat
(% av lägenheter)									
Kanada (71)	6.0	57	1	31	6	..	1	4	
(77)	7.2	45	1	38	14	..	..	2	
(81)	8.0	34	1	41	21	..	..	3	
Danmark (70)	1.8	62	1	2	1	27	8	←	
(77)	2.0	59	..	2	3	32	3	←	
(82)	2.2	53	..	2	6	36	3	←	
Franrike (73)	17.3	51	3	12	4	2	22	←	4
(78)	18.6	45	3	18	9	2	17	←	4
(82)	19.5	39	←	26	15	3	10	2	5
Tyskland (70)	20.6	43	1	6	3	3	43	1	
(75)	22.8	53	1	15	7	5	19	1	
(82)	24.5	50	1	23	8	7	8	1	
Sverige (70)	3.2	70	..	1	5	14	2	8	
(78)	3.6	57	..	1	15	24	..	4	
(82)	3.7	44	..	..	21	30	..	4	
USA (70)	64.5	26	6	55	8	..	3	1	
(78)	77.2	21	5	55	16	..	1	1	
(81)	83.2	17	5	55	19	..	..	2	
(Nordost/70)	15.5	54	1	37	3	..	3	..	1
(78)	17.0	55	1	37	6	..	1	1	
(81)	17.9	48	1	41	7	..	1	1	

Streck (-) betyder större än 0,5% ej använt.

"Annat" inkluderar "okänt".

← eller → betyder: ingår i närmaste vänster eller höger spalt.

Tabell 4.11 Huvudsakligt uppvärmningsbränsle i lägenheter med centralvärme

	CH %	Lägenheter (10 ⁶)	Olja/ Gasol	Nät- Gas	El.	Fjärr- Värme	Kol/ Koks	Ved
(% av lägenheter)								
Kanada (71)	87	5.3	56	35	7	..	1	1
(76)	92	6.6	44	39	16	..	..	1
(81)	95	7.6	34	43	22	..	..	1
Danmark (70)	84	1.5	62	2	1	33	2	<1
(77)	91	1.8	60	1	4	35	<1	<1
(82)	94	2.1	54	2	6	38	<1	<1
Frankrike (75)	48	9.51	65	21	3	3	7	1
(78)	61	11.3	58	25	7	3	6	0.5
(82)	68	13.3	50	30	12	3	4	<-
Tyskland* (72)	49	10.4	60	11	7	10	12	<-
(78)	74	16.4	57	20	10	11	3	<-
(81)	76	18.1	53	25	9	10	3	<-
(83/4)	78	19.2	52	27	9	10	2.2	<-
Sverige (70)	92	2.9	74	1	5	15	1	4
(78)	97	3.5	58	..	14	25	..	2
(82)	99	3.7	48	1	18	29	..	4
USA (76)	85	64.6	24	55	18	..	..	<1
(81)	84	69.8	16	59	19	..	..	1

Se noter till tabell 4.10.

* Inkluderar 3%, 5%, 6% resp 7% av beståndet som hade ackumulerad elvärme.

Tabell 4.12 Huvudsakligt uppvärmningsbränsle per system i nya bostäder

	SFD	MGD	SFD	MGD	SFD	MGD	SFD	MGD	SFD	MGD
Kanada	1971-75 ^a		1976-80		1981-2					
Antal (000)	906	414	953	357	..	..	37	11		
Olja,%	26	14	10	6	..	..	5	4		
Gas,%	40	36	45	29	..	..	49	31		
El.,%	30	50	39	65	..	..	32	65		
Danmark	1970-74 ^a		1975-79 ^a		1980-1982					
Antal (000)	164	75	136	78	50	17	<..	<..	..	..
Olja,%	55	29	42	21	22	11	<..	<..	<..	..
Gas,%	<1	1	<1	<1	1.4	<1	<..	<..	<..	..
Fasta,%	0.8	<1	<1	0	<1	0	<..	<..	<..	..
El.,%	11	1	20	3	26	6	<..	<..	<..	..
Fjärrv.,%	33	68.	36	74	46	64	<..	<..	<..	<..
Annat	..	..	1	2	4	18				
Frankrike ^b	1970-74 ^a		1975-79 ^a		1980		1981		1982	
Antal (000)	..	..	1990	202	130	200	133	205	120	
Olja,%	..	..	21.1	23.3	3	24.3	4	16	1	
LPG,%	..	..	2.2	..	2	3	9	11	0	
Gas,%	..	..	32.9	24.8	37.3	24.3	43.6	23	54	
Fasta,%	..	..	1.1	1.5	0	0	0	1	0	
El.,%	..	..	34.5	53	42.1	48.5	33.8	49	35	
Fjärrv.,%	..	..	8.1	0	8.6	0	9.8	0	10	

Tabell 4.12 Huvudsakligt uppvärmningsbränsle per system i nya bostäder (forts)

	SFD+MFD		SFD+MFD		SFD	MFD	SFD	MFD	SFD	MFD
Tyskland	1970-74 ^a		1975-79 ^a		1980		1981		1982	
Antal (000)	2830		1821		249	114	220	118	189	126
Olja,%	59		54		50	30	50	27	48	24
Gas,%	20		24		38	56	37	58	38	60
Fasta,%	3		2		2	0.5	3	0	3	0
El.,%	6		9		7	6	8	7	8	7
Fjärrv,%	13		11		1	7	1	7	1.5	8.5

	SFD	MFD	SFD	MFD	SFD	MFD	SFD	MFD	SFD	MFD
Sverige	1971-75 ^a		1976-80 ^a		1980		1981		1982	
Antal (000)	206	251	196	75	35.5	15.9	34.0	17.6	26.8	18.3
Olja,%	37+2	31	10	20	9.4	11	7.3	15	4	17
Fasta,%	..	..	8	<1	7	<1	12.1	0.1	8	1
El.,%	53	8	69	18	52	9	54.6	11	64	14
Fjärrv,%	7	61	12	61	22	73	24	73	22	68
?, Annat	0	2	1	1	2.2	1	1.6	0.1	2	

	1972-75		1976-79		1980		1981		1982	
USA										
Antal (000)	4132	2898	4692	1810	957	545	819	447	632	374
Olja,%	9	5 ^b	9	5	3	2	2	2	3	2
Gas,%	46	34 ^c	38	28	41	30	41	32	40	28
El.,%	43	60 ^c	50	66	50	66	50	66	50	68

a - Uppskattning baserad på senare enkät.

b - Avser enbart CV, men inkluderar 95% av alla nya bostäder.

c - 1974-75

NOTER: se nästa sida.

NOTER: Uppgifter för perioden före 1975 hämtades från hushålls- eller bostadsundersökningar från perioden 1976-78 eftersom det är mest troligt att hus byggda 1970-75 inte har bytt uppvärmningssystem eller bränsle.

Sverige. 1971-75 års värden togs från Vattenfalls 1975 års undersökning. System i nya hus 1976-79 avser statligt belånade hus, därefter det fullständiga beståndet från SCBs byggnadsstatistik.

Olja inkluderar kvarterscentraler och, vad beträffar småhus, kombinationen olje + ved/el. Fast bränsle avser mest ved och ved + el. El inkluderar "enbart el" plus 1/3 av småhusen som angivit "el + ved"-system. "Annat" inkluderar värmepumpar.

Frankrike. Provisoriska data från AFME som dock avser endast CV, 90% - 95% av alla nya lägenheter. "Annat" avser avfall, ved och hus utan CV.

Tyskland. Data för 1970-74 och 1975-78 hämtades från en enkät utförd på Essos uppdrag (20 000 lägenheter). För åren 1979-82 användes årliga byggtillståndsuppgifter om huvudsakliga uppvärmningskällor.

Danmark. Uppgifter om Danmark 1970-74 stämmer från BBR-77. 1975-79 från BBR-1980, 1980-82 data från BBR-1 januari 1983. För flerfamiljshus anges inga uppgifter om lägenheter utan CV som enligt BBR innefattar även elvärme. Denna uppskattades med hjälp av statistik från Danmarks Elvärkers Forenings Udredningsinstitut.

Kanada. Samtliga uppgifter kommer från 1981 års FOB varför några konverteringar från olja för hus byggda före 1976 kan vara aktuellt. Oljeandelen är alltså underskattad.

USA. Uppgifterna är tagna från Census of New Housing (Dept of Commerce).

Tabell 4.13 Total energiförbrukning i bostäder

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	År ^a
Levererade (Brutto) Energi, faktisk, PJ								
KANADA	1138	..	1280	..	..	1237	..	..
DANMARK	234	224	~200	227	198	183p	173p	..
FRANKRIKE	..	1459	1305	1438	1399	1396	1380p	..
TYSKLAND	1844	1824	1815	2093	2016	1907	1852p	..
SVERIGE	375	361	341	368	358	353p	335p	..
USA	10085	10635	10635	11040	10410	10055	10120	..
Levererade (Brutto) Energiförbrukning, klimat korrigerad, PJ								
KANADA	1126	..	1244	..	..	1176	..	0.4
DANMARK	221	232	~220	237	194	183p	176p	-2.7
FRANKRIKE	~1300	1392	1305	1437	1367	1343	..	-0.5
TYSKLAND	..	1792	1875	2070	1974	1852	1880	0.5
SVERIGE	346	367	370	349	334	336p	334p	-1.1
USA	9910	10405	10475	10585	10355	10255	10190	0.2
Total Primär Energiförbrukning^b, klimat korrigerad, PJ								
KANADA	1480	..	1770	..	..	1830	..	2.1
DANMARK	262	281	..	302	259	248p	241p	-1.5
FRANKRIKE	..	1592	1555	1780	1769	1763	..	1.3
TYSKLAND	..	2186	2362	2638	2568	2439p	2471p	1.2
SVERIGE	433	473	500	509	506	515p	535.2p	1.2
USA	13675	..	15205	..	15750	..	14970	0.8
Total nettoenergiförbrukning^c, klimat korrigerad, PJ								
KANADA	809	..	920	..	..	897	..	1.0
DANMARK	161	172	..	180	150	136p	136p	-2.3
FRANKRIKE	..	949	..	1089	983	948p	..	0.0
TYSKLAND	..	1239p	1325p	1479p	1409	1319p	1334p	0.7
SVERIGE	251	270	280	272	260	269p	269p	0.0
USA	7480	..	8015	..	7995	..	7525	0.1

NOTER: se nästa sida.

NOTER

a - Genomsnittlig årlig tillväxttakt. Åren som ingår: före oljeembargot (1972 för SE, DK och DE, 1971 CA, 1973 för FR och 1970 för US.

b - Fjärrvärme räknad med 765% verkningsgrad, el med 34,6% verkningsgrad i produktionsledet.

c - Olje- och gasförbrukning omräknad till nettoenergi med 66% verkningsgrad, fasta bränslen med 55%, el och fjärrvärme med 100%. För matlagning räknas samtliga energiformer med 75% verkningsgrad. För några av de redovisade åren där enbart totalförbrukning hade framräknats (men ingen struktur) kunde inte matlagning räknas på samma sätt.

Källor: Kanada uppskattad från Statistics Canada och Shell, dock med stor osäkerhet om den totala gasförbrukningen och användning av energi i flerfamiljshus. Vedförbrukningstalen saknas.

Danmark. LBLs egna uppskattning (1970, 1972, 1977, 1980-82), som stämmer bra överens med opublicerade uppskattningar av P. Hoffmann, Energistyrelsen, Köpenhamn. Talen inkluderar elförbrukning i jordbruksfastigheter för bostadsändamål.

Frankrike. Samtliga siffror från l'Agence pour le Matrise d'energie, utan obebodda och sekundära bostäder. Detaljer från opublicerade beräkningar av CEREN.

Tyskland. Summan från Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, VDEW, Esso AG och Ruhrgas.

Sverige. Studiens egna uppskattningar. Se bilaga 1. Avser principilla bostäder, inkl obebodda lägenheter i flerfamiljshus.

USA. Summan beräknad häri (Meyers) på basis av EIA data och egna skattningar av förbrukningen av flytande och fasta bränslen. Se Meyers och Schipper (1984). Alternativa tidsserien för USA utvecklade häri "bottom up", enbart för 1970, 1976, 1978 och 1980.

Tabell 4.14 Energiförbrukning i bostäder
 Procentuell fördelning av bruttoenergi
 efter bränslen

	Olja	Gas	Kol/Koks	Ved	Fjv.	E1
KANADA (71)	53	28	..	3	..	17
(76)	45	32	..	1	..	22
(81)	32	37	..	2	..	29
DANMARK (72)	65	2	4	..	19	8
(77)	67	2	2	..	18	11
(82)	57	2	3	..	22	15
FRANKRIKE (73)	61	12	17	..	2	8
(78)	56	18	9	..	3	13
(81)	48	22	9	3	1	17
TYSKLAND (70)	52	7	28	1	3	9
(78)	58	18	7	..	3	15
(82)	47	24	7	1	3	17
SVERIGE (70)	71	1	1	7	8	12
(78)	57	1	..	6	15	22
(82)	42	..	..	11	18	29
USA (70)	26	52	2	4	..	16
(76)	25	49	1	5	..	20
(82)	15	49	1	9	..	26

Gasol ingår i olja med undantag av Tyskland där den ingår i gas. Samtliga uppgifter klimatkorrigerade med undantag av Tyskland. Vedförbrukningen uppskattad för Kanada. Streck (-) avser mindre än 0,5%.

Tabell 4.15 Genomsnittlig energiförbrukning per bostad (GJ per bostad, klimatkorrigerad)

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT*
Bruttoenergi per bostad								
Kanada	187	..	175	..	..	143	..	-2.6%
Danmark	124	124	..	118	92	85 _p	82 _p	-4.1%
Frankrike	..	80	73	77	72	70	..	-1.7%
Tyskland	..	84	83	87	81	75.5 _p	76 _p	-1.0%
Sverige	110	111	105	96.5	91	91	90 _p	-2.1%
USA	162	..	147	..	133	..	122	-2.4%
Primärenergi per bostad**								
Kanada	246	..	249	..	..	222	..	-1.0%
Danmark	147	150	..	150	123	115.5 _p	111 _p	-3.0%
Frankrike	..	92	87	95	93	91.5	..	±0%
Tyskland	..	102	104	110	106	99.6 _p	100 _p	-0.2%
Sverige	137	143	142	140	138.5	140 _p	145 _p	±0%
USA	212	..	203	..	193	..	179	-1.4%
Nettoenergi per bostad***								
Kanada	134	..	129	..	..	109	..	-2.0%
Danmark	91	92	..	89	71	63 _p	62.5 _p	-3.7%
Frankrike	..	55	..	58.5	51.5	49 _p	..	-1.4%
Tyskland	..	58	59	62	59	52 _p	54 _p	-0.7%
Sverige	80	82	80	75	73	72.5	73	-1.2%
USA	116	..	107	..	98	..	90	-2.1%

* Genomsnittlig årlig tillväxt (ÅT) beräknad mellan 1972 (1971 Kanada, 1970 USA, 1973 Frankrike) och senaste året för vilket data finns.

** Se föregående tabell.

*** Se föregående tabell.

Tabell 4.16 Energiförbrukning för rumsuppvärmning*,
GJ/bostad, klimatkorrigerad

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT*
<u>Levererad energi (Brutto), GJ per bostad, klimatkorrigerad*</u>								
Kanada	141	..	127	..	..	96	..	-3.8
Danmark	95	94	..	87	63	58p	55p	-5.2
Frankrike	..	63	..	56.5	50	46p	..	-3.9
Tyskland	..	70	67	70	64	57p	..	-2.3
Sverige	75	75.5	70	61	57	57.5p	57p	-2.8
USA	110	..	95	..	79	..	..	-3.3
<u>Primärenergi, GJ per bostad, klimatkorrigerad</u>								
Kanada	150	..	146	..	..	120	..	-2.2
Danmark	101	101	..	95	72	66.5p	63p	-4.6
Frankrike	..	65	..	61.5	56	52	..	-2.8
Tyskland	..	75	73	77	70.5	64 p	..	-1.8
Sverige	82	84	82.5	76.5	74	75.5	79.3	-0.6
USA	115	..	102	..	86	..	..	-2.9
<u>Netto energi, GJ per bostad, klimatkorrigerad</u>								
Kanada	95	..	88	..	..	68	..	-3.3
Danmark	68.5	68	..	63.5	48	44p	40p	-5.3
Frankrike	..	41	..	38.5	34	31p	..	-3.5
Tyskland	..	46.5	45.5	48	43	39p	..	-2.0
Sverige	52	53	51	46	43	44p	44.2p	-1.8
USA	73	..	64	..	53	..	..	-3.2

* Beräknat mellan det närmaste året före 1973 och det senaste året för vilket data finns.

För Sverige, Danmark och Kanada: oljeförbrukning för varmvatten är borttagen efter vissa antaganden, se text.

Tabell 4.17 Rumsuppvärmning plus varmvatten per bostad. Netto energiförbrukning, GJ/bostad, klimatkorrigerade.

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT*
Kanada	117	-	111	-	-	90	-	-2.6
Danmark	82.5	83	-	78.5	62	57p	53p	-4.5
Frankrike	-	47	-	46	42	40	-	-2.0
Tyskland	-	52.5	52.5	56	51.5	47p	-	-1.2
Sverige	69	71	69	63	60	61p	61p	-1.5
USA	91	-	81	-	70	-	-	-2.6

* Beräknat mellan det närmaste året före 1973 och senast det året för vilket uppgifter finns.

Tabell 4.18 Varmvattensförbrukning per bostad

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982
<u>Levererad (Brutto-)energi per bostad, GJ</u>							
Kanada	28	..	30	..	..	28	..
Danmark	19.5	20	..	19.5	19	17p	17p
Frankrike	..	8.6	..	10	11	13p	..
Tyskland	..	7.8	9.2	10	11	11p	..
Sverige	24	25	24	23	21	21p	20p
USA	25	..	24	..	23	..	..
<u>Primär-energi per bostad, GJ</u>							
Kanada	48	..	50	..	..	46	..
Danmark	22	22	..	22.5	22	..	20p
Frankrike	..	11	..	14	15	16p	..
Tyskland	..	13	15	16	18	17p	..
Sverige	27	29	29	30	29	29p	30p
USA	33	..	32	..	30	..	..
<u>Netto-energi per bostad, GJ</u>							
Kanada	22	..	23	..	..	22	..
Danmark	14	15	..	15	14	13p	13p
Frankrike	..	6.2	..	7.6	8.2	8.9p	..
Tyskland	..	6.0	7.1	7.8	8.6	8.3p	..
Sverige	17	18	18	17	17	17p	16.6p
USA	18	..	17	..	17	..	..

Tabell 4.19 Energiförbrukning för matspisen

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982
<u>Levererad (Brutto) energi per bostad, GJ</u>							
Kanada	4.8	..	4.4	..	..	4.1	..
Danmark	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5p
Frankrike	..	6.5	..	7.8	5.8	5.3p	..
Tyskland	..	2.8	2.6	2.3	2.2	2.7p	..
Sverige	2.7	2.6	..	2.5	2.3	2.3	2.3p
USA	7.0	..	5.6	..	4.9	..	..
<u>Primär energi per bostad, GJ</u>							
Kanada	10.1	..	(10.8)	..	..	10.1	
Danmark	5.4	5.5	..	6.1	6.2	6.00	5.93
Frankrike	..	..	..	..	..	7.11	..
Tyskland	..	4.62	4.66	4.61	4.71	..	..
Sverige	6.5	6.7	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
USA	10.2	..	8.75	..	7.67	..	..

NOT: energiförbrukning för matlagning vid spisen är en uppskattning baserad på antagna specifika förbruknings-
tal för varje land. Vissa siffror, t ex gas, är mera
definitiva p g a stort antal abonnenter som enbart
använder gas för matlagning. I USA och Kanada uppskat-
tas gasförbrukningen för matlagning och varmvatten
från sommarförbrukningen.

Tabell 4.20 Elförbrukning

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	År
El förbrukning för elapparater* kWh								
Kanada	3590	..	4140	..	..	4420	..	2.1
Denmark	1780	2010	..	2440	2220	2165	2150	1.6
Frankrike	..	1115	..	1470	1540	1540	..	4.0
Tyskland**	..	955	1125	1225	1195	1260	..	3.1
Sverige	2200	2360	2400	2670	2780	2800	2840	1.9
USA***	4400	..	4840	..	5130	..	..	1.5
Totala elförbrukning per bostad, kWh, klimatkorrigerade								
Kanada	8660	..	10850	..	..	11640	..	3.0
Denmark	2335	2675	..	3560	3610	3550	3475	3.3
Frankrike	..	1700	..	2880	3010	3210	..	8.0
Tyskland	..	2570	3035	3460	3465	3520	3575	3.3
Sverige	3600	4200	3940	5800	6110	6470	7070	5.6
USA	7200	..	8290	..	8815	8900	8880	1.8

* Exkl uppvärmning, varmvatten, matspisen men inkl en del varmvatten i tvätt- och diskmaskiner.

** För 1980 och 1981 exkl ungefär 100 kWh varmvatten i diskmaskiner som var inräknade i tidigare år.

*** Exkl luftkonditionering.

Tabell 4.21 Index för elapparater

	1970	1972	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Danmark	38	39	41	45	47	48	..	49	49	50
Kanada	..	..	53	..	60	..	..	..	64	
Frankrike	..	..	33	37	..	41	..	44	45	
Tyskland	37	41	42	47	..	51	..	54	54	56
Holland	..	38	41	45	..	50	..	52	..	
Norge	..	..	46	53 ¹	..	..	55	..	67	..
Sverige	37	..	45	47	..	55	56	60?	..	
USA	51	..	53	..	..	..	..	..	58	

Med Index avses den genomsnittliga mättningsgraden för fem stora apparater (dividerat med 5): kyl, frys (och/eller kombi), tvättmaskin, diskmaskin, el-torktumlare eller torkskåp. För Frankrike saknades data om tork, men vi tror att innehavet är mycket litet.

Källor: Danmark: DEFU, Stat. Årsbok, Gallup. Kanada: Stat. Canada Årliga rapporter. Frankrike: Agence pour la Matrise d'Énergie, INSEE. Tyskland: VDEW, HEA och LBL Research Memo (Scott 1983). Holland: KEMA, Philips. Sverige: LBL Rapporter (se bilaga 1). Norge: Stat. Sentral Byrå, Oslo (FOB, "Boforhold undersøkelser" osv), och Gruppen for Resursstudier. USA: 1970 data från FOB, andra år från Meyers och Schipper (1984). För USA, mättnadsgraden för gas-torktumlare var 13% 1981, för Kanada 4%.

1) Avser 1976.

Tabell 4.22 Indikatorer för energiförbrukning

	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT*
Uppvärmning (netto) per grad-dag per bostad, MJ								
Kanada	20.7	..	19.2	..	..	14.8	..	-3.4
Danmark	21.9	21.8	..	20.3	15.4	14.1p	12.8p	-5.3
Frankrike	..	16.7	..	15.7	13.9	12.7p	..	-3.4
Tyskland	..	14.7	14.4	15.2	13.6	12.3p	..	-2.0
Sverige	13.0	13.2	12.7	11.5	10.7	11.0p	11.0p	-1.8
USA	28.1	..	24.6	..	20.4	..	..	-3.2
Uppvärmning (netto) per grad-dag per kv. meter, kJ.								
Kanada	211	..	194	..	..	148	..	-3.6
Danmark	284	..	..	242	179	164p	149p	-5.4
Frankrike	..	232	..	204	176	161p	..	-4.6
Tyskland	..	199	192	199	177	160p	..	-2.4
Sverige	160	159	..	134	122	124p	122p	-2.6
USA	216	..	189	..	157	..	..	-3.2

* Årlig tillväxt, beräknad mellan 1970-73 och senaste år i tabellen. Se tabell 4.13.

Tabell 4.23 Indikatorer för rumsuppvärmning*
Energiförbrukning, enstaka bränslen,
MJ/graddag

	1970	1972/3	1975-77	1978	1980	1981	1982
Danmark(70/2/5/7/80-82)							
-SFD olja	41	40	35.4	38.8	28	22.0	20p
-MFD olja	24	..	17	-	13	..	..
-MFD olja	15	..	12	10	9.3	..	..
Kanada(78/80-1)							
-SFD (olja)	..	..	..	34.2	32.7	32.7	..
Frankrike** (73/5/8/80-1)							
-SFD (olja)	..	54	42	42	37	37.2	..
-SFD (olja)	..	40	35	34	31	31.8	..
-SFD (olja).	..	18	17	15	15	15.4	..
-MFD (olja, i huset)	..	29	22	24	20	21	
-MFD (gas i huset.)	..	25	22	22	20	20.9	
-MFD (gas i läg.)	..	20	18	17	16	16.4	
-MFD (el)	..	10	9	8	8	..	..
Tyskland(70/2/5/8/80-2)							
-SFD (olja)	51	49	42	41.3	31.6	29.9	30.2
-MFD (olja)	38	..	..	..	22	..	..
Sverige(70/2/5/8/80-2)							
-SFD (olja)	31	32	29	27	24	24	23
-SFD (el)	..	14	..	12	11	..	..
-SFD (fjv)	..	-	..	20	18	..	...
-MFD (olja)	..	-	..	12	11	..	...
-MFD (fjv)	..	..	..	8.5	7.9	..	...
USA (70/8/80/1)							
-Samtliga (gas)	41	..	..	34	~32	..	..
-SFD (gas)	~45	..	..	39	~36	..	..
-SFD olja***	~55	..	..	46.1	39.0	35.1	..

NOT: Berörda år anges inom parentes.

* Samtliga lägenheter med CV. SFD avser småhus. MFD avser flerfamiljshuslägenheter. Fjv = fjärrvärme.

** Energiförbrukning i flermamiljshuslägenheter i Frankrike används både i egen anläggning (i läg) eller i centrala anläggningar (i hus).

*** För USA, ungefär 1/4 av småhusen med oljebaserad CV använde samma system för varmvatten, vars förbrukning är inkluderad häri (ung 50 GJ/läg 1970, 40 GJ/läg andra åren). Denna förbrukning utgör 4 MJ/GD 1970 och mellan 3,1 och 3,4 MJ/GD därefter.

Tabell 4.24 Indikatorer för energiförbrukning

Varmvatten (netto) per capita, GJ*								
	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT
Kanada	6.1	..	7.2	..	..	7.3	..	1.8
Danmark	5.0	5.6	..	6.0	5.8	..	5.5	0.8
Frankrike	..	2.0	..	2.7	2.9	3.2	..	5.9
Tyskland	..	2.1	2.8	3.1	3.4	3.3	5.0	9.1
Sverige	6.75	7.31	7.7	7.4	7.5	7.42	7.37	0.1
USA	5.7	..	5.8	..	6.1	..	..	0.7

Elförbrukning för apparater, kWh/enhet disponibel inkomst**								
(1000 enheter lokala valuta, 1970 års penningvärde)								
	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT
Kanada	370	..	360	..	..	400	..	0.7
Danmark	43	51	..	55	56	..	49p	1.1
Frankrike	..	28	..	38	37	36	..	3.1
Tyskland	..	43	51	53	54	54	..	2.5
Sverige	72	81	77	85	86	90	93p	1.4
USA	430	..	440	..	450	..	..	0.5

Elförbrukning för apparater, kWh/SEK disponibel inkomst**								
	1970/71	1972/73	1975/76	1977/78	1980	1981	1982	ÅT
Kanada	81.3	..	79.1	..	..	87.9	..	0.7
Danmark	60.6	71.8	..	77.5	78.9	..	70	1.1
Frankrike	..	27.4	..	37.2	36.2	35.3	..	3.1
Tyskland	..	29.2	34.7	36.1	36.7	36.7	..	2.5
Sverige	72	81	77	85	88	90	93	1.4
USA	93.5	..	95.6	..	97.8	..	..	0.5

* Avser den totala befolkningen, vilket betyder att ökningen beror mycket på ökad tillgång till varmvatten i lägenheten.

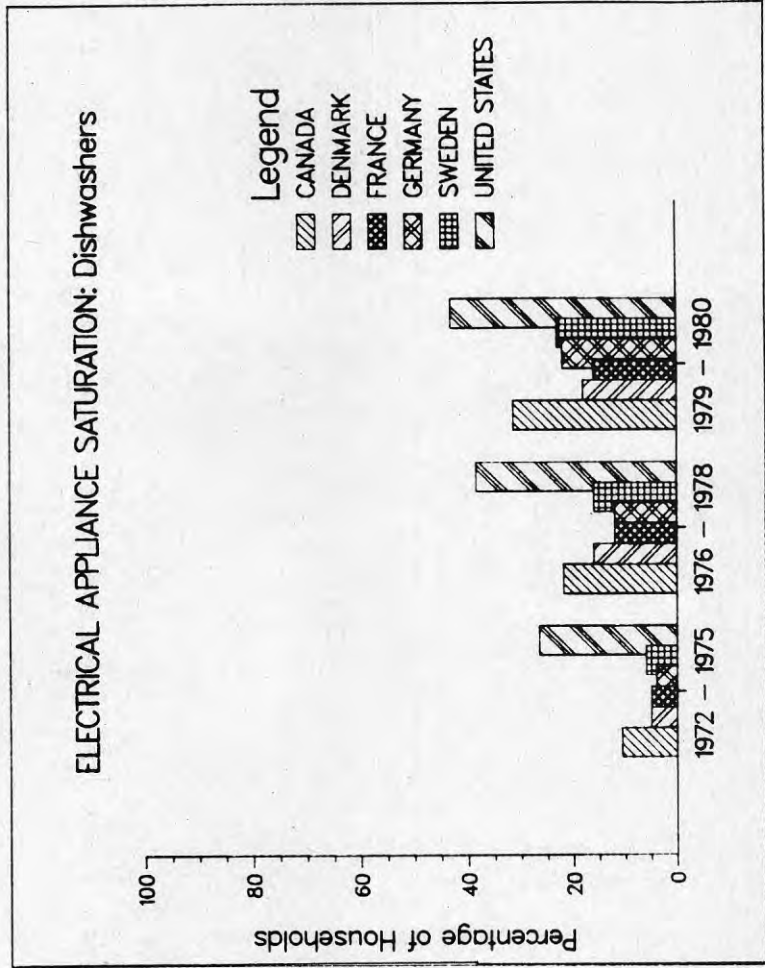
** För rådande växelkurs, se tabell 4.7.

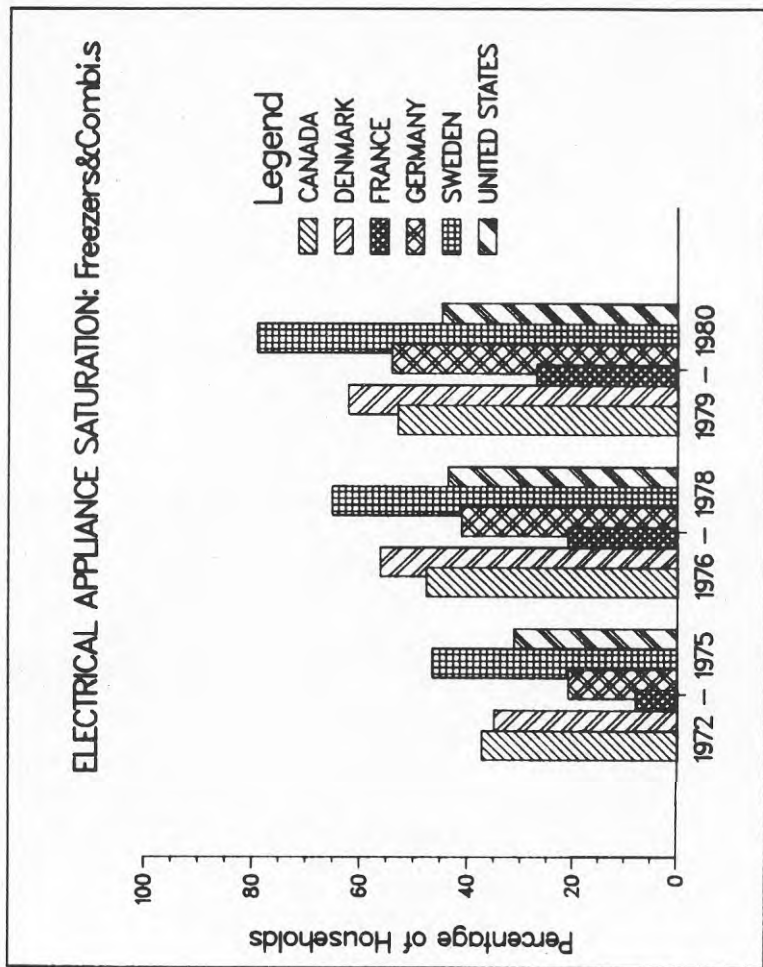
FIGURFÖRTECKNING - LIST OF FIGURES

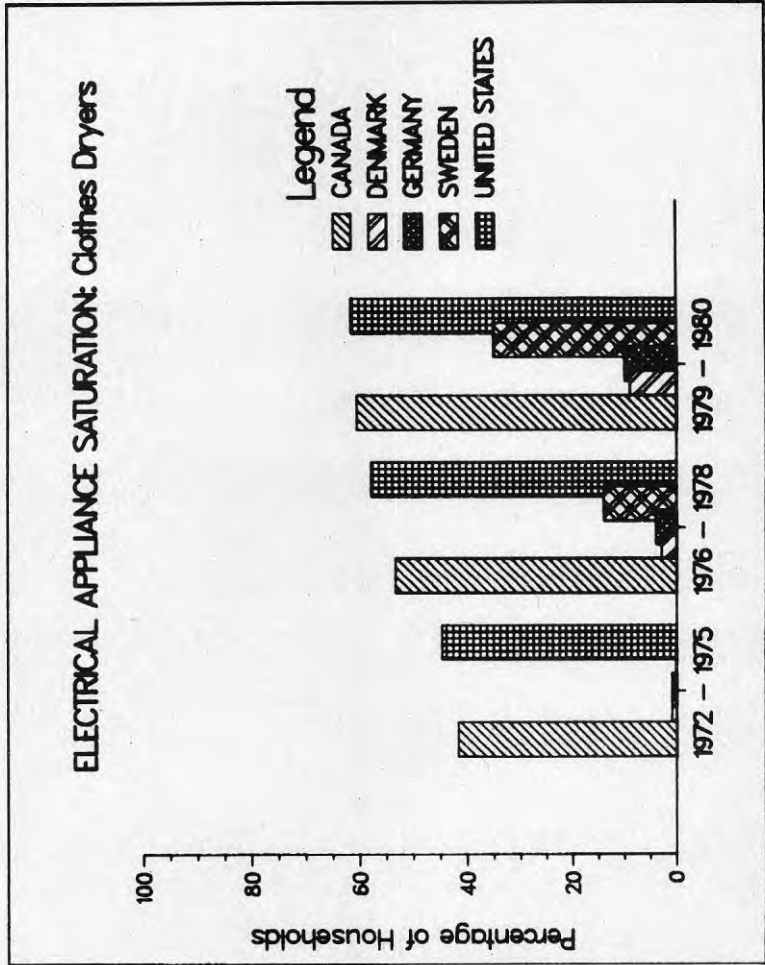
Internationall jämförelse. (Kapitel 4)

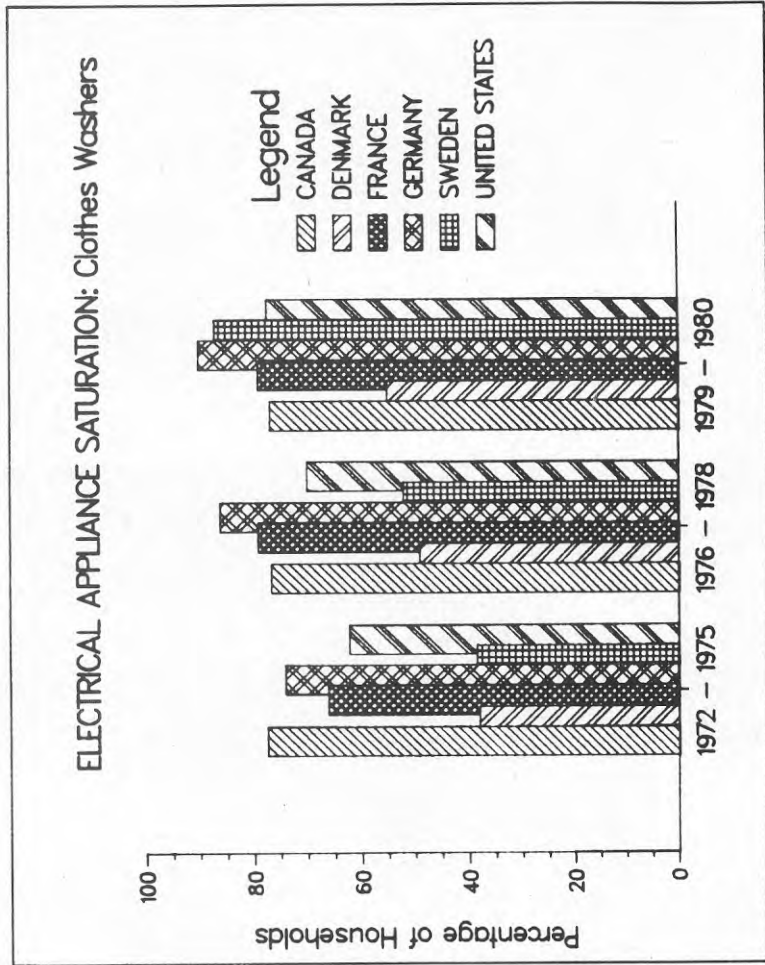
- 4.1 Electrical Appliances: Dishwashers
- 4.2 Electrical Appliances: Freezers
- 4.3 Electrical Appliances: Clothes Dryers
- 4.4 Electrical Appliances: Clothes Washers
- 4.5 Electrical Appliances: Refrigerators
- 4.6 Electrical Appliances: Cooking Ranges

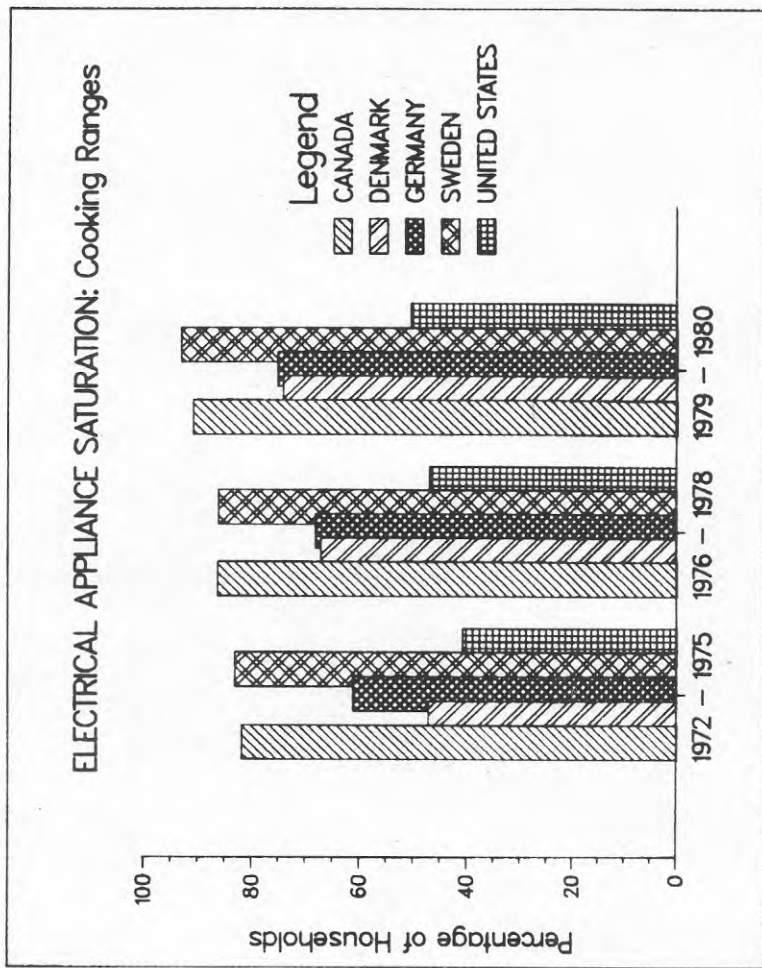
ELECTRICAL APPLIANCE SATURATION: Dishwashers











5 SLUTSATSER

5.1 Hur mycket energi har Sverige sparat?

Det finns många sätt att uppskatta besparingens sammanlagda effekt. Man kan bygga en modell som representerar den förutsedda förbrukningen utan att prishöjningar, inkomstförändringar osv ändrats jämfört med dess värden före oljekrisen. I denna studie har vi emellertid valt en enklare metod. Vi beräknar först åtgångstalen för samtlig förbrukning per bostad, sedan dessa för individuella användningsområden och/eller bränslen. Besparingen räknas som nedgång i åtgångstalen multiplicerat med antalet förbrukningsenheter. För att vidareförädla talet kan man bryta ned åtgångarna i olika delposter, bränslen, bostadstyper osv, vilket vi gör när detta är möjligt. Eftersom det alltid finns en osäkerhet i uppdelningen mellan användningsområdena tror vi att uppvärmning och elapparater är de mest säkra delposterna, förutom den totala användningen per bostad.

Därigenom kan man hålla ett öga på strukturens förändringar. Om andelen hus med CV eller bostädernas genomsnittliga storlek har ökat, så skulle ceteris paribus energiförbrukningen öka. Ökningen av antalet hus med modernt varmvattensystem eller av elförbrukningen för apparater kan dras bort från åtgången, så att man kan se en samtidig besparing av uppvärmning och ökningen av el. Vi kan tyvärr inte jämföra alla poster, speciellt schablonberäkningar eller "teoretisk förbrukning" för varmvatten med faktisk förbrukning, men vi kan använda informationen om strukturen och dess förändring i vår bedömning av den totala spareffekten. Om vi hade tillgång till mer detaljerade siffror om förbrukning av energi i varje apparat för sig kunde vi först göra en mycket detaljerad jämförelse av enbart åtgångarna, sedan beräkna effekten av den ändrade strukturen. I denna utredning gör vi vissa nödvändiga förenklingar p g a databrist, dock tror vi att tolkningen blir ungefär densamma, d v s att det har varit en markant sänkning av den specifika förbrukningen i svenska bostäder och i de flesta bostäder i de övriga länderna.

I småhus har vi uppskattat totalförbrukningen av energi till värme och varmvatten framför allt i hushåll under 1970 och i "överlevande" hushåll år 1981, d v s småhus byggda före 1971. Dessutom kan man med hjälp av energistatistiken för småhus se att hus byggda senare kräver mindre energi än de som är byggda tidigare. Sedan kan man konstatera att samtliga hus byggda 1971-80 förbrukade mindre energi än hus byggda tidigare, både när vi jämför den senare gruppens uppskattade förbrukning 1970 och deras förbrukning 1981.

Således kan vi för Sverige säga följande.

- Småhus byggda före energikrisen har minskat sin energiförbrukning per kvadratmeter för uppvärmning och

varmvatten med cirka 30% i snitt (netto).

- Småhus byggda under 70-talet har undan för undan byggts så att de förbrukar mindre energi. Vår uppskattning visar en liten minskning (cirka 5% - 10%) jämfört med äldre byggnationers förbrukning under 1981. Småhus byggda före 1970 förbrukar alltså mer energi än hus byggda under 70-talet - med reservation för den osäkerhet som uppstår när vi jämför två ganska olika husgrupper som kan ha olika boendetäthet och hushålls-inkomst (se ovan). Dock tror vi att skillnaderna i förbrukningen är så pass stora att de är signifikanta.

- En liten del (cirka 10%) av minskningen av 1970 års bestånd kan bero på minskad boendetäthet eller på husets utnyttjande och rivningen av äldre, sämre hus. Resten kan kallas för energibesparing genom ändrat beteende, bättre skötsel av system, utbyte av system och förbättring av klimatskärmen.

- Informationen om flerfamiljshus är lite sämre, men vi har uppmätt en besparing av uppvärmning och varmvatten på ungefär 15-18%, i ett bestånd som redan 1970 hade nästan full täckning på CV och VV.

År 1972 förbrukade en bostad i Sverige 111 GJ (L: 143 GJ P, 82 GJ N). Standardökningen t o m 1982 hade medfört, enligt vår uppskattning, en energiökning med totalt 4 GJ/bostad för uppvärmning, 2 GJ/bostad för varmvatten och 2 GJ/bostad för elapparater eller 8 GJ/bostad (L: 18 GJ P, 7 GJ N). Den teoretiska förbrukningen 1982 hade varit 119 GJ/bostad (L: 161 GJ P, 89 GJ N) den faktiska 89 GJ/bostad (L: 143 P, 72 N) som ger en besparing på 25% (L: 11% P, 19% N).

I andra länder har alla indikatorer på centralvärmda lägenheter eller småhus visat nedgång. Till och med i elvärmda hushåll i USA och Kanada, som kan sägas ha haft mest att spara, har nedgången av alla poster uppskattats. Ökningen av antalet elapparater (och kylmaskiner) svarar för en ökning i hushållens förbrukning. (Statistiska brister gör det svårt att säga mer om Kanada.) I Frankrike och Tyskland har stora besparingar i centralvärmda lägenheter nästan utjämnats av ökningarna i CV-penetrationen, VV-system samt elapparater. Enbart i Danmark har besparingseffekten varit så stor, på alla poster, att vi kan "kröna" detta land som enastående. Dock är det svårt att konstatera om danskarna har det bekvämt inomhus i dag jämfört med tidigare år.

En total uppskattning av inflytandet av besparingen samt standardökningen visas i tabell 5.1. Siffrorna är grova, men ger en bra indikation på hur stor standardökningen har varit jämfört med åtgångsminskningen. Att den svenska besparingen är bland de lägsta beror på den höga standarden i svenska bostäder 1972 samt den relativt höga andelen el.

Sverige har alltså inte sparat mest, mätt i nedgången i indikatorn för CV-värmda lägenheter eller i den totala nedgången, men Sverige har sparat mycket i ett gott bestånd som redan var på en sparsam nivå 1972. Men vi tror att

besparingarna i Sverige till 75% beror på teknik, medan i de flesta övriga länderna teknik enbart svarar för en mindre del, i storleksordningen 25%-33% av nedgångarna. De snabba nedgångarna vi har sett i vår statistik är beviset. Detta är kanske den viktigaste slutsatsen vi drar i studien.

5.2 Varför har Sverige sparat eller inte sparat?

Vi har sett att svenska hus alltid har haft mycket energieffektiva klimatskärmar och uppvärmningsinstallationer, även om mycket utrymme för förbättringar fortfarande finns kvar i dag. Svenska villaägares möjligheter att låna extra pengar till extra isolering, utöver de rimliga kraven från 60-talet, var säkert en orsak till den rimliga utvecklingen inom 60- och 70-talets byggnation före oljekrisen. Inget annat land som vi har studerat har haft en sådan gynnsam politik för bostäder och energi.

Som följd av denna utgångspunkt var emellertid intresset för en snabb, kortsiktig besparing i Sverige väsentligt mindre än i de andra länderna. Per graddag vinner man mindre energi (och vid jämna priser på pengar) i Sverige än i de andra länderna vid en given minskning av temperaturen eller vid andra mindre åtgärder. Enbart större byggnadstekniska eller installationstekniska åtgärder kan vara ekonomiskt intressanta för svenskarna och vår bedömning av responsen (ovan, kap. 3) är att en ovanligt hög andel av de svenska småhusen och flerfamiljshusen har åtgärdats, med hänsyn till den redan höga standarden i svenska hus.

Det är då viktigt att komma ihåg att det svenska systemet - tack vare bra isolerings- och installationsstandard - i dag är det mest "isolerade" av alla i OECD mot prishöjningar och kortsiktiga svängningar i priser och andra viktiga energiförhållanden. Hög standard reducerar incitamentet att spara på kort sikt. Att oljeåtgången inte sjönk drastiskt 1979-80 jämfört med alla andra länder är ett starkt bevis. Att 40%-45% av befolkningen inte direkt betalar för uppvärmning reducerar ytterligare svenskarnas intresse för snabba ändringar i förbrukningsmönstret. Att även el och en del oljeförbrukare i villor är skyddade från stora prissvängningar p g a kvartalsvisa inbetalningar gör feedback mellan priset och konsumtionen svag även i villor. Egentligen är det bara vedförbrukningen som jämt måste passas. I USA och Kanada däremot, sker energiavläsningar och inbetalningar månadsvis, högst varannan månad, och kollektiva uppvärmningsräkningar

är mycket mer sällsynta än i Sverige.

Detta betyder också att Sverige har en enorm reserv av energiförbrukning i form av dagens relativa höga inomhustemperaturer som kunde sänkas ifall en oljekris till skulle inträffa. Därför konstaterar vi att Sverige både har sparat mycket - medelst långsiktiga investeringar i nya och befintliga bostäder - och inte sparat, i och med att inomhustemperaturen och varmvattensförbrukningen är de högsta i Europa. Högre priser kommer att spela en viktig roll.

Att förbrukningen har minskat mest i oljevärmda villor i Sverige jämfört med förbrukningen i elvärmda villor av samma årgång eller i flerfamiljshus, tyder på att högre oljekostnadsstegringar har spelat den viktigaste rollen bland incitamenten till besparing. Liknande erfarenheter finns i andra länder. Denna utredning kan tyvärr inte bedöma effekten av sparprogram, men faktum är att besparingar har noterats med olika inverkan i samtliga bostäder i Sverige vilket tyder på att sparprogram har haft en stor effekt i Sverige. I andra länder svarar beteendet och mycket enkla åtgärder för den största delen av den uppnådda besparingen, synbart innan programmen kunde ha haft effekt. Där har de första besparingssteget i existerande och nya bostäder varit mycket billigare och enklare än i Sverige, där sådan teknik var införd för flera år eller decennier sedan.

Allt detta tyder på att den energibesparing Sverige har uppnått kvalitativt måste bedömas som mycket bra. Med utgångspunkt som "bäst" på uppvärmning har man ändå sparat 15%-20% (L) under 12 år. Att konsumenten redan är skyddad både genom bra hus och betalningssystem kanske är ett tillräckligt försvar för ett välutbrett besparingsprogram som vi bedömer som ett av de mest omfattande i OECD. Sämre standard i bostäderna i andra länder kanske gjorde korttidsbesparingar mer attraktiva än i Sverige. Men allt detta betyder också - som vi redan har nämnt vid flera tillfällen - att det finns mycket kvar att spara i Sverige, både genom tekniska och genom beteendeåtgärder. Vi ger våra observationer här nedan.

5.3 Hur kan Sverige spara mer?

Sett från vår internationella jämförelse kan vi föreslå områden där vi tror att Sverige kan spara mer energi i hushållen.

1. Uppvärmning: vi har konstaterat att den goda värmeekonomin i Sverige beror mycket mer på teknik än på beteende. Vid mycket högre uppvärmningskostnader - och bättre debitering eller mätning av förbrukningen till dagens priser - tror vi att nattsänkning och andra beteendeåtgärder skulle kunna bidra till en besparing på kanske mellan 10% och 20 % per

lägenhet. I dag är dessa vinster värda mindre än vad konsumenten tror kostnaden är, dvs komfort-uppoffringen. Förbättrade klimatskärmar och regleringen av uppvärmnings- och distributionssystemen kommer då att öka komforten i många lägenheter så att en energisänkning utan nämnvärd komfortsänkning troligen kan äga rum. Konsumenten utför denna sänkning endast om han/hon tjänar in vinsten vid minskade direkta utgifter. Vi vet att direkt mätning av värmeförbrukningen är svår, men vi måste påpeka att dagens konsument fortfarande är mycket okänslig för energiprishöjningar på kort sikt.

2. Varmvattensanvändningen kan förbättras i alla länder. I Sverige ger nya varmvattensberedare kopplade till frånluftsvärmepumpar stora vinster i ny och tät äldre bebyggelse. För övriga byggnader måste alternativet till dagens stora olje- och fjärrvärmebaserade system studeras för att minska onödiga förluster. Våra uppgifter tyder på att individuella VV-beredare i varje flerfamiljshuslägenhet och VV-beredare som är oberoende av värmepannor, kan ge stora besparingar, både på grund av den tekniska förbättring som uppstår och den ändring i beteendet som inträffar då konsumenten är mer direkt ansvarig för sitt eget varmvatten.
3. Det är svårt att specificera någon förbättring för spisar eller elapparater. Utbudet i Sverige i dag verkar vara au courant beträffande energisnålhet.* Fler tester och mätningar samt information till konsumenten behövs i alla länder för att man ska kunna utnyttja energisparande egenskaper hos dessa yngre apparater. VV-beredare med frånluft (ovan) visar en viktig princip som kan vara mycket intressant i framtiden och integrering av hushållsapparater så att olika funktioner kombineras och spillvärme resp -kyla tillvaratas.
- 5.4 Viktiga forskningsuppdrag: hur mycket energi har Sverige sparat?

När LBLs utvärdering av energiförbrukningen i OECD-länderna påbörjades fanns det mycket lite material om energiförbrukningen i bostäder och utbudet i Sverige är ytterst magert. Sedan dess har LBL-studien grävt fram mycket material av historisk karaktär, samtidigt som svenska myndigheter drog igång och/eller förbättrade en hel del studier som enligt vår uppfattning mycket bra belyser situationen i Svenska bostäder i dag.

* Tyvärr fick vi aldrig uppgifter från Electrolux eller andra svenska företag som kunde bekräfta påståendet.

Det finns dock ett behov av en fortgående utredning om energiförbrukning och -besparing. Med utgångspunkt från vad vi har sett i samtliga studerade länder föreslår vi följande.

1. Läs av energimätarna minst varannan månad som tyska oljebolag har gjort under 15 år.
2. Integrera datainsamlingen om bostäder och hushåll (d v s ESH/EFH och HEA) för att kartlägga sambanden mellan fysiska, ekonomiska och demografiska faktorer som alltid påverkar förbrukningen. Ett exempel är Frankrikes undersökning som görs kontinuerligt av konsultföretaget CEREN tillsammans med energi-, bostads- och bygghandigheter samt energiföretag.
3. Förbättra integreringen av de årliga förbrukningsstudierna med folk- och bostadsräkning som finns i Danmarks Byggnings- och Boligregister.
4. Försök mäta både varmvattensförbrukningen och en del andra delposter i olika hushåll och jämför dessa mätvärden med värden som man kan få ut av studie 1.
5. Gör en försiktig mätning/utvärdering av förbrukningen i olika småhus byggda under de senaste 10-15 åren för att kartlägga sambandet mellan bättre byggteknik och faktisk förbrukning där även boendevanor kan studeras. Denna studie skulle även tillåta en viss bedömning av energisparkostnader och -resultat.
6. Gör en fullständig inventering av historiska och nutida uppgifter hos olika energiverk och försäljare med syfte att komplettera den historiska studien som finns i bilaga 1.
7. Jämför energisparmål och -medel inom bostadssektorn och täck de länder som vi har studerat här. Med utgångspunkt från den kvantitativa beskrivningen av utvecklingen kan man för första gången jämföra mål med resultat och möjligen på tips för framtidens policy i Sverige.

Tabell 5.1 Energibesparing per bostad, GJ

	Pre-Embargo Nivå	Standard Ökning	Teoretisk Use, 1981/2	Faktisk Nivå, 1981/2	Skillnad GJ/dw	Procent Besparing
Levererad (brutto-) energi per bostad						
Danmark	124	11	135	82	-53GJ	39%
Frankrike	80	15	95	70	-25GJ	28%
Tyskland	84	13.5	97	76p	-21GJ	23%
Sverige	111	8	119	89	-30GJ	25%
USA	162	8	170	122	-48GJ	28%
Primärenergi per bostad ^b						
Danmark	147	15	162	111	-51GJ	31%
Frankrike	92	21	113	96	-27GJ	15%
Tyskland	102	20	122	100p	-20GJ	14%
Sverige	143	18	161	143p	-18GJ	11%
USA	212	13	225	193	-32GJ	14%
Netto energi per bostad ^c						
Danmark	92	7	99	62.5	-33GJ	36%
Frankrike	55	12	67	49	-22GJ	27%
Tyskland	58	11	69	54p	-15GJp	22%
Sverige	82	7	89	72	-17GJ	25%
USA	116	7	123	98	-25GJ	20%

Källa: LBLs databas. Tabellerna 4.1 - 4.24.

Jämförelseåren: före oljekrisen, 1972 utom Frankrike (1973) och USA (1970). Efter oljekrisen, 1982 utom Frankrike och USA (1981).

För att få de angivna, mycket grova värdena, adderas till 1972 års specifika förbrukning en schablon som motsvarar ökningen i andelen lägenheter med CV och VV, ökningen av innehavet av elapparater och ökningen i bostadsytan per bostad. Detta "teoretiska" värde jämförs med 1981-82 års faktiska förbrukning. Skillnaden visas som både absolut nedgång (i GJ/lägenhet) och i procent.

A APPENDIX 1: RESIDENTIAL ENERGY USE IN SWEDEN 1960 - 1982

A.1 The Residential Energy Use Data Problem

The relative importance of the residential sector in energy use patterns of developed countries has grown dramatically from the post World War II period through the post Embargo Era. While the demand for heating fuels has almost peaked, the demand for electricity, which grew at from 8-15%/yr in most OECD countries, still grows. Most countries have on paper plans to affect great savings of energy, however defined and measured, but few countries have even taken inventory of the existing structure of residential energy demand.

Understanding the forces that encouraged the great increases of the past in energy use in this sector is vital to avoiding conflicts between energy policy and consumer/homeowner interests, interests that are rooted in the increases in living standards since World War II, and that are at least partially reflected in increased energy use. Understanding these forces and the economic and technical factors that influenced them is also important in order to assess the remaining growth in the spread of energy intensive amenities, such as central space and water heating or appliances. Should the growth in these amenities, or structural growth, be near its end, we can expect dramatic reductions in energy use as more efficient technologies and less energy intensive behavior replace older. In general structural growth is identified with income growth, but the increase in certain amenities, like central heating, may reach a saturation level, even as incomes continue to increase. Similarly, incomes may fall during recessions without a similar recession in the structure of energy use, although people may use less. Thus it is important to analyze many factors that cause energy use to change.

A careful analysis is necessary to determine how much energy has been saved in the aggregate because of various conservation strategies, and how much more energy has been used because of structural growth. It is believed that the present study reveals a large number of factors that can be studied to determine the course of residential energy use in the period from 1970 to 1982, and therefore the changes caused by energy conservation. In France and W. Germany, for example, the

This Appendix was written by Lee Schipper with assistance from Lars Göran Carlsson, Statens Energiverk, over several years. The work was supported by the Swedish Council for Building Research, the US Dept. of Energy, Energy Information Administration, Office of Applied Analysis and Buildings Energy Research Division, and the German Marshall Fund, and Energiforskningsnämnd. We also acknowledge the hospitality of VVS Tekniska Föreningen. Lars-Göran Carlsson, VVS Tekniska Föreningen, and Statens Energiverk, has also substantially to this paper.

Appendix 1

penetration of central heating increased by 50% during the 1970s, profoundly affecting the aggregate use of energy in the residential sector and hiding a great amount of conservation.¹ It is this kind of information that we will bring to light for Sweden.

A.1.1 Existing Data: Sweden and Elsewhere

In the course of gathering data for a project comparing household energy use in seven countries (Ref. 1), data from Sweden appeared intriguing. Though all indications were that space heating in Sweden was far more efficient than in the other countries examined, detailed data on the structure and intensity of various aspects of residential energy use were lacking. Unfortunately, energy use data from the UN, Common Market, OECD/IEA (Int'l Energy Agency) show that the household sector has been aggregated with commercial buildings and enterprises ("lokaler" in Swedish, "Kleinverbrauch" in German, "commerze e amministrazione publice" in Italian, etc) into the "other sector" ("Secteur tertiare" in French, "övriga Sektorn" in Swedish, etc). But the residential share of this sector has changed markedly, as Figure 1 (derived herein) shows. Moreover, these balances record deliveries in the case of solid and liquid fuels, not actual consumption. Only energy balances from France, the US, and the UK tended to show these two distinct kinds of use (homes, commercial buildings) separately, and only the French balance was based on bottom-up surveys. Reasons why these sectors tend to be lumped together as a residual included the difficulty of separating deliveries of oil or gas among apartments and commercial buildings, the lack of knowledge of the nature of customers for solid or liquid fuels, and, in our assessment, a general lack of interest or resources on the part of most governments as to the nature of the end uses of energy. By contrast most countries and international organizations have well established institutes that produce energy balances, greatly detailed charts and diagrams indicating the nature and quantity of each kind of fuel supplied, but almost nothing about the nature of the consumption itself.

Because Sweden has the longest heating season of the countries named above, and the greatest per capita dependence on heating oil* we expected that a great body of data on the overall use of heat and other energy end-uses in Sweden would have existed long before the embargo. A very intensive review of the literature² and inspection of other reviews³ however, revealed that few details of energy use in the residential sector before 1980 have been assembled, analyzed, and published.

* Sweden had one of the lowest uses of gas and coal/coke fuels in the residential sector among European countries through 1960's and early 1970's.

We therefore decided to investigate the possibility of reconstructing Swedish energy use from available, though obscure, data sources. During visits to Sweden in 1978-1982 virtually every organization dealing with energy was contacted and questioned about residential energy use. Some of the preliminary findings have been made available.⁴ Similar studies have been prepared for Denmark⁵ the US⁶ and France.⁷ In the present study, we attempt to account for major energy flows and uses in the residential sector in Sweden. We then give some indicators of the changes in residential energy use in Sweden over the past decades. We then suggest possible sources for the missing information.

A.2 Importance of Historical Analysis of Factors Influencing Residential Energy Use

Above we gave some general reasons why understanding of historical developments in energy use might be desirable. In the case of Sweden, the intense activities on the part of state and private organizations encouraging conservation -- the granting of billions of kronor in subsidies or loans, a greatly increased RD & D program -- have made this understanding however elusive essential to the continuation of conservation investments in the 1980s. In late 1980 the Energihushållnings Delegation (EHD) presented its evaluation of the effectiveness of these investments.⁸ An earlier report⁹ suggested that the economic effectiveness of many investments made was questionable. The EHD sponsored studies showed that energy conservation investments with public support were well carried out and tended to yield actual savings close to predicted, with some exceptions.¹⁰ The program was sufficient to stimulate considerable investment in retrofit measures. This was also the conclusion of an independent study funded by the German Marshal Fund in 1983.¹¹

What was not determined was whether the public programs were themselves necessary. It was difficult to determine how much energy had been saved in homes that had not accepted state grants, and why such savings had been achieved. There was no "official" data base with which to compare achievements in homes accepting state aid with those not doing so. The first systematic surveys of residential energy use--limited to heating and hot water aggregated--took place in 1977. Thus it was difficult for authorities to determine how much energy was being conserved, where, and why. Moreover, the definition of "energy conservation", both as a public policy goal and as an operation or technical procedure, was not treated explicitly.^{12 13}

Recent surveys, however, allow authorities to draw many more conclusions about energy use in Sweden. Important surveys from the Central Bureau of Statistics (SCB), which we call ESH and EFH herein¹⁴ allow following of developments of the last five years. cursory analysis of the 1981 Survey reveals that roughly twice as many homes undertook conservation investments without state support as with, and that fully one third took no measures. For comparison with earlier years, however, one must rely on the incomplete information. Yet these pieces of data, that

represent consumption of energy in the residential sector, are the only information that might reveal what has happened to residential energy use.

The information and evaluation problem was aggravated by the controversy over nuclear energy in Sweden.¹⁵ The need for/value of future electricity production from nuclear power depends critically on the future growth in electricity demand. The growth in demand was propelled in the 1970s by continued high growth rates for residential electric heating, as prices remained low by international standards. Through 1978 the real price of electric heating rose little. Thus sustained growth in this area through 1978 was not be surprising. After 1978 oil prices rose again, even more people switched to electricity and mixed-fuel systems. Similarly appliance ownership and use continued to increase. Thus one might expect substantial increases in electricity use in the residential sector. But if these uses were to responsive to higher prices and new technical developments, then one might expect a different development as electricity prices began to rise. Then experts (and Sweden's voters*) could forecast with much more certainty the future demand for electric power in the residential sector. This is only possible if the patterns of electricity use were well understood, as demonstrated by the thorough CDL forecast of late 1981.¹⁶ Thus Sweden has pressing needs for understanding the structure and evolution of residential energy use.

A.3 RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION

The residential sector contains all full-time regular housing units, excludes summer (or second) homes and a few kinds of special housing units (such as those in institutions), but includes where known housing units that happen to lie in non-residential buildings. The services, or end-uses, include space heat (and cooling, although this is not important in Sweden), hot-water, cooking, and electric appliances including lighting, motors, small cooking machines, washers and dryers, refrigerators, electronics, etc. Engineering factors determine the relationship between service performed and energy consumed. Use of energy services in Sweden is clearly greater than the minimum amount required for health and hygiene, so the concept of economic demand is important, as are the economic tradeoffs among different technologies that satisfy that demand.

While a full economic analysis of the uses of energy in homes is not possible herein¹⁷ we can review briefly the dominant factors that influence the economic demand for energy, a demand that is made up of the demand for energy services and the conversion of energy into services by capital equipment. Space Heating can be

* who decided in March 1980, that the use of nuclear power should continue for some decades, albeit at a lower level of dependence than previously foreseen

described by the following factors:

$$\begin{aligned} \text{Heat use} = & (\text{temp diff}) * (\text{heated area/dwelling}) * (\text{dwelling/capita}) \\ & * (\text{k-value}) * (\text{eqpt efficiency})^{-1} \\ & * \text{population} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 1})$$

where temp diff is the average of the hourly difference between indoor and outdoor temperatures, k-value is the thermal transmissivity of the building (suitable averaged over surfaces, adjusted for air leakage), and eqpt efficiency is the ratio of energy consumed to heat produced at the space heaters in rooms. Factors on first line tend to increase with increased income, while population is only loosely coupled to income. The overall k-value of the house depends somewhat on its size and shape (i.e., surface-to-volume ratio). The temperature difference and heated area can vary quickly with short term price changes, while the factors on the second line vary with changes in the house and its equipment as well as maintenance, changes that take longer to put into place. These factors tend to be improved (i.e., lower) with higher income, as the data from Sweden show. Whether they improve fast enough to offset changes in factors in the first line depends on many factors. In the case of Sweden, it appears that useful energy use per sq. meter of heated space did not increase, and may have decreased slowly, during the 1960 - 1973 period, but heated area and dwellings/capita increased significantly, so total heating energy increased. Central heating penetration (CH), a kind of measure of the fraction of the house that is heated (where 1 = central heat used during the entire heating season in every room), increased from a low value in the 1960s to 70% by 1981 in France, England, and Germany. In Sweden CH was already over 90% in 1970, and its climb was spread over several decades (with wood the principal fuel), Denmark, the US, and Canada, have been intermediate.

The second important use of energy is hot water, which tends to depend on the number of people in the household, the desired temperature, the occupancy of the house, its equipment (washers), and the kind of system, central or decentralized:

$$\begin{aligned} \text{HW} = & (\text{people/dwelling}) * (\text{liters of hot water/day/capita}) \\ & * (\text{temperature increase of hot water} * \text{specific heat}) \\ & * (\text{conversion efficiency of devices})^{-1} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 2})$$

Again, these factors are not absolutely determined, but depend on energy prices, incomes, technology, and lifestyle factors such as the occupancy of the house, the age of any children, the occupation of workers, etc. Note that the temperature

difference depends in part on the task being performed.

Cooking, for which energy consumed today is only a minor part of the total, depends on the similar factors, where the mix of foods prepared replaces desired temperature and the quantities prepared (or number of meals) replaces the quantity of water. While the use of energy for cooking is relatively small today, it is the dominant energy use in low--income developing countries¹⁸ and dominated energy use in the home until the 20th century.

By contrast, energy use for appliances appeared very recently and grew most rapidly in modern societies. Appliance energy use -- virtually electricity in Sweden, with some gas in other countries, depends on the occupancy of the house, the kinds of appliance, their capacities and technical efficiencies, and finally family size. In virtually every country increasing income led to more and larger appliances, and appliance energy use, as estimated by use, increased without interruption (save perhaps for a brief decrease in 1974) until late 1970s, when higher prices and depressed incomes may have caused some decrease in the US, Denmark, and Germany. However, the stocks of appliances still increased noticeable through the mid 1970s, and so did appliance electricity use, because the overall increase in equipment outweighed the improvements in newly acquired equipment, relative to existing. Moreover, most existing major appliances -- refrigerators, washers -- have only limited scope for modification, while new models may have radically lower energy use, as evidence from the US, W. Germany, and Swedish manufacturers suggests.

These considerations suggest that use of heat, first of all, and use of hot water, to a lesser degree, can be changed considerably in the short run, while cooking energy use is less likely to change, and appliance energy use (exclusive of hot water) shows only a small potential for change in the short run. In the medium term, 10-15 years, virtually all the equipment in a home could be changed, while in the long run (30 -- 50 years) the home might be replaced. These considerations must be borne in mind when comparing changes in energy use, i.e., achievements in conservation, across countries, with respect to prices, incomes, and other factors that may influence energy use. With these considerations in mind, we turn to the study of Swedish energy use.

A.4 STUDY METHOD

Our method of reconstructing residential energy use employs many approaches. These have been used before in an earlier analysis of residential energy use in California¹⁹ and more recently in a similar project covering the Fed. Rep. of Germany.²⁰ Basically we identify with each energy use a structural factor, such as number of homes, or area heated per home (or per capita), or even income per capita. We also identify the corresponding energy intensity, such as energy/home, heat

energy/home-area/degree-day. To do so requires examining a wealth of data on housing and equipment, as well as energy sector data. The latter proved more difficult than the former.

First we examined deliveries of energy that are recorded by suppliers in the residential sector, or, lacking that disaggregation, the "other sector" ("övriga sektorn", residential and commercial) or the "building heat" sector ("fastighets uppvärmning"). In some cases both deliveries (sales) and number of customers are available. Often a fuel is used for a single purpose (gas for cooking) or sold on a tariff structure that allows differentiation of end uses (gas, electricity). In the case of oil, certain rules of thumb, which may or may not be accurate, allow division of consumption per household into space heating and hot water, to first approximation, but official delivery data do not really distinguish between classes of customers, nor do they measure the effects of changes of stocks. In some cases the estimate of unit consumption, times the number of consumers, can be compared with total deliveries. Or we use available estimates of numbers of equipment, or customers, where available, and multiply these by estimates of specific energy use, to arrive at totals where they are otherwise unknown. While there is a danger of circular reasoning, it is often possible to find independent estimates of each of these quantities.

A more preferable procedure, the "bottom up method", is to estimate unit consumption for a particular purpose with a particular fuel. Once fuel consumption intensities are known, they can be multiplied by the number of consuming units or devices of a given kind to build up total end-use. In some cases fuel consumption totals can only be built up from knowledge of specific use (like oil/dwelling/degree day) and structure (number of oil heated dwellings, degree days). In other cases (gas and electricity) there are fairly accurate data on sales by customer type.

In classifying energy use (Schipper 1979b)²¹ we examine space heating, water heating, cooking, and electric-specific appliances. Each end use was divided by fuel type. For space heating and water heating energy intensities were estimated separately for single-family dwellings (including farms) and multifamily dwellings. Space heating was further broken down by central and non-central heat.

The division by fuel is extremely important, and bears heavily on Swedish conservation policy. In most policy statements reference is made to total energy consumption, without regard to the different kinds of losses in conversion from primary energy to secondary energy to useful energy. Switching from oil to district or electric heating leads to greater "efficiency", because accounting procedures in Sweden count oil losses in domestic boilers but not energy losses in the production or distribution of the other fuels. By separating end uses by fuel where possible we avoid comparing energy uses across years with different fuel mixes, comparing instead like uses with like fuels.

Furthermore we separate appliance functions that cannot be easily provided by fuels ("electric specific") from those that can. The principal difficulties with this classification lie in evaluating the use of portable electric heaters, and the consumption of electricity in washing appliances for hot water production. This classification, however, allows us to compare electricity use for appliances in countries with and without the widespread use of gas for cooking and hot-water use.

A.4.1 Structural and Demographic Factors

In this study attention is paid to a variety of factors that influence household energy use. Many of these are omitted from econometric studies of energy use in the sector, yet it is widely recognized that such factors may be as important to determining energy use as incomes and energy prices, in the long run. Among the most important are housing stock vintage, dwelling type and area, and people per dwelling; distribution of dwelling types and heating systems by climate zone; demographic variables such as family structure, participation in the work force, and number of people home during the day. Most of these parameters have been studied recently in Sweden in a variety of studies; many were included in the earliest studies of heating and appliances we encountered.

Not all of these variables are studied directly herein, but they all influence energy use. Heating needs during the day, for example, depend on the use of the home during those hours. With parents employed and children in schools or day-care centers, now the rule in Sweden, heating needs may be reduced. On the other hand, smaller families allow not only a greater floor-area per capita, one measure of housing standard, but tend to increase the ratio of total home surface to number of people, or even to the total population. This means that there are greater heat losses per capita associated with smaller families, even if their dwellings are smaller. Such factors may be trivial, yet they tend to cause changes in energy use of the same order of magnitude as those we expect over a period of one or two years because of conservation.

The breakdown by dwelling and system types is important. Because the relative numbers of dwellings of a given size heated by each of these three principal sources has changed radically since 1960, it is impossible to separate changes in energy use due to accounting (ie, relatively more SFD or MFD) from those due to better heating equipment or tighter building shells unless energy use in apartments is counted separate from that in single-family dwellings. The division of SFD into farm and non-farm dwellings is useful, but less crucial. Fortunately, Swedish studies and forecasts almost always separate dwellings by building type.

The evolution of electric heating from supplementary heating in homes with wood or coke stoves, to truly central heating in homes built for electric heating, is a good example of a difficult problem. During the development period (1965-1975) the number of older, small homes converted to electricity was greater than the number of newer, larger homes built for electricity. Yet the consumption of electricity for heating in the new all-electric homes, as indicated in national statistics, decreased steadily with each year's new production of homes. Aggregate consumption in all these homes rose until the early 1970s, then showed almost no change. Even in 1980 one-third of the homes using electricity for principal heating source also used wood. Thus failure to account for mixed systems or the evolution from partial house heating to central heat could obscure vast changes in both heating habits as well as in efficiency. Yet it is precisely these changes that spell the success of the government conservation program, the effect of higher electricity prices, or the impact of newer building technologies.

A.4.2 Climate Dependence

Temperature dependence of Swedish data is critical. In general, (cf. Eq. 1) space heating needs are proportional to the difference between indoor and outdoor temperatures, integrated over the entire heating season, measured in degree-days or (preferably) degree-hours. Since the average outdoor temperature varies from year to year, the demand for space heating will also change, other things being equal. Yet it is important to be able to compare uses in different years cleaned for the short-term variations in climate.

The most common measure of climate severity is degree-days, defined as the integral of the difference between the daily average temperature (if that average falls below a base or threshold) and a base or reference temperature over the entire heating season or year. The official number of degree days is published by the Överstyrelsen för Ekonomiska Försvar (ÖEF) and by the Swedish Heating Society (VVS), based on a reference temperature of 17C. Days in which the outdoor average temperature does not drop below a certain threshold (between 12C and 15C in various fall and spring months) are not counted. These details, as well as the average number of heating days for each station, are given by ÖEF/VVS. The "average" chosen in this study to reflect all of Sweden, is actually for the city of Örebro (K. Munther, priv. comm.). Of course, the regional variations from year to year may be of different relative size in different regions in any one year.

A.4.2.1 Distribution of Dwellings

We give the official number of degree days in Table 1 for ten smaller climatic regions (from ÖEF), and estimates for the four large regions, marked with *. We also show DD to base 18C, the base used herein. These were approximated by increasing the official totals by 1 degree x (number of heating days given by VVS/ÖEF), ignoring possible changes in the length of the heating season. This introduces a small error which we ignore. We also show the values using 21C as a base. These are close to values calculated by Munther using actual degree-hours.

To make accurate averages for large regions, we must examine the distribution of dwellings or dwelling area by fuel used. As a first approximation population in the regions can be used to get regional figures, which can then be weighted by dwelling types and fuels to get national totals. In Table 1 we actually calculated the area--weighted degree-day totals to base 18C from the survey of SIB 1977. Note that most categories lie near the average, 4010DD₁₈, except that apartments with district heat are considerably warmer, and SFD with solid fuels colder, than the averages for each group.* Moreover, MFD are found in regions slightly warmer than SFD. If the heat-island effect of central cities was counted, this difference would probably be greater. The results in Table 1 are not too different from those presented in EFH 82.²²

A.4.2.2 Yearly Variations in Climate

Comparison of changes in heating, particularly changes caused by higher energy prices or conservation investments, has been particularly important in Sweden for evaluation of conservation programs. This necessitates comparing energy use between years of different climate severity is important. Usually one estimates the fraction of a particular fuel use that is used for space heating and multiplies this use for a given year by a correction factor based upon the ratio of degree-days in a normal year (in Sweden the 1931-60 average) to those in the year in question.

In warm climates use of monthly or even daily average temperatures leads to an underestimate of heating needs, because warm days can cancel the contribution of cold nights so that the average temperature does not reflect the nighttime heating needs. In cold climates, heating needs in poorly insulated homes tend to follow closely the variations in climates. In very well-insulated homes, much or even most of the heating needs for the house come from heat from appliances, people, and even the sun. This is often called "free heat". Actual energy released by radiators or other heating systems may be less than the contribution from the non-heating

* In the United States and France, there are even greater differences in the degree-day distributions of homes heated with different fuels.

appliances, whose use tends to be much less sensitive to outdoor climate. The housing stock in 1980 is so much more tight than it was in 1960. Moreover, families have far more appliances and other sources of free heat than they did in 1960. On the other, heating habits in Sweden have changed since 1960 because an increasing number of second parents work, while young children are sent to day-care centers. The heating system is used fewer hours than in the early 1960s, although this change may only be marginal, because of the limited effect of thermostat setbacks in Swedish homes. Finally, cities are warmer than they were 20 years ago because of the increased density of energy use. Such heat islands have fewer degree-days than their suburban counterparts. The effects on our calculations are twofold; city centers have become warmer over 20 years, but this affects primarily apartments, particularly those with district heating, because single-family dwellings tend to be away from the city centers. All this makes adjustments of heating needs in Sweden over time difficult, because the contribution of free heat to total heating needs is large and has changed over time.²³ Moreover, the weighted average number of degree-days, which will in general be different for each fuel or dwelling type, can migrate over time, as Meyers (Ref. 8) has shown for the USA. Indeed, the entire US population-weighted average has decreased over 20 years as people move southward.

We cannot model all of these considerations explicitly, but we recognize that their contribution to changes in heating demands might be of the same order of magnitude as the change in heating use over several years. Nevertheless we must select some simplified system for taking into account yearly and geographical variations in climate. Since the Swedish climate is characterized by a very long heating season, the approximation of degree days by the difference between a reference indoor temperature and monthly average temperature times days in the month is appropriate. We submit, however, that the detailed distribution over time and region should be examined more carefully.

Because of the presence of free heat, however, the yearly adjustment for climate swings is not simple. This is because the recorded consumption of heat in a Swedish home comprises typically only 55-80% of the total heating need, depending on the tightness of the house. The rest comes from solar gain, occupants, hot water, and appliances. To simplify this important relationship, a base temperature of 17 or 18° C is taken in the above calculations, though the real indoor temperature in Sweden lies above 20°C.²⁴ Since the heating system only supplies part of the climate dependent heating to the house, a 10% increase in the severity of the climate

requires more than a similar increase in energy released at the heating system.* Thus there is no unambiguous way of correcting yearly variations in consumption for variations in climate.

The Board of Industry (SIND) multiplies the consumption of heat and hot water (plus half of appliance electricity consumption) by a yearly correction factor, indexing the actual number of degree days to 100, for a normal year.

$$\text{Corrected Consumption} \times [1 + (\text{actual deg. days} - 100) / 200] = \text{Actual Consumption}$$

The SIND formula considers only half of the climate variation, but multiplies that by a quantity that is greater than the energy used in the heating system.

Other corrections have been used. We note that in a survey of apartments owned by HSB climate corrections ranging from 0-100% of the variation in yearly degree-days were applied. (SCB, unpublished memo dated A/BF 1980/04/16) In this analysis the fraction 0.67 of the climate variation was found most appropriate, taking into account the lower internal load and solar gain in apartments, on a unit area basis. Hammarsten's method²⁵ finds a greater variation from year to year. The importance of this correction cannot be overstated; if we want to follow the progress in conservation we must be able to judge consumption patterns in differing years. If the initial and final years have greatly differing climate severity (for example, 1972 or 1973, warm years, vs. 1980 or 1981, cold years), the climate correction may reduce the difference in consumption by a large amount compared with the actual difference.

Differences in heating habits, indoor temperature, and wind or other climate factors geographically and over time are also important. These should be included in any climate-related study. Certainly the differences in heating use per nominal degree day between Northern Sweden and Southern Sweden, where heat/deg.day is much higher, can be explained in part by wind and by heating habits (Anderlind et. al.

* Munther and OK add a certain number of degree days to actual to account for hot water preparation; we prefer to estimate hot water energy use and subtract this. But as Munther points out, the temperature dependence of heating depends on the deviation in the weather from a normal year factored into the entire heat needs of the house, not just those measured as "heat". Munther observes that for single family dwellings the free heat from occupants and the sun about balances the energy consumed for non-heating purposes that is not captured by the building shell. Therefore a useful approximation to the true temperature dependence of single-family dwellings lies in multiplying the entire climate factor by the total energy consumed in the house (heating fuel plus appliance electricity). All of the extra heat needed in a colder than normal year comes from the nominal heat source, and all of the savings in a warm year accrue to this source.

Finally, the absolute size of the heating bill in homes paying directly for heat should have an impact on consumption, the so-called income effect. In extremely cold periods consumption tends not to follow climate, while in very warm periods people pay less attention to conservation factors. Homes with very good insulation should be expected to be heated to somewhat higher temperatures, since insulation reduces the cost of heating. These economic factors suggest that a simple engineering correction is not quite correct on theoretical grounds. The quantitative role of these factors, however, remains uncertain. Since this study relies solely on archived data or surveys it is not possible to measure them all. Therefore, we use the adopted engineering correction, inviting readers to use other methods where appropriate.

In all, the uncertainties introduced herein are probably small. The correction herein is large than that applied by SIND/STEV, since only half of the variation in climate index is used by them. However, the difference only amounts to about 5% of total consumption in the coldest (or warmest years). Since the changes over 10 years are much larger, we deem these differences unimportant.

A.4.3 Heating Systems

The definition of heating systems is very important to the study, particularly for comparability with other countries. In this study central heating (CH) means

A heating system consisting of a central heat source and an air- or water-borne heat distribution system leading to almost every room,

or

a heating system using permanently-mounted electric baseboard heaters in a majority of the rooms of the house.

While very tight houses may be heated fully by one or more small point heaters, we do not consider point heaters (small stoves, portable electric heaters, room heaters) as central systems. Similarly, there appear to be several thousand homes heated by electric heaters in only a few rooms. These may be counted as "electric heat" in utility data yet non-central heat in the census. We show these as non-central systems. We believe that our comparisons of central heating among countries are reliable, except that some countries do not define electric resistance or storage heating as central, and such systems are not used to heat the house fully in these countries.

We assume that all unoccupied MFD are heated, since it is virtually impossible to keep individual apartments colder than the rest of the building. Even the small number of unoccupied SFD are heated somewhat.

Sold fuels are often ignored in policy discussions, where "other" refers to all heating with any fuel.²⁶ Central systems using wood and coke were once common in Sweden, although coke has nearly disappeared. However, wood-fired boilers have reappeared, and the use of wood as a principal fuel in multi-fuel boilers has increased dramatically. Unfortunately wood is not counted in the "official" energy statistics, but the patterns and quantities of use are covered by Energistatistiken för Småhus. Indeed, boilers that can use more than one fuel (oil and wood) are increasingly common. Roughly 80% of the boilers in single family dwellings could have used wood in 1977; about 33% did by 1982. Additionally electricity can be used in many fuel boilers. Thus it is no surprise that the use of second and third back-up fuels has become very common in single family dwellings. This means that there is a difference between "principal heating system" and "heating system(s) used"; the word "fuel" may also be used in these expressions.

We believe that most of the questions asked in sources on heating fuels and systems in the 1960-1975 period lead to unambiguous interpretation of the fuels and systems used. The overlap with secondary use of electricity or wood, common all through the study period, was small between 1970 and 1977, and can be estimated from surveys from that period. In the SIB 77 data (kindly analyzed at our request by S. Hammarsten, SIB), for example, less than 4% of the SFD using either electricity or oil as the main heating fuel in 1976 also used wood or electricity as a second fuel, although fully 23% of those using wood as a main fuel also used electricity.

These small fractions increased rapidly, however, as the price of oil increased and as taxes on the use of one's own wood were removed. In calculations for 1978, onward, we try to take into account quantities of fuel consumed in one- and multi-fuel systems as well.

A.4.4 Fuels

To discuss energy and homes, we must discuss the fuels (including electricity) that are delivered to this sector, the structure of the sector, the equipment that converts these energy forms into useful services, and the kinds of services themselves. Fuels as discussed herein include electricity, oil products including kerosene, wood, coal, coke, and related products, city (manufactured) gas, and district heating, consisting of hot water delivered to buildings from large systems, usually publically owned, that typically supply many different and unrelated properties with hot water, and may or may not co-produce electricity as well.

There are also some minor uses of diesel fuel and LPG for heating and cooking that we have ignored. Additionally, there is confusion between coal/coke and wood, since all can be used in similar equipment. Finally, it is difficult to define the difference between a "heat central" (kvartercentral), which we take to mean a central heat plant for a group of related dwellings, and district heating. Because most of the heating systems used in Sweden employ water as the distribution medium, it is found that a large number of families living in apartments -- and even some building administrators -- may not actually know what kind of fuel was used to prepare the hot water. We believe, however, that the distribution of heating systems by fuel types, as given herein, are accurate enough for estimating residential energy use and its changes, and for showing the boundaries among oil, solid fuels, electricity, and district heating. As will be shown, coal/coke systems have lost importance continually, and city gas never gained more than a small share of the market.

A.4.5 Efficiency

In discussions of energy use it is common to discuss the efficiency of energy conversion (from fuel to heat or service), particularly when different sources are compared. In this study all energy use is measured at the building boundary, so-called delivered energy, excluding conversion and distribution losses outside of the building. However, some of the secondary losses in district heating systems between local or private substations and buildings are inevitably counted in the sales to residential customers, even if the losses take place outside of the building. Delivered energy, or "end-use", (sw. leverade) is the quantity that the user sees and usually pays for. Delivered energy includes all the calorific quantity of each kind of energy

Primary energy (sw. primära), which includes energy lost in conversion and transmission of district heat and electricity, is also calculated. This is because primary energy represents more accurately the total burden on society from energy conversion. In some representations²⁷ primary energy is calculated for each year by adding up the total consumption of fuels and hydro-power in the entire electric system; the ratio of primary to end-use energy thus varies. In this study we have standardized and simplified our calculations, so that electricity is counted at $1/0.346 = 2.89$ times its end-use value, a figure representative of the entire OECD, while district heating is counted at $1/0.75 = 1.33$ times its end-use value. This is because we are primarily concerned with changes in energy use affected by the consumer, not by the energy supply system itself. Of course, a national accounting of all energy uses takes all changes into account.

The difficulty in using either of these two measures is that each tends to skew the relationship between fuels burnt in the dwelling and electricity or district heating. A third measure, "useful" or "net" energy (sw. netto), is helpful when aggregating these energy forms. In useful energy we attempt to adjust consumption for losses in combustion and distribution of heat and hot water in buildings. Unfortunately, these losses have never been measured in a statistically representative way for the entire dwelling stock; they are only engineering estimated reflecting small numbers of measurements. However, the uncertainties are probably small compared to the gross differences that arise between the counting of delivered fuels and electricity or district heat only as either primary energy or as secondary energy.

While a discussion of efficiency of conversion is outside of the scope of this work, we list some typical conversion efficiencies:

Electric Heating: Direct 100%; water boiler 85-90%; air boiler 70-90%.

Hot-Water: Geyser (gennemströmnings apparat) 100%; boiler 80%.

COUNTED AT 100% EFFICIENCY HEREIN

Oil,gas SFD: Space heating 65% (>75% in new)

boiler Water heating ~50% (25% in the summer)

MFD: Space heating 75-85%

(higher in centrals, but greater transmission losses)

Water heating: 60-75% (50% in the summer)

COUNTED AT 66% EFFICIENCY HEREIN

Wood/Coke SFD: Space, water heating 55%

Boiler MFD:

COUNTED AT 55% EFFICIENCY HEREIN

Solid/kero, SFD: Space heating 45-65%

gas stoves MFD

KERO AND GAS COUNTED AT 66%, SOLIDS AT 55%

DH SFD: Space, water heating 80% including local losses

MFD: Space, water heating >90% including local losses

COUNTED AT 100% EFFICIENCY HEREIN

(note: in some discussions we have used somewhat lower efficiencies for cooking, 33% for fuels, 50% for electricity)

What is not included in these estimates are the circulation losses in hot-water systems in large apartment buildings, akin to idling losses in autos. Hot water

produced in main boilers in the summer is actually considerably less efficient. Solid fuel boilers are counted with 55% efficiency, while all stoves are counted with 55% efficiency, although their efficiency in heating rooms depends on their construction and venting. District heating is given 100% efficiency, ignoring losses within the building as in the case of other hydronic systems. For simplicity, electricity is counted at 100% efficiency herein for heating and hot-water. As the number of hydronic systems with electric boilers increases this approximation will become less suitable. However, in all cases we have ignored the heat losses from hot-water storage tanks. For cooking, 50% efficiency is assumed for gas and wood, 75% for electricity. Using these assumed efficiencies, useful energy can be calculated from delivered energy.

A.4.6 Behavior

Behavior is an important determinant of energy use, both through choice of equipment and through its use. Lundström²⁸ and Gaunt²⁹ have shown that behavioral factors --- family size and age structure, hot water using habits, household occupancy --- are important determinants of energy use, and virtually all economists would agree that these determinants are in turn influenced by prices and incomes. Behavior is both a determinant and an outcome of the energy-use picture of a household.

When the delivery efficiency of a given system is folded into the price of the fuel, the marginal cost of using that system is determined. This cost tends to be the most important factor in determining short term behavior of occupants. Long-term behavior is influenced by family size, bathing and cooking traditions, heating habits, educational level and ability to modify energy systems to lower costs, and of course prices and incomes. Thus there is no a priori amount of consumption that is "correct" or normal across different families, fuels, and dwellings. It is theoretically incorrect, therefore, to use uniform engineering estimates of energy use, corrected by engineering efficiencies, to arrive at consumption from some estimate of "needs", because "needs" depend on economic criteria, such as costs and incomes, and costs depend on efficiency.

A.5 DATA SOURCES

Before 1977 there were no regular assessments of energy consumption patterns in the residential sector ("bostäder") and the commercial sector ("lokaler") in Sweden.* We were forced therefore to look for original data from a variety of sources. Our surveys and interviews in Sweden revealed several distinct sources for residential energy use, some of which proved to be very interdependent. Some data represented "rules of thumb", not measurements. In many cases, however, we found that crucial raw data were and are still available that describe the development of residential energy use. Moreover, there are many experts in Sweden still active whose technical experience can be drawn upon to allocate known flows of energy carriers to the various end uses. Thus we concluded initially that the data base for an overview of residential energy use in Sweden could be re-assembled.

These data include the distribution of energy-using systems among dwelling types, estimates of unit energy consumption or total consumption, and other characteristics of the dwelling stock and equipment. They give clues about the consumption of fuels when specific consumption is known; at the same time they point to the use of more than one fuel or heating system in certain kinds of homes. The kinds of heating systems--by fuel type, by dwelling type, and by quality (i.e., central or non-central) have changed over time. This information is vital to understanding the changes in consumption that have taken place over the past two decades. These data are not found in energy balances, and must be gathered from a variety of sources and authorities. We discuss first the official government sources, then others.

A.5.1 Official Statistics.

"Official" statistics are of two kinds, those produced by central and local government bodies, and those produced by energy authorities and certain trade associations, which are recognized nationally. They may or may not be published, and may or may not be confidential. There are also many important "inofficial" data, such as sales records of other energy companies.

A.5.1.1 Government Energy Statistics

Sweden, like many countries, has always kept energy balances. ÖEF collected data on the deliveries of oil products, with strong memories of Sweden's dependence on England and Germany during World War 2 and the oil import problem that arose after the Suez Crisis of 1956. Oil use in the "other sector" was classified under

* This situation likened those in most other countries. Only in France was end-use broken down by fuel and purpose, through surveys.

"Fastighets Uppvärmning", heating of property [buildings], and data for this use are presented regularly by Svensk Esso's yearly fact sheets ("Oljeåret i Siffror 1964-). The "Kollagringsmagasinet" recorded data on sales of solid fuels by type (coal, coke, briquettes) to residential customers, although the data were kept confidential for many years. The Statistiska Central Byrån (SCB) records deliveries of fuels by type with some regard to customer type; through 1974 residential deliveries of oil, solid, and gaseous fuels are mixed with those to other buildings, but even after 1975, when separate categories for single- and multi-family dwellings appeared, there remained a significant and fluctuating "other deliveries" column in these reports. Additionally, deliveries of liquid and solid fuels are clouded by the variation in stocks. Thus it is difficult to determine actual consumption, just as it is difficult to decide to whom products were delivered.

Network fuels, like gas, district heat, and electricity, cannot be stored, so sales should represent consumption. District heating production, and its flow to the buildings sector was noted, as was the use of fuels to produce the heat (and associated electricity) in official reports. Electricity sales were recorded by larger economic sector, and, as of 1960, consumption in homes (farm and non-farm) was always noted separately in the Central Bureau of Statistics publications. From the mid 1960s residential consumption was further disaggregated by whether or not the subscriber had electric heating, the number of subscribers was noted, and collective or high voltage deliveries were noted separately as well. Finally, a separate row in the data appeared after 1964 for sales of electricity to "building administration", ("Fastighets Förvaltning"), which encompassed principally the uses of electricity in apartments in corridors, washrooms, garages, and other collective spaces. We considered 25% of this consumption as "residential", and so add it to our estimates. Gas sales to residential customers with and without heating were recorded after 1976.

Unfortunately, readers should be warned that neither the true nature of "residential subscriber" nor the size of the "subscriber" are really well determined. District heating subscriptions are by building, not by apartment. While collective deliveries of gas and electricity to apartments are so noted, the buildings may include commercial activities, just as deliveries to commercial buildings may heat and light true principal residences. We believe that the uncertainties that arise over the definition of the number and kind of subscribers are less than 5% for single-family dwellings (except for the overlap in electricity subscriptions), but as great as 10% for apartments. However, we believe that the overall uncertainty in total energy consumption that issues is less than 5%; the greater uncertainties lies in the difficulty in allocating energy use among user types.

A.5.1.2 National Board of Industry

Recent important studies have appeared in connection with the energy forecasts from the Energibureau of Statens Industriverk (SIND), now Statens Energiverk.^{30 31 32 33} SIND/STEV has taken the lead in analyzing the pieces of official data that are found in energy delivery data, housing data, income data, and so forth. These estimated total amounts of each energy source consumed in the residential sector, and some breakdown between apartments and single-family dwellings, for the years 1970-1977, using a few practical assumptions. Electricity and District Heating are shown separately, while solid fuels are lumped with oil and gas when energy use/dwelling is discussed. These figures, always based only on official statistics, were probably the best estimates of residential energy use available until new surveys that began in the late 1970s provided more accurate information.

More recently, estimates of wood consumption have also been included in the SIND work. An internal memo written in 1978³⁴ discusses aspects of wood use, giving estimates back to 1970. A more recent publication (SIND 1979) revised the 1975 consumption figures and included 1977 consumption figures, divided by heat/hot water, other electric, and including data on shares of heating by fuel. SIND's 1980 forecast contains much improved historical data on both the entire "other" sector (1965, 70, 73, 77-9) as well as on the residential sector alone for the last few years. Separate studies on wood use and city gas give a few details of the role these fuels have played in recent times in the residential sector. Recently Lars-Göran Carlsson³⁵ has studied the use of multiple fuels for space heating and estimated wood use. As a result of Carlsson's work, the total quantity of each energy source can be estimated, and more accurately allocated by end use. While SIND/STEV data are not "official" in the sense of being primary information, they are the most often cited by the government

A.5.1.3 Direct Surveys of Households

The weakness of data sources reviewed heretofore is that they do not measure consumption in households. Since 1975, however, the Central Bureau of Statistics (SCB) has revised and upgraded national official energy data. A preliminary survey covered heating systems and responses to the energy problem was undertaken in the year 1975.³⁶ SCB then initiated four massive surveys of building and household energy use each year, now covering around 7,000 SFD³⁷ and a large number of apartment buildings,³⁸ non-residential buildings,³⁹ and several thousand households as well.⁴⁰ These surveys are documented with information about error intervals, non-respondents, and comparisons with other surveys, as well as with surveys from previous years.

These surveys can be assembled to show residential energy use. ESH contains consumption of oil, wood, and electricity (for homes heated with these sources) and dwelling size, as well as "heated area" for non-farm dwellings, and all these quantities save electricity consumption for farm dwellings. EFH contains heated areas (with and without parking and commercial space in residential buildings) and the intensity of heating for DH, oil, purchased heat, and some electricity. EFH for 1982 gives numbers of dwellings, as well, allowing computation of average size by vintage, and by fuel. EL contains similar information for non-residential buildings, including the proportion of residences contained therein. ESH measures houses, EFH buildings, and EL buildings.

The HEA survey is somewhat different, measuring responses of households. Heating system information is classified differently, and the answers are somewhat different than those from ESH for SFD. HEA provides data on stocks of appliances that match well with utility surveys. HEA also contains information on quarterly oil and electricity use, including electricity use in homes not using electricity for the principal heating fuel. Since Swedish utilities read meters yearly, HEA provides the best seasonal consumption data. However, the oil-use figures per SFD are considerably lower in HEA than in ESH, and the total number of households in the HEA population is considerably less than the number indicated by the 1980 Census. We have not been able to resolve these important differences, which were greater in the surveys of 1980/81 than in 1978/9.

A.5.2 Data from Energy Companies

An important source of data is that from energy companies. These data fall into two classes, those few data published in yearbooks or other statistical summaries, and those collected but never published. Some key studies were commissioned from opinion institutes like Svenska Institut för Opinionsundersökningar (SIFO) or AB Testhuset. We review some of these sources here.

A.5.2.1 Oil and Heating Structure

Though Swedish oil companies do not as a rule publish studies, many of them have studied the heating market carefully. Svenska Esso publishes data yearly on deliveries of oil to buildings, gasoline, and so forth. Olja Konsumenterna (OK) has assembled a long series of data covering oil heated single family dwellings from 1972 in all climate regions. These data come from their automatic delivery register, and include only customers with a record of regular usage, and so tend to exclude those with sporadic or major use of secondary fuels. Comparison with the 1978 ESH findings⁴¹ shows that the OK sample is representative of oil-heated single-family dwellings (including duplexes), and therefore may be used to construct

nationwide averages for oil heated dwellings during those years. Only in 1981 did the effects of secondary heating fuels appear to distort the OK data.

Unfortunately, the OK archives contained no information from before 1972. However, K. Åstedt, at Esso, became interested in our work, and after a thorough inspection of Esso archives and his own notes, he discovered not only estimates of heating oil consumption but old surveys of heating systems carried out for Esso by the Sv. Feijermästernas Riksförbund, the Sw. Association of Chimney Sweeps, covering 1957, 1962, 1965, and 1968. These studies were never really completed. However, Åstedt pieced together information from them and from an early government report, EK-67,⁴² to correct EK-67 for an important error in the numbers of dwellings. Thus Åstedt reconstructed the oil market for SFD from 1962 to the late 1970s. Svenska Shell (private communication) provided some summary data on oil-heated dwellings as well. Two utility surveys (see below) completed the picture in the 1960s.

However, a clear picture of the situation in the 1970s did not appear until Svenska Shell and BP arranged for the release of the yearly surveys by SIFO taken for various subscribers in the oil industry. These unpublished surveys, both "Bostädernas Uppvärmnings Förhållanden" (through 1971) and "Oljeindex" (which formed part of SIFOs regular consumer investigations after 1970) covered the entire 1970s with a sample of 1000-1500 homes drawn from the population of single-family dwellings.* SIFO asked respondents about oil consumption. While the data may only be indicative of average oil consumption, the SIFO responses covering fuels and heating systems must be considered as the most accurate and consistent for the period. The SIFO surveys tend to agree with others from overlapping years. Moreover, careful examination of surveys from later years reveals the increasing number of households using two or even three fuels. Furthermore, the overlap of electric resistance heating with other systems is also discernable. The 1981 SIFO results match well ESH81. Unfortunately, the use of district heat, and local heat centrals was lost in a category called "circulating water, someone else takes care of the system", so there was some uncertainty as to how to divide these two groups. For MFD this confusion is certainly understandable. Nevertheless we conclude that the heating market for single-family dwellings is well documented from 1960.

*They were obtained after securing special permission from SIFO and the oil companies that sponsored them. We acknowledge the cooperation of Karin Larsson Toll of SIFO, Svenska Shell and Svenska BP for helping find the material, and of Energiforskningsnämnden, who provided support for the author to analyze these surveys.

A.5.2.2 Gas

Unfortunately, there exist virtually no data on the use of gas before 1976 in official publications. One recent study of the gas industry (SIND 1976) did review 1975 data. After repeated inquiries the Svenska Gasföreningen (Sw. Gas Association) kindly sent out a questionnaire to all member gasworks (Stockholm, Göteborg, Malmö, Norrköping, Helsingborg, Eskilstuna) detailing our request for data on equipment and consumption over the years. To our surprise information was forthcoming immediately from three of the above-named municipal companies. The other three sent data after lengthy discussions about the nature of our project. Taken together the responding companies for account for more than 95% of all city gas customers and consumption. This consumption in the early 1960's represented an appreciable fraction of all residential energy use, particularlyly fuels.

Most gasworks could classify their customers by type: cooking only, cooking plus hot water, heating, central heating or some combination of these. Similarly, consumption in different kinds of classes was known in a few cases, particularlyly for Stockholm and Malmö. The figures we provide probably reflect the best reconstruction possible, although there is some suggestion that we have overestimated the use of gas for apartment heating; responses in surveys tend to overlook gas, suggesting that its role was very small. Information as received through 1981 is contained in a supplementary file that can be made available to interested researchers.

A.5.2.3 Solid Fuels (including Wood)

Data on solid fuels are sparse. Our initial estimates of consumption were based on estimated numbers of wood and coke-based heating EK-67. More recently, however, we obtained very detailed time-series data on residential use of coal and coke, from the "kollagringsmagasinet". While the category "residential" is somewhat uncertain, we believe that it is useful for estimating total consumption of different kinds of coal and coke fuels. Our bottom-up estimate of consumption for 1963--1965, based on unit consumption data found in EK-67, came very close to the data on deliveries contained in the delivery time series.

Information on wood, on the other hand, is even more scarce. This is unfortunate, since as late as 1960 nearly 2/3 of all SFD reported some kind of wood-based primary or secondary heating to SIFO. Wood was counted in EK-67, but wood use in the "other sector" as estimated by ÖEF counted only purchased wood, which was only a small part of the total.*

* This can be seen by comparing the bottom-up estimate of wood use from EK-67 (Tables 27 - 29, for example), with that reported by ÖEF and given in EK-67 on page 99.

A variety of informal estimates on residential wood deliveries --- here defined as wood removed from forests -- have been made by SIND based on studies of forests and some surveys.⁴³ More recently wood consumption has been detailed in ESH, where respondents give consumption by intervals (i.e., 1-5 m³, etc.). Certainly these volume estimates are subject to subjective and systematic errors, as is the conversion to calorific units (4.5 GM/m³ loose fill). However, a very exhaustive study of wood use in Norway⁴⁴ measured wood piles and found good agreement with quantities given by respondents. Both the Norwegian as well as Swedish figures measured bottom up tend to agree with estimates of removal of wood from forests; in both cases these figures are roughly 3--4x larger than quantities reported as "sold".

Should wood use be counted? We think so, in spite of inaccuracies in measuring the quantities consumed and the heat produced. First, the number of homes with wood as the principal or only boiler fuel is increasing sharply. Equally important, the drop in wood use through 1975 was a consequence of the rise of oil and electricity. Finally, the use of wood as a secondary fuel explains perhaps 20% of the total change in oil use in single-family dwellings, and accounts for some of the irregularities in the use of electricity. Without wood, use of these fuels would be higher, or people in Sweden would be somewhat colder, as our study of Denmark (with far less wood) suggests. Thus wood represents an important part of the overall consumer response to higher oil prices and other concerns about energy use. But wood use is concentrated to rural areas, and often goes unnoticed by government or academic experts living in large metropolitan centers!

A.5.2.4 Electricity

The annual Electricity and District Heating reports of SCB⁴⁵ have become more detailed through the years; consumption in homes with and without electric heating, on farms or non-farms, in SFD or MFD (with or without individual metering of apartments) and in other categories, are now given. The definition of customer type, including that called "electric heating", varies from utility to utility. There are certainly homes with electricity as the principal or only source of heat that are not listed so, and vice versa, and probably some homes that have been converted to vacation homes with electric heating as homes that have been converted to vacation homes with electric heating as well. With some minor corrections, however, we considered these series authoritative for obtaining total electricity consumption.

In addition to the official yearly reports on electricity sales we encountered a series of surveys carried out by Centrala Driftledningen (CDL, Central Board of Management), Vattenfall (VAT, Sw. State Power Board), and Förening för Electricitetens Rationella Användning, (FERA, or the Association for Rational Electricity Use). These covered estimates of appliance ownership and heating structure at two to five year intervals between 1960 and 1979. The presence of electric hot water

heaters and portable electric heaters was also noted in most of the surveys. Some estimates of annual energy use were also available. Information from these surveys has always been referred to in other reports, but the detailed surveys themselves were never published in their entirety. Sources at CDL, SIND, and Vattenfall provided the detailed original cross-tabs of surveys.

The electric power industry has also taken careful note of the changes in heating systems. R. Askerlund of Vattenfall, the State Power Board, found much older material from their own surveys of electricity use that illustrated further the breakdown of heating systems by type in 1964 and 1969, (the "FERA" surveys) as well as from 1971, 73, 75 and 79, the "VAT" surveys. The last three years were analyzed by Carlsson⁴⁶ while Gunnar Larsson at Vattenfall made a partial analysis of the 1971 survey. Gradin⁴⁷ analyzed the 1964 and 1969 (FERA64 and FERA69) surveys in detail. Eventually all the original material was made available to the authors.

The Vattenfall surveys take careful note of the use of electricity in combination with other fuels/systems, and most of the original tapes/cards remain. The 1964 FERA survey covered hot-water and cooking systems in detail, and prepared cross tabs of these uses against heating system. Even non-central heating systems were broken out by fuel and type. The details of heating system and hot water were restricted in the later surveys. Appliance ownership was recorded with great detail, however, and all but the 1969 survey asked about the presence of electric hot-water heating. Some of the studies (1969, 1971) collected data on actual consumption, but attempts to relate consumption to other variables (income, location, equipment, house size) were not very successful.

A.5.2.5 District Heating

The Swedish Association of District Heating Producers (Svenska Värmeverksföreningen, VVF) has kept careful data on the production of heat and electricity from each of its member companies since the 1950's. Fortunately we were given a complete set of VVF yearly reports covering each heating year (July-June) from 1959. In more recent years VVF data include breakdown by large customers and single family dwellings, in earlier years only the total sale of heat. Distinction among commercial buildings and residential customers is not made, but estimated. Average price paid by residential customers is also available. Unfortunately there is no actual register of the numbers of apartments that use district heat, only the numbers of buildings that subscribe. Therefore the figures presented should be taken as approximate.

Since 1974 SCB has collected and improved this information.⁴⁸ Moreover, a variety of other surveys covering heating systems can be used as a check; careful manipulation of EFH 1980 showed that the number of apartments with district heat

according to EoF checked with that given in EFH, if the average size of apartments with DH is taken to be about 10% larger than those with oil, as indicated by the number of rooms/dwelling in the 1980 census.

It should be noted, however, that there are problems in the definition of district heating, which is customarily defined to include public and semi public systems covering many blocks (or entire cities) with combined generation of electricity and heat a usual feature. Moreover, many surveyed households cannot distinguish between DH and block centrals, since they do not really see the source of the heat in their radiators. Even among the SFD that have district heat there is confusion with block centrals. Moreover, some DH is certainly sold by non-members.

From the VVF point of view, the number of subscribers is always known, but not the number of dwellings in each building or at each subscription. They estimated the number of dwellings for us from the pre-1974 period using a rule of thumb. Unfortunately, many apartment buildings have as much space devoted to commercial activities as to dwellings, which confuses the VVS estimates.

A.5.3 Government Commissions

Since the late 1950s government commission reports ("Statens Officiella Utredningar", SOU) have appeared that covered various energy issues. Each covered residential energy use in increasing detail, though only the earliest study tried to use original surveys to break down heating consumption in great detail. The most important of these are

Sveriges Energiförsörjning 1975-1985, prepared by the Dept. of Finance, 1967; (called EK-67 herein)

Energiprognosutredningen: Energi 1985:2000, prepared by the Dept. of Industry, 1974 (SOU74:64,5, called EPU)

Energiberedskapsutredningen, 1975. Energberedskap för kristid. (SOU 1975: 60,61, called EBU).

Energikommissionens Betänkandet, prepared by the Dept. of Industry, 1978 (SOU 1978:17) The section "Energi beparing i Bebyggelse", summarizes many existing studies of the residential sector.

Konsekvensutredningen, prepared by Dept. of Industry, 1980 (SOU 1980:X) Contains an analysis of electric heating.

Energihushållnings Delegations Betänkanden. Report of the Energy Conservation Delegation. Prepared by the Dept. of Housing, October 1980. (EHD)

Elanvändningskommitteen, 1980. El-och Olja (ELAK). Prepared by the Dept. of Industry, 1980.

Each of these contains some original data and many references to published and unpublished data. The earliest study, EK67, was based on a detailed study (FERA 64) not repeated in connection with a subsequent commission. In some commissions, it is difficult to follow the methods of analysis, retrace or recover all of the inherent assumptions, and, as pointed out above, to separate different sources and end uses from each other. In SOU 1978:17, for example, elaborate tables appear in the appendices for the residential chapter giving heating and hot water by single and multiple family dwellings, but not a breakdown of the number of units having each man source. It is thus impossible to reconstruct the assumptions on fuel use per dwelling by fuel without guessing at shares. At the same time this document contains a very frank passage in the beginning acknowledging these difficulties.

A.5.4 Published Surveys and Studies

An important set of investigations have been carried out by the Swedish Institute for Building Research (SIB) in Gävle.⁴⁹ These investigations studied energy related properties of buildings, consumption characteristics, and the results of energy conservation investments. The structure of heating systems, fuels, and some characteristics of hot water systems were determined for the year 1977, with some information covering fuel consumption available for earlier years. These studies are notable for their development of methods of evaluating the statistical accuracy of consumption studies, and methods for selecting buildings for study. Furthermore, they included actual inspection of buildings, estimations of the thermal properties of components, size, and other important characteristics of heating systems that mail or telephone surveys cannot cover. Hammarsten made all his original data available to us and performed some key analyses at our request.

The results of this work at SIB have played a key role in the evaluation of energy conservation stimulated by public loans and grants.⁵⁰

Other research sponsored by Byggforskningsrådet (Council for Building Research) includes many attempts to trace energy flows in major communities around Sweden, mostly by using existing delivery statistics. In most cases source types for heating are mixed and no metering or surveying is used to break down use further, save for some surveying of the ownership and use of appliances. These studies are difficult to use for generalization to the country as a whole and contain little historical material.

There have been some attempts to measure consumption in particularly tracts or groups of homes,⁵¹ or to measure the results of retrofit studies or tests of new equipment (Anderlind et. al.). They have proven to be very useful.

A.5.5 Utilities

Many electric utilities have kept observations of groups of electrically heated (or district-heated) homes over the years. We have examined many time series provided by Malmö's Energiverk, as well as time series provided by various utilities for a report on electrically heated homes.⁵² A report by Andersson and Fjällström⁵³ also details long time series of consumption in a group of single family dwellings. Thus there are many sources of data on single-family dwellings using electricity or oil.

A.5.6 Apartment Cooperatives

The largest apartment cooperatives (HSB, Riksbyggen, and SABO [Sveriges Allmännyttiga Bostads Organization]) who together administer around half of all the apartments in Sweden, maintain records of energy consumption over many decades. It is possible to obtain yearly consumption of oil or district heat over a long period for buildings in various parts of Sweden. We examined records for an entire stock (Riksbyggen), a large number of buildings in Kristinehamn (HSB), and the records of single buildings in various parts of Sweden. None of these firms administered many buildings that used other than oil or district heating; this may reflect their size and ability to raise capital to modernize heating plants, in contrast to smaller buildings privately owned or buildings owned by municipalities. Their records represent a valuable source of information that could be used to piece together apartment energy use; data from energy industry sources tends to be more applicable to single-family dwellings alone.

A sample of these buildings; chosen for size, location, and vintage, could be made up to represent all apartments in Sweden, then we could use this sample to work consumption in apartments back to 1960. Bengt Hammargren of Riksbyggen (priv. comm.) notes that his firms' buildings have become steadily less energy intensive, suggesting that averages for every few years must be taken, rather than an average figure per apartment or sq. meter being used for the entire period 1960-75.

New data from HSB make it possible to follow several thousand apartments in the same buildings since the late 1960s. Additionally, HSB and Riksbyggen administer enough row-houses to allow study of energy consumption in these types of dwellings.

A.6 SYNTHESIS OF HISTORICAL DATA

To synthesize historical data on residential energy use, the following procedures are used. First, the evolution of the dwelling stock by type and size is charted. Vintage data, while not used herein, are available all throughout the study period. We estimate the size of dwellings in this part of the work. Then the stock is broken down by heating system and fuel, and other equipment where known.

Next, energy usage is estimated. For oil, total consumption is derived bottom-up from stocks and unit consumption. For electricity and district heating, unit consumption is derived from stocks and total consumption (top-down), with some exceptions. For gas, consumption is estimated on the basis of the partial information supplied by the gas works. For coal and coke, unit consumption estimates from EK-67 and consumption totals from Kollagringsmagisinet for all years are combined with stock data to show consumption patterns. For wood use, estimates from EK-67 are combined with information on structure to reconstruct consumption through 1977, by which time more detailed surveys are available. In this way a picture of the evolution of structure and intensity of use is developed.

These figures are then broken down by function. Hot water is split from heating by assumption, based on the data in EK-67, EBU, and a variety of other studies. Electricity consumption in homes with and without heating/hot water are compared to estimate each of these components. Hot-water and cooking electricity consumption are broken out after estimation from various documents. Electric appliances are presented as a residual electricity consumption. Once structure and intensity has been established for each use, fuel, and year, an energy-use matrix for that year can be established. In this matrix the total consumption of each fuel, uncorrected for climate, is shown, with as much detail to structure as possible given in the table. The matrix reveals all of the ingredients of each year's consumption that have been measured, derived, or assumed by this or other studies. These matrices are then summarized through the use of indicators, which show the four main energy uses aggregated over fuels. Indicators can be followed over time to study the aggregate behavior the number of consuming units, and the unit consumption are shown, with of the population.

The overview does not break down different classes of consumer by income or climate, nor do we separate consumption by house vintage, family size, or age. Such breakdowns are possible with the data we have seen, and are discussed or shown in ESH and HEA.

A.6.1 Housing Data 1960-70

In earlier work we reported data on the housing stock and its evolution (1960-1979) in a variety of OECD countries, including Sweden.⁵⁴ This study included principal residences only, excluding summer homes and part-time residences. From the Swedish censuses (FOB) numbers of dwellings and number of occupied dwellings were derived; mid-year averages are interpolated by this study for years through 1972, and by SIND for succeeding years. These figures, suitably updated, are used herein.

Where known the number of households or occupied dwellings is noted, although most dwellings in Sweden are heated whether or not occupied. Single-family dwellings (SFD) include farmhouses, detached, semi-detached or row houses, double houses, and chained houses. Multi-family dwellings (MFD) include apartments and dwellings in buildings with mixed purposes. Excluded are institutional households, student homes, and other living arrangements, housing about 2% of the population that are rarely captured in energy consumption data anyway. People per dwelling by two housing types is given in the census; disposable income from SCB is divided by the total population (a slight error, since we excluded non-households from our count of dwellings) or total numbers of dwellings to get income indexes.

Other things being equal, heating demand depends nearly linearly on floor area. Floor area in this study is defined as inner living area, or "bostads (lägenhets) yta" (ly) in Swedish. This is net area, measured inside. Gross area is called "våningsyta"(vy). We found data from 1970 and 1975 based upon property taxes that gave for that year the average size of dwellings (ly) by period of construction.⁵⁵ From this data and rough knowledge of the size of all removals from the stock, based upon knowing the number of rooms per removed dwelling we reconstructed backwards in time the likely evolution of the size of dwellings by type. We arrived at a figure of 91 m²/dwelling for single family dwellings in 1960. This compares with a value of 89 sq meters/dwelling, obtained if the known figure of rooms per dwelling in 1960 is multiplied by the average size per room, which has been roughly constant at 20 + 1 sq. meters over the past two decades.⁵⁶ By 1970 size had grown to about 105-110 m², by 1980 125 m².

All these figures refer to dwelling area. This differs from heated area, "uppvärmd yta", and excludes heated common areas in apartments, like stairwells, and excludes garages and cellars in single-family dwellings. Actual heated areas according to more recent studies (ESH and EFH) are about 20-25% larger in SFD, and 10 - 12% larger in MFD, where garages, collective spaces, and some offices are counted. Both ESH and EFH measure both net and heated area, facilitating comparison with earlier studies or data from other countries.

In detailed work it is important to examine carefully the area of dwellings according to heating source. SIND 1980, using ESH, found a difference in the size of single family dwellings heated by oil, electricity, and wood, as well as combinations thereof. Moreover Carlsson (priv. communication) has been able to trace the changes in dwelling size by fuel type over time.⁵⁷ He found that the largest dwellings were those most often to reduce energy use or employ a backup fuel. Measuring changes in heating use requires at least an approximation of the size of dwellings by heating types, in case there have been conversions or additions to the stock that may affect the average dwelling area, and therefore heating demand.

Additional data are available from the SIB 1977 study, and from FOB80, since heating systems and home areas (or rooms) are both known. From the former, dwelling areas and volumes were measured; from the latter the number of rooms (and taxation area) are known. Our estimates are shown in Table 2, for 1977. (Data for 1982 for MFD were very close.) The most important differences are that SFD with solid fuels and non-central heating are always smaller than the remainder of the stock. In MFD, homes using DH were somewhat larger than others. From FOB80 we also extracted the number of people/dwelling by system, which can be seen to vary somewhat as well among types. When sizes were published in EFH, it was seen that the values (in m^2 /dwelling) agreed very well with the approximations made herein.

There are other details of the housing stock that may be important in causing changes in heating fuel use over the past decade. The number of degree days was determined for each kind of dwelling and each principal fuel for 1976 and shown in Table 1. The size and heating equipment of each part of the stock is a function of its age (FOB 80, ESH, EFH), and the thermal characteristics vary with age as well (Hammarsten et. al.). The conservation patterns of SFD households is also a very sensitive function of the age of the dwelling (Schipper et al. 1984 (Ref. 11)). These details may complicate any investigation of residential energy use, yet they may account for anomalies in energy use that reinforce or reduce changes caused by conservation. With these caveats in mind we review and reconstruct the heating structure of the Swedish building stock from 1960 through 1980.

A.6.2 Review of Heating Structure Data

The official quinquennial censuses (Folk och Bostadsräkningar 1960-5, called herein FOB) gave only information on the presence of central heating by dwelling type, but no information on kind of heating until 1980. FOB-80, however, contains a wealth of details on principal heating system, but no direct indication of actual fuels consumed.

We turned instead to the many private surveys carried out since 1957. The 1964 FERA survey gives some valuable breakdowns, based upon a survey of several thousand homes carried out by a renowned survey firm. Other surveys were used to establish principal heating system, and, where possible, the number of homes using wood or electricity as a complementary fuel. From 1978 onward the use of multiple systems and multiple fuels is well documented. In general surveys asked whether the household used direct electric heating, a central boiler, or an "other" system (which usually meant non-central stoves). In 1964 the kind of "other" stove was revealed; for later years little information was apparent, so we could only guess the rough proportion of wood, kerosene, gas, and coke (in that order). For answers "boiler" or circulating hot water, the respondent usually knew what the fuel was if he/she lived in a SFD, but was less certain if living in MFD. Almost all surveys revealed multiple answers, both to the breakdown of system type, and to the fuels used within boilers, although this answer only became significant in the late 1970s. This ambiguity reveals the importance of the combination of electricity and wood stoves throughout the study period.

Generic rules: The numbers of dwellings and numbers with central heat were always taken from FOB or mid-year interpolations. As best is known, heating systems and fuels were determined by answers to questions in surveys through 1974; after that time there is increasing ambiguity between "main system" and "main fuel", because of the presence of two systems or two fuels in one system. These were adjusted to reflect mid-year averages, particularly in the case of year-end subscription totals given in EoF.

Oil-fired systems dominate, and include block centrals ("kvartercentral"). We assume kerosene was used only in stoves.

District heating system data come principally from VVF. District heat, block centrals, and central heating in apartments are perennially confused by survey respondents. Through 1974 district heating figures were removed from oil using information from VVF. Where conflicts with surveys arose it was assumed that the excess number of DH-heated apartments were really block-centrals. These were classified with oil. After 1974 the numbers of dwellings were always taken as mid-year averages of end-of year numbers of dwellings given in EOF. These estimations are consistent with data from EFH for later years if relative amount of area heated by DH is transformed into numbers of dwellings using the relative sizes given by SIB--77 or FOB-80. (See SIND 83 for a further discussion.)

Gas structure was derived from data from individual gas works. There is no clear division between central and individual heating in apartment buildings.

Figures for coke/coal were taken from surveys and adjusted for the presence of non-central heating based on assumed unit consumption for central heat and data on

deliveries from kollagringsmagasinet. Where "solid fuels" was given as a response in a survey, wood was assumed to be the residual.

Electric heating was deduced from SCB yearly reports and from memos by R. Askerlund.⁵⁸ Electric heating as a customer class was used as a guide but not as an automatic determinant of principal heating form. Figures in the tables include electricity classified as central and non-central. Ownership and use of electric resistance heaters was always greater than number of customers because of the use of electric backup heat as well as use of electricity as the principal source in only a few rooms, or with wood stoves or tile ovens (kakelugnar) as back-up. For recent years we can reconcile the number of heating customers with the number of dwellings using electricity as the principal fuel.

With these considerations we have established time series showing the development of central and "non-central" heat through two decades. These are given in Table 3. These series will be used to establish consumption figures where consumption totals are not well known. These figures were derived as follows.

1960. Very rough figures were estimated from an SCB internal memo (SCB71)⁵⁹ and limited information from a SIFO memo contained in FERA 64 and FOB. The SIFO memo indicated that 63% of SFD used some kind of wood; we indicate our estimate of homes using wood as a supplement after a + in the non-central row for wood. We found the original SIFO survey and used the information contained to clear up uncertainties.

1963. Figures were initially estimated by EK67 and re-estimated by SCB71 and then by Esso for this study, based on the FERA64 survey. These studies used data on new dwellings in 1963-65 to work FERA 64 backwards and forwards. However, EK67 overestimated the numbers of dwellings by overestimating new SFD and underestimating removals. This mistake is noted in a footnote but not reflected in any of the numbers in the tables. BP⁶⁰ analyzed the 1963 heating structure, but the number of SFD appear too high, and the share of CH is too low. The number of kerosene-fired dwellings was given as 26,000, which seems much too low compared with FERA 64. The oil use/SFD, less than 120GJ, was extremely low compared to all other estimates, which were of the order of 160GJ. The BP MFD estimates, on the other hand, agreed with those from other sources. The SCB-71 memo was also consulted.

1964. Figures were re-estimated by this study from original FERA material, based on the revised figure of 2.7 million dwellings. Multiple fuel use was estimated from the large number of wood-heated dwellings and 11% more responses to questions of heating systems. FERA64 included much detail on non-central heating systems and fuels. The figures for coke-fueled systems seemed high and were reduced somewhat.

1965. This year was extrapolated from FERA65 by Esso, BP, and by ourselves, adjusted to FOB65 data on dwelling numbers and central heating. EK67 estimates were considered as well. The SCB memo was also consulted.

1968. Figures were interpolated from FERA64, FERA69, some data on oil-heat from Esso, BP, and SCB71. Electric heating data were taken from the R. Askerlund memo. The SCB memo was also consulted.

1969. FERA69 was used for stock data. The split of non-central heating was guessed, since FERA69 contained no data on fuels for these systems. Kerosene was estimated from deliveries to resale outlets. FERA69 noted their figures for apartments agreed well with those from SCBs "Hyresundersökning 1969". Electric heating data were checked against the R. Askerlund memo. A small number of electric systems were classified as "non-central", in part because the counting of all the electric heating in FERA69 as central and principal leads to much greater CH penetration than is evident in the 1970 census. Data comparing incomes, homes size, and location for oil and electricity were especially detailed.

1970. Structure for SFD was determined from a SIFO poll. For MFD, FERA69 and VAT71 (below) were used for interpolation. Based on the SIFO poll, it was clear that coke use disappeared much faster than wood. Non-central systems were guessed, assuming that the use of coke all but disappeared in these systems. District heating figures given in SIND 82 ⁶¹ were considered too high and were adjusted downward.

1971. Structure for SFD and MFD was derived from SIFO 1971 and agreed well with VAT71. The excess of electric heating in VAT71 was attributed to overlap with both water-borne fueled systems and with wood stoves. Separate electric hot-water systems were noted in VAT71.

1972. Structure for SFD was determined from SIFO; data given in EPU74 were considered too aggregate to be reliable. The data for electric heating were checked against the Askerlund memo and SIND, noting that some users fell under the non-CH category. District heating figures were taken from SIND. Data for MFD were interpolated from VAT71 and VAT73; some information from SIFO72 (actually taken in Dec. 1971 and January 1972) was also useful.

1973. VAT 73 was used for all dwelling types and reconciled with SIFO for SFD.

1975. The number of dwellings from the census (FOB) was adjusted to mid-year average by SIND. VAT75, and SCB75 were used to arrive at figures for both SFD and MFD. SIB76, which covered all dwellings built through 1975, was also used to determine 2-family dwellings, multiple fuel use, sizes, and location (by climate) for the stock. SIFO75 was used as well for SFD. VAT75 seems to indicate

only a small (<5%) use of wood, oil, and electricity combinations in boilers but a substantial (~15%) use of electric resistance heating in combination with boilers or wood stoves. A large number of "don't know" responses in all surveys were taken to indicate district heating, which was derived separately from EoF and SIND. Electric-heating figures from EoF and SIND were modified somewhat to reflect the category "Electric plus other system" apparent in the VAT75 survey. Some gas data were available from gasworks and the 1976 SCB Gas Statistics.

1977. SIF077 was used for SFD, because ESH77 covered only non-farm dwellings. SIB-77 was reanalyzed, and indicated that only 5% of the oil-fired SFD used wood as a second fuel, and an even smaller fraction used electricity. 10% of the electrically heated homes used wood for a second fuel, while 14% of the wood-fired homes used some electricity (and 2% some oil). SIB-77 also revealed the heating structure of 2-family dwellings. MFD were derived from EFH77. Some gas data were available from gasworks and the 1977 SCB Gas Statistics.

1978. SFD data were derived from ESH78, which covered a sample population of only 1.402×10^6 houses built before 1977, as compared to 1.525×10^6 dwellings based on interpolation of FOB75 and FOB80. The difference consisted of those built in 1977 and 1978 and a large number that reentered the stock through rehabilitation between 1975 and 1978. 40,000 homes built before 1940 that were rehabilitated by 1978 (60,000 by 1980 according to the census in 1980) were added as principally oil, non-central wood, and electricity. New SFD not included in the ESH78 sample were estimated from data on 40,000 new homes⁶² built in 1976, 1977, and the first half of 1978. SFD with boilers not using wood, oil, or electricity were assigned coke. 70,000 two-family houses, the figure given by SIB77, were assumed to be 65% oil, 7% wood, the rest heated with electricity (close to the SIB-77 figures for 1976 and the SCB estimate made for 1982); the numbers of second dwellings in these houses were added to the ESH78 data, although it is not certain to what extent ESH did or did not count consumption.

SFD not using boilers or electric systems and not using wood, oil, or electricity were assumed to use gas, kerosene, or coke. Multiple-fuel users were noted. Homes using wood without boilers were considered non-central; those using wood and electricity boilers considered central with wood as the principal fuel, otherwise electricity. Some of these were classed as non-central heat. SCB data on gas were also used. The results of this estimation agreed with SIF078.

MFD were derived from EFH and EL 1978. MFD without oil, electricity or district heat and not with gas were assumed to use kerosene or wood. Electric and district heating figures were reconciled with SIND. SCB data on gas were also used.

1979. These figures were interpolated roughly from 1978 and 1980 and from sources covering 1979 similar to those used for the neighboring years. HEA provided more structural information, and both HEA and VAT79 gave ownership of appliances. SCB data on gas were also used.

1980. For SFD, ESH80, FOB80, SCB data on gas, district heating and electricity, and SIFO data were used. Multiple-fuel users were noted. Homes using wood without boilers were considered non-central; those using wood and electricity boilers considered central with wood as the principal fuel, otherwise electricity. Some of these were classed as non-central heat.

ESH80 covers a population of only 1.35×10^6 homes, adjusted for two-family homes. FOB80 indicated 1.626×10^6 SFD, of which 1.61×10^6 were estimated as the mid-year stock and 1.6×10^6 were occupied. It was found that FOB80 (or ESH) contains about 50,000 more SFD built before 1940 than FOB-75; this suggests a large number of older homes were renovated, considering that there were likely 15,000 removals from this vintage during the period. 50,000 two-family houses were assumed to be 35% oil, 2% wood, the rest heated with electricity, and added to the population, as with the ESH 78 data. The remaining number of dwellings not counted by ESH 80 were estimated from data on new homes, SIFO, and ESH81, which covered all dwellings existing in 1980 that survived to 1981. A similar procedure was followed for MFD.

1981. SFD and MFD data were derived from ESH81 and EFH81, checked for gas, DH, and electricity with SCB data, and compared with SIFO-81. Both ESH81 and SIFO-81 covered multiple systems and fuels. Data cover all dwellings built and occupied by 1980, and so provided a useful check on 1980 figures as well. A detailed appendix describes the method and assumptions used for 1981.

EFH 81 covers about $5.7 \times 10^6 \text{ m}^2$ more area than EFH from previous years because of new sample definition. This means that between 50,000 and 75,000 dwellings not counted before are included. Since EFH is used to arrive at oil consumption, this means approximately 2-3 PJ of oil counted herein that was not counted previously, making comparison of total oil consumption tricky. Similarly approximately 2 PJ of DH was not counted previously. Thus for comparison with 1978 and 1980 these quantities of oil and DH should be ignored.

1982. Data on SFD were estimated consistent with methods for 1981. A special estimate of two-family dwellings⁶³ placed their numbers at 57,000 and estimated distribution of fuel used that was close to that of the Fastighets och Taxerings Register.

Data for MFD were made available late in this study. Since the 1982 EFH included information on numbers of dwellings, it was straightforward to derive 1982 structure for MFD, using approximations for wood (other minus gas minus combined systems).

Based on the above notes, the figures in Table 3 were derived for the entire 1960-1982 period. Some adjustments were made to eliminate unlikely jumps from year to year. The rise and fall of kerosene-heat, however, was confirmed by delivery data, and the increase in wood systems after 1975 confirmed by nearly every source.

Several points are worth noting. The fall of coke is reflected in delivery data, confirming our suspicion that wood was far more important. It is interesting to note that in 1972 only 80% of the fuel-heated SFD used oil, in 1981 90%; these are denoted "other" in SIND reports or EPU but in fact were mostly wood. The rapid rise in oil in SFD, between 1960 and 1972, is spectacular, yet occurred in Denmark and Germany as well. It is also interesting to see that the rapid increase had all but ended by 1973, as electricity (SFD) and district heat (MFD) took most of the new dwellings. However, the absolute number of oil-heated dwellings did not begin to fall appreciably until the 1980s.

These figures show that Sweden had a high standard of heating in 1960, much higher than in other countries. Wood was still extremely important, but gave way to oil and then electricity by the early 1970s. After the first and second oil shocks the share of oil began to fall, as in other countries, while the share of wood increased. The shares of district heat and electricity, which were rising anyway before 1973, increased faster through 1980, after which DH rose less rapidly (in MFD), and electricity more so (in SFD). In all, the speed of conversion to oil, then away, is remarkable.

A.7 ENERGY INTENSITY AND CONSUMPTION

Even without precise data on equipment it is possible to examine data on energy use that almost certainly took place in the residential sector. Using equipment data for solid and liquid fuels allows a more exact determination of total quantities consumed. We review such information, from various sources, here.

EK67 estimated unit consumption by fuel and dwelling types for 1964, presumably corrected to normal climate and clear of stock variations. We give those estimates

herein, and add our own for kerosene, gas, and district heating.* These data are shown in Table 4. The conversion from physical to energy units is given in the table. The share of dwellings using the same fuel for central hot-water (HW) as for heating is given. About one fourth of the electric water heaters were in dwellings using a different fuel for central heating; most of the rest were in homes without CH.

Discussions with EK-67 participants suggest that the values for major fuels were estimated by the working group of EK-67 as consensus estimates; data were provided by apartment companies, oil companies, and others. While not exact, these estimates make useful starting points for analysis of developments in the 20 years that followed. For reviewing these data by fuel. Note that the consumption per dwelling will depend on whether the dwelling also has a hot water system. FERA 64 indicated the penetrations given in the table, although we had to guess the breakdown between SFD and MFD.

A.7.1 Development of Oil Use

The structure of oil use for heating and hot water was shown above, in Table 3. Many assumptions had to be made before structure and intensity could be combined to give estimates of total consumption. Recall that these are estimated "bottom-up"; a good discussion of the implications of top-down delivery data is given in SIND 82.

EK-67 gave 4.5m^3 of E01 as the average use for an SFD, and 2.1m^3 of E01-5 for MFD. In energy units these figures are roughly 160GJ and 78 GJ respectively. Esso suggests they rise by 1972 to about 4.6m^3 (163GJ) for SFD; Riksbyggen also finds about a 5% rise in this period in MFD. SIFO figures give about $4.6\text{--}4.7\text{m}^3$ (163-167 GJ) /SFD for the 1970-72 period. OK finds 4.73m^3 (Munther 1980) for the 1972/3 delivery year, corrected to normal weather. This rise of 5% in 10 years is small, considering the increase in dwelling size and incomes and decrease in real oil price. However, we note that the fraction of oil-heated dwellings with hot water was not 100% in the early 1960s. According to FERA, about 90% of the homes with oil heat also had hot-water in 1964; we assume this figure had risen to 100% in 1970. Considering all uncertainties, we believe that the consumption figures are realistic.

* These are based on estimates by EK-67 for coke and wood for non-central heat; for DH we estimated from information provided by VFF. The figures are useful as guides; they are not exact.

From 1972 onward we can use the OK figures given both in Munther 1980 and supplied directly by E. Barreby of OK. These figures reflect so-called "automat kunder" who do not use a second fuel (except possibly in the summer), and who do not use more than 10 or less than 2.5m^3 per year. In nearly all of the 10 OK regions a consistent reduction in use is seen between 1973 and 1980. The figures for 1978-1980 agree well with those from ESH as well. If the reduction occurred only in the forest regions of Sweden we would suspect wood was the main cause.

Unfortunately, OK figures do not take into account eventual use of wood or electricity. Barreby explained that automatic customers who used second or third fuels would be identified by their irregular needs, and be rejected from the register: They are not supposed to use backup fuels, except in a few summer months.

Beginning in 1981, however, the OK figures appear seriously distorted by the use of wood, since for that year alone the ESH figures for "only oil" are about 5% higher than those from OK. This difference increased in 1982. Moreover, the distortion is greater in rural areas served by OK. Finally, the difference between the average consumption of all OK SFD "automat" clients and only those in the limited range is greatest in the woody areas of Sweden, where the "all" group consumes less. We believe that this demonstrates conclusively that the OK customers do use wood, but that those represented in the $2.5\text{-}10\text{ m}^3/\text{yr}$ group represent "nearly-only" oil users through 1980. But before 1978 the number of SFD using two fuels appear small. Thus we believe that the figures given here can be multiplied by the number of homes heated with oil to give total consumption, through 1980.

After 1977, several sources of data are available to chart oil consumption. Homes using only oil and those using oil and wood (or electricity) are examined separately, and their consumption diverges. This divergence is taken into account when oil data are summarized. After 1980 we use only the ESH oil consumption data, since the regular OK customers diverge from "only oil" users. However, the OK customers are still representative of the group "only oil/predominantly oil", ie, oil or oil + wood. Only when the HEA 1981 data are examined is there serious disagreement, probably because HEA, ESH, and OK define "oil user" differently.

To update the EFH surveys for dwellings built after 1977 we assume that the few new ones used 20% less oil than older SFD. We set consumption of SFD heated by centrals as the same as those in own-boilers, the higher efficiency of centrals being offset by distribution losses within the distribution areas.

For MFD we use EFH from 1976 onward, but find that the figures are quoted in oil/area, not per dwelling. We estimate area/dwelling by fuel from FOB80 and SIB77, as well as by comparing district heating data from different sources. EFH can then be used to add up total oil use (including centrals), provided allowance is made for the few new apartments that use oil. Consumption/area in EFH for block centrals agree with that for own-boilers, if we assume an 80% conversion efficiency. Since

EFH did not measure the total consumption of oil in centrals, we substitute the intensity of oil use in oil-heated buildings multiplied by the area heated by centrals. In this way total oil use from 1976 onward is obtained. Recall that EFH 81 covered a greater population than in previous years, even after new dwellings are included, so oil-use figures may be 2-3 PJ higher than for a comparable population in earlier years.

To estimate kerosene use, we noted that about 35% of the sales of "lys och eldnings fotogen", between 1975 and 1980 were through retailers, strongly suggestive of residential use. However, there is a clear surge in kerosene use between 1962 and 1969 that suggested increased popularity of that fuel, indicating that perhaps a larger share of kerosene sold was used for heating in those years. Therefore we assumed 40% of all kerosene sales were to residences, with a slightly higher share during the 1965-70 period, when the number of systems was largest. We do not know how much kerosene was used as a secondary heat supply, or for lighting in unelectrified second homes. The breakdown between heavy and light follows that for the overall "other sector", and is only approximate; for years after 1977 the share of heavy oil in apartment and office heating is well known. We assume that block centrals are heated with a somewhat larger share of heavy oil.

Given these manipulations, we arrive at the figures for total oil use. We show in Table 5 our data on heating oil, which include some estimates of the breakdown between #1 (E01), #2-5 (E02-5), and kerosene. Other estimates are given in various SIND studies, and by OEF and SCB, but they do not break out the residential consumer. In the year tables we note the quantity of wood that most likely was used as a back-up fuel. Roughly half was used by oil users, the rest by electricity users. More details can be obtained from ESH.

The development of oil use was rather dramatic, increasing nearly three fold between 1960 (about 100PJ) and 1970 (nearly 300 PJ). However, it is clear that the increase in oil-heated area was the predominant driving factor; when wood is counted the increase in energy used for heating is much less. Note, too, that it appears that oil use began to fall, relatively speaking, compared to total energy use, somewhat before 1973, because an increasing share of new homes were heated with electricity or DH. This fall accelerated somewhat after 1973 and increased dramatically after 1979. These movements in oil use will be examined later. We turn first to the other fuels.

A.7.2 Development of Gas Use

We have obtained data on equipment and consumption from major gasworks covering the period 1960-80.* The consumption data are shown in Table 5. Most gasworks have kept data on the number of stoves, heating systems, and hot water systems, as well as miscellaneous appliances. Where available consumption for each class is also given. Data on stoves should be considered reliable, because there are hundreds of thousands of customers who have only gas stoves, the overwhelming majority of them in apartments. On the other hand, many utilities ceased to meter gas, using instead a yearly subscription independent of consumption. This system effectively counts losses in the network, rather than consumption at the point of use. By noting the consumption/appliance for earlier years, however, a good approximation to actual stove use can be made.

Since 1976, SCB records gas use in SFD and MFD with and without heat. For MFD, however, the number of subscribers is not the same as the number of dwellings, because central heating is counted as only one subscription. Therefore, we could only estimate the number of dwellings by apportioning consumption to heating (30 - 40 GJ/dw) and some hot water; there were roughly as many dwellings with central heat as without, judging from limited information from some of the gas companies, and there were some gas water heaters not attached to central heating systems.

For SFD, we assumed that every subscription was a dwelling. Numbers tend to agree with those from other sources, including the number of non-farm SFD in ESH that have central heat but not solid fuels, oil, or electricity nor DH. We assume that all SFD have stoves and water heaters as well. There were only a few hundred SFD with gas but no heating, which we assume have cooking stoves.

The overwhelming majority of gas consumers have only stoves; this has always been true. According to Erik Dahlberg of Stockholms Energiverk, specific consumption for stoves has fallen steadily, as fewer and fewer meals are cooked at home and as small electric appliances take over more and more cooking tasks at home, particularly where fast foods are concerned.

The number of gas hot water heaters and space heaters has always been small, but the consumption of gas for space heating still dominates total consumption even in 1982. Stockholm data show the presences of several other appliances, such as bunsen-like burners and even gas refrigerators, but we ignore these as being insignificant.

* While a small number of homes used LPG in the early 1960s, these disappeared, so LPG is counted with gas.

Because the gas survey is incomplete, we calculate total consumption for cooking, given in the year tables, and assume that 90% of the remaining gas is used for heating, half in centrally heated SFD and MFD, the rest in room heaters in apartments. This breakdown reflects actual survey data from Stockholm from the 1960s. The peak in gas use is clear; if the 1973 oil crisis had not intervened, gas use certainly would have increased.

A.7.3 Development of Solid Fuel Use

Data on solid fuels are extremely limited. We present summary figures from "kollagringsmagisinet", which separate residential deliveries of a variety of coal and coke fuels through time.* There is probably some confusion between deliveries to MFD and commercial buildings (larger purchases), as well as the perennial problem of stockage. Still, the officially reported figures for 1963-5 are consistent with the heating structure and specific-consumption figures given in EK-67.

For wood there are no reported delivery figures. Recently, however, there has been a revival of wood use, as reflected in surveys taken by SCB. In particular the use of wood as a primary fuel is indicated in over 8% of all SFD, while nearly 25% used wood as a secondary fuel. A memo written by SIND in 1978 discussed this issue and the difficulties in evaluating actual quantities of energy consumed. We give there our bottom-up estimates of wood and solid fuel use, from SOU 67, SIND77, and more recently SIND 79 and ESH. FOB 80 indicates that only 2,000 dwellings in apartments used wood or sawdust, probably amounting to at most 0.1 PJ. It is clear that wood use reached a minimum between 1973 and 1976 and thereafter began to climb again, reaching as much as 35PJ in 1981. SIND 82 notes that the estimates made using ESH are close to those now available from various forest authorities.

The unit consumptions assumed by EK-67 for solid fuels were shown in Table 4, above. Note that not all the central systems provided hot-water; according to FERA 64 only about 80% of those with solids did so, figures we assume to break out to 70% for SFD and 95% for MFD. These figures rise to 95%/100% by the mid-1970s. It should be recalled that SFD using solid fuels in 1964 (and more recently) tended to be older, smaller and less well-insulated than those built for oil and (later) electricity. Some data on these differences appear in the electricity surveys. Moreover, incomes of families using solid fuels are lower than those using oil; those with non-central heating lower than those with. Thus the differences in unit consumption between oil and other fuels, which are otherwise burned less efficiently than oil, are probably realistic.

* These were aggregated over several varieties and converted to PJ by LGC.

From ESH we can discern several classes of wood user today. First, there are several hundred thousand SFD using some wood (less than 10 m^3) in a stove as a compliment to other heating systems. Their consumption is indicated in ESH by system or by fuel used. There are also a few tens of thousands of SFD still using only a wood stove for heat. These answer "annat system" (other system, i.e., not a boiler nor DH, not electric heating) and "enbart ved" (only wood) in the ESH survey. Then there are wood users with boilers and no other fuel; their consumption is indicated in the year tables under central heat. Finally, there are those using wood in a boiler with oil or electricity (or even with electric resistance heating in elements). We assume that wood is still a complimentary fuel if used with oil, or in a stove with electricity in some form. Wood it is the major fuel if used in a boiler with electricity ($>20 \text{ m}^3$ wood/yr). In this way the ESH users "wood and electricity" are divided into respective main fuel classes.

It can be seen from our figures for the years since 1975 that back-up uses of wood as well as principal uses of wood have grown considerably. Although SIFO surveys indicated as recently as 1981 that wood users tend to have somewhat lower incomes and/or live in rural areas, compared with non-wood users, the use of wood is clearly spreading to all kinds of consumers. Still, dwellings using solid fuels in stoves or boilers are on the average older and/or smaller than other dwellings, and the family size of stove-heated dwellings is smallest. Thus it appears that there are significant differences among the different classes of wood-user as well as between users of wood as a principal fuel and users of other fuels. These observations are important to understanding the rise in wood use.

A.7.4 Development of Electricity Use

We show in Table 6 a summary table of electricity use, giving the principal end users -- farm, SFD (normally counted together as SFD), and MFD with and without electric heat (where data are available), Fastighets Förvaltning, second homes as recorded by SCB, and totals given by SIND for comparison. As a rule, "residential" consumption is defined herein as

SFD (farm) with/without electric heat,
 minus a quantity used for machines
 +SFD (non-farm) with/without electric heat
 +MFD with/without electric heat,
 including collective and individual
 deliveries
 + 25% of "Fastighets Förvaltning" or
 building maintenance, the collective
 use of electricity in stairwells,
 washing rooms, etc.*
 (These were extrapolated prior to 1966.)

These components are shown in Figure 2 where they can be separated; we give the net values consumption in farmhouses (minus equipment) and in building maintenance. Because of some double subscriptions (heat plus ordinary) and confusion between principal and secondary (summer) homes, the number of subscriptions does not match the number of households or dwellings in the census. We believe, however, that the error in assigning all recorded "residential" consumption to the actual number of occupied households is small; we try to disallow consumption for appliances in unoccupied dwellings. Since appliance surveys are based on households, not dwellings, this procedure is easy to follow, since the number of households is known. The greatest error is introduced in the uncertainty over the number of occupied MFD; these are heated, whether occupied or not, but little or no electric power is consumed if they are unoccupied.

The steady rise in electricity use before 1970 reflects mainly the acquisition and use of household appliances. After 1970 more and more of the growth is caused by the increased share of hot water. We believe that nearly all of the increase in electricity use since 1980 was caused by space heating or hot water. The shares of electricity in each end use are shown in Figure 3.

A.7.5 Development of District Heating

To reconstruct district heating data, we took data on total sales of heat by VVF. Since these data were available by city, we could, in theory, calculate the apparent load due to climate and, knowing approximately the heat consumed per apartment or SFD, calculate the number of dwellings --as opposed to the number of subscribers--for each city. In practice we simply assumed the average consumption

* LGC used 85% of Fastighets Förvaltning in his early calculations.

per dwelling given by VVF, 16,000 kWh (57.6 GJ)/apartment.* The total sales to apartments were estimated for each year (July-June) as between 59 and 65% of total sales by VVF. For 1965-79 their own estimates were available, but for 1960-64 we estimated the same fraction of total sales, 65%, in order to arrive at apartment DH consumption, and 2% of the total sales to calculated the small number of SFD.

VVF estimated the number of SFD customers by taking an estimated percentage of heat sales and dividing this by the "standard" house (57.6 GJ), clearly an underestimate, since other studies find about 70-100GJ/house. Comparison of SCB data with VVF data, or actual evaluation this higher estimate for specific consumption. Using this knowledge, and ignoring the changes in the size of dwellings over time (rather small for MFD), we work backwards to the year 1960 to find the total DH sales to SFD.

The sales figures are not corrected for weather. To make corrections for weather, we assume⁶⁴ that about 30% of the energy sold to MFD is used for hot water. We estimate that about 25% of the energy is hot water in the case of SFD. With these corrections for climate, we can thus estimate the total number of dwellings in each class of DH customer.

In the 1964 FERA survey DH and block-wide heating centrals (kvarter-centralen) that normally use oil were confused.⁶⁵ EK67 also failed to count DH separately, and even material provided by Shell and Esso counted DH with oil. Therefore we must use the data derived herein to separate DH from other forms of heating, particularly for apartments.

From 1976 onward EFH contains data on the use of district heating by floor area. Initially we found considerable disagreement in either the derived numbers for dwellings with DH or or total consumption; the fraction of apartment floor area heated by DH appeared 10% higher than the fraction of apartments using DH according to SIND and EoF. However, FOB80 suggests that apartments heated with DH are about 10% larger than those heated by oil, at least on a rooms/dwelling basis. When this difference is removed, and the differences between apartment area and total building area (excluding offices) are accounted for, EFH and EOF agree well. This agreement was reinforced by publication of dwelling area in EFH-82.

* By comparison SIND gives 57.4 GJ (climate corrected) for 1972, 58.6 for 1978.

A.7.6 Summary of Fuel Consumption Data 1960-1980

In Table 5 we summarized fuel consumption by type and calorific quantity. District heating and electricity are counted at their building-boundary values. These are shown as totals in Table 7. Additionally values divided by population and number of dwellings are calculated, and energy use is computed on a primary and a useful basis as well. Energy use per capita is shown in Fig. 4. We show primary, delivered, and useful.

It is clear that energy end use peaked in the early 1970s; that even primary energy use has fallen somewhat, and that energy use per dwelling, no matter how measured, has fallen considerably since the mid 1970s. This is a very important finding and will be discussed later.

Additionally we examined data for 1970-82 covering the entire "other sector" that were estimated by SIND, but not broken down by end use. These are shown at the end of Table 7; we have shown the residential fraction of the SIND series corrected by them for climate. (Shown at the beginning in Figure 1.) While there is some fluctuation the residential share tends to fall with time, reflecting the increase in commercial building floor area, relative to dwellings, in the 1970s. The climate correction that SIND makes for the entire "övriga" sector is not exactly the same as we make for homes. However, the differences are small, less than 2% of total consumption in the "övriga" sektor. The most important finding is that the residential share of "övrig" has fallen slowly but steadily during the 1970s and early 1980s. One reason is that floor space in non-residential buildings grew faster than in residential buildings during the last 12 years. Another reason is that the energy services performed are somewhat different. In the next section we reveal our analysis of the end-uses and services in the residential sector.

A.8 THE MAJOR END USES FOR ENERGY IN SWEDEN 1960-1980

Having reviewed the information on the use of each energy source, we present a summary of information on use of the breakdown of each source by purpose.* The major purposes are space heating, domestic hot water, cooking, and electric appliances excluding heating, hot water, and cooking. Recall that heating + hot water are measured together, as are electric cooking + appliances. Since these are almost never accounted for separately in the literature we have made assumptions about their separation. The assumptions and figures are discussed herein. Hot water is discussed first since it must be removed from the space heat/hot water aggregate. The calculations are summarized (in delivered, primary, and useful units) in Table

* Matrices for the years 1963, 1965, 1970, 1972, 1975, 1978, 1980, 1981, and 1982 are presented at the end of the text.

8.

A.8.1 Domestic Hot Water

There are few measured data on energy use for water heating, and no surveys of equipment and consumption that could be generalized to the entire population. The chapter "Rationing of Hot Water" in EBU reviews almost all studies through 1975, giving a rough estimate of net energy use for hot water for SFD and MFD. EBU acknowledges the importance of the number of people per dwelling, and EBU derives linear relationships between people and water use based on observations. Their consensus for hot water use--net--are for 1333 kWh/person in SFD and 1650/person for MFD. That the latter total is larger reflects the lack of metering. There is no attempt to examine the variations in income, household structure and size, equipment, or house vintage in applying these estimates to the housing stock.

Our estimates through time are shown in Table 8 and in the individual year matrices. We used EBU and other estimates as a starting point, and we accounted for rising saturation of central hot-water equipment. In translating these figures into building boundary energy consumption we should note that for SFD, DH and electric systems are considered 100% efficient -- ignoring small pipe and standby losses -- while oil is believed to be 65% efficient during the heating season and 25% efficient during the remaining three months. (See Munther 1980). As a result hot water energy consumption in 1972 in SFD with DH was assumed to be about 20GJ ; for electric heat around 18GJ/yr, with oil about 35GJ yr.* For MFD we assume 12GJ for electricity (mostly in the apartment, not in the basement), 20GJ for DH, and 22GJ for oil boilers, based upon 75% efficiency 3/4 of the year and 25% efficiency during the summer months.

These low summer efficiencies do not take into account the vacation period, but the winter efficiency figure ignores the obvious part load efficiency of the spring and fall months. Data from HEA for SFD in 1979 and 1981 suggest very large losses during the summer months; if the summer consumption were extrapolated from the 1981 measurements consumption would be 1.4 m³/yr or nearly 50GJ/yr!

These estimates as found in EBU were made from literature covering the entire period since WWII, but EBU did not draw any conclusions about the evolution of hot water use (or energy use) over time. In other countries hot water use per capita, in homes with hot water, has grown with increased income, washer and dish-washer

* Compare 18GJ and 33GJ respectively for Canada in Ref. 1.

ownership, and so forth.* However, the standard in Sweden was already high in 1960. It is not unreasonable to assume that the decrease in people/dwelling over 20 years about offsets the increase in hot water use/capita due to higher incomes and greater equipment ownership. Thus hot water use per dwelling for a given system is assumed to be constant in energy units over 10 years, falling gradually after 1975.

We will assume further that in the 1960's coke, wood, and gas-fired central-heating systems with hot water used slightly less energy for hot water than did oil fired systems, because families using these homes tended to have lower incomes and were smaller. Gas systems use gas water heater tanks, whose efficiency is not dependent upon the season, were assumed somewhat more efficient than for oil. We therefore adopt 30GJ/yr for coke and wood heated SFD, 20GJ/yr for coke and gas heated apartments, 24GJ/yr for gas fired SFD, and assume that non-centrally heated apartments and homes had either electric water heaters (4% of homes in the early 1960's) using the assume amounts for homes with electric heat. The remaining homes had no running hot water, as indicated by the census. We then add up hot water use over all centrally heated dwellings, add to this the extra electric water heaters. We assume that gas water heaters exist only in gas-heated dwellings.

We assume that wood and coke fired central heat are used hot water in proportions rising from those given in FERA64 to 100% by 1980. The total number of dwellings with running hot water is known from FOB. We assumed therefore that all the dwellings without running hot water were either MFD without central heat or SFD without central heat or SFD with central heat based upon solid fuels. However, FERA and Vattenfall surveys indicate that approximately 100,000 dwellings more than those with electric heat have electric based hot water. Thus part of the missing hot water--that not prepared by the same fuel as the principal heating fuel--comes from electricity.

What about mixed systems? SIB-77 examined homes that used different combinations of hot water but found only 3% of the oil-heated SFD using electric hot water systems (slightly more in summer than winter months). However, VAT75 contained some cross tabs suggesting that only 80% of the homes with electric heat had electric hot-water heaters. Thus the actual combinations of heating and hot-water systems are still somewhat uncertain, and growing more uncertain with the advent of two and three-fuel boilers. Unfortunately, only FERA 64 contained cross tabs showing hot water system/fuel vs. heating system, and then without regard to dwelling type. It is hoped that more details on hot water use can be gleaned from these surveys in the future.

* While clotheswashers in Sweden generally run from central water tanks, it is difficult to account for the changing number of hot-water using appliances in the Swedish building stock.

To estimate electric hot water use we can also rely on energy-balance calculations by Munther (1974), and Anderlind et. al. (1980), or estimates by Vattenfall (1983). These put consumption at about 4000 - 4500 kWh/SFD and 2500 - 4000 kWh/MFD. These amounts are removed from the heating use for electricity. Hot water for clothes- and dishwashing is counted in the hot-water figures; for electric hot water this means we have assumed 5,000 kWh/yr for SFD where other studies give 4,000 or 4,500 kWh/yr (cf. Anderlind et. al 1980; Munther 1974) In the total consumption for hot water, we include for electric hot-water heaters in non-electrically heated dwellings, approximately 100,000 dwellings in the early 1960s and again in the 1970s, according to available surveys.

We assume that by 1970 all apartments heated with oil or district heat have running hot water. FERA indicates that perhaps 10% of the apartments with oil heat did not have running hot water in 1964. VVF and the major apartment cooperatives estimated that nearly 1/3 of the total DH consumed in an apartment in Stockholm is for hot water, or nearly 19 GJ. The figures we give reflect our compilation of estimates over a range of years and companies.

A.8.2 Space Heating

We have removed hot water from the specific consumption figures for dwelling types. This permits presentation of time series of heating by dwelling and system type according to the sources discussed above. Recall that the sum of hot water and heating is much more certain.

Data from the 1960s are estimates for normal climate; those from after 1970 represent actual consumption adjusted to normal climate by our direct proportion formula discussed at the outset. For pre-1970 figures, therefore, the estimate is adjusted in proportion to actual degree days to give "uncorrected" consumption. Experience suggests that even large changes in assumptions about hot-water use, and consequently the non-climate part of consumption of fuels, has only a small effect on the adjustments made in heating use.

Our estimates for heating intensities are shown in the year matrices. The reader can see from the table that changes in the numbers of dwellings were the predominant cause of great changes in shares of total consumption of heating by fuels; we do not believe that unit consumptions varied as much. After 1973, however, unit consumption oil and later district heating dropped measurably, while unit consumption for electricity remained stable. Since hot water was removed by assumption, we can really only speak of changes in total consumption for both purposes, but we proportion reductions in oil use per dwelling among both uses in the year matrices.

Electric heating deserves special attention. By comparing homes of each type with and without electric heat, we arrive at a rough figure for heat + hot water and one for appliances. Since not all electrically heated homes have electric hot water, while some non-electrically heated SFD do have electric water heaters, and most electrically heated homes have no hot-water circulation pump for a boiler (400-500kwh/yr), this procedure is somewhat uncertain. Still it provides a robust first-cut and has been adopted consistently by SIND.⁶⁶ However, we have noted elsewhere that the stock of electrically heated dwellings has undergone great changes since 1965. Not until 1975 were the majority of SFD built for electric heat; the rest were conversions, mostly older, smaller, and leakier than the new homes. For most of the 70s, however, electrically heated homes dominated new construction. By 1980 as many 70,000 new and existing homes used electric boilers. After 1979 large numbers of oil-heated SFD were converted to electricity or to multi-fueled boilers that used electricity, and larger and larger fractions (>65%) of the new homes were outfitted with boilers rather than direct heat. Thus it is hard to compare intensities from the entire stock over longer periods, because the meaning of "electric heat" has changed so much.

While ESH permits careful study of the post-1977 situation, the situation before then remains cloudy. However, figures provided by Vattenfall for groups of homes over a wide area of southern Sweden, as well as a study by Träforskningsinstitut, show remarkable stability in the consumption of electricity in electrically heated homes. The stability of those figures is important, and agrees with Lundström's findings.

One important development is the use of wood, oil, and electricity in combinations. In 1981 nearly 1/3 of all SFD reported using at least two fuels, and at least 200,000 used these fuels in the same boiler. The use of small electric heaters as back-up in dwellings with any other source of heat was common over the entire study period, but the developments today are far greater in terms of energy consumed from the secondary fuel and its impact on the use of the primary fuel. The number of boilers that were used with two or three fuels increased rapidly after 1978. For years before 1978, the SCB, Vattenfall, or FERA data on the electric heating stock is fairly well determined, but what is not well known is how many of these homes use other heat sources. However, the number of multiple answers to Vattenfall surveys regarding fuel in boilers was small before that time. Through 1975, however, nearly half of all electrically heated homes were converted from other forms, and even after that data conversions still represented nearly one third of annual growth. It can be assumed that these conversions before the oil embargo replaced wood, coke, gas, in either central or non-central forms. Moreover, respondents in every FERA or Vattenfall survey indicated a substantial number of users of electricity with wood or other fuels. Thus the data on electric heating are approximate; some "electric" customers used solid fuels predominantly, and vice-versa.

This development makes determination of wood use difficult. Recently, however, SIND (SIND 1980) revised its estimate of wood use in the residential sector. They estimated, using ESH data, that one-third of all electrically heated homes used a significant amount of wood in 1978. This number grew after 1978. SIND suggests that these homes used about 40GJ/yr of wood, giving perhaps as much net heat as 25GJ of electricity. In fact these dual-fuel homes used about 15GJ less electricity than truly all-electric homes. A similar situation exists for one-third of all oil heated dwellings, where wood use is common. We discussed this aspect of the problem under the subject of oil use.

The number of SFD that used a second fuel in combination with oil in 1976 was small, about 5% of oil users, according to SIB 1977. Indirect indications from SIFO data tend to confirm this: The excess of responses over respondents increases slightly from 101 or 102 per 100 in the mid 1970s only in 1979 and 1981 to nearly 110. Thus the use of a second fuel has become most important only in the last few years, and wood is the dominant "backup" fuel. The use of electricity for a back-up to oil appears minimal, at least through 1978, but more important in combination with wood. Thus the most important multi-fuel combination from the period before 1978 is electricity and wood or possibly coke.

The use of electricity as a secondary fuel has been called "hidden heating" (dold elvärme), since the electricity consumed is usually not done so on the heating tariff. This use was always present to some extent because of the low relative price of electricity. Indeed, the number of SFD using electricity for heating, according to ESH, has exceeded the number of heating subscribers by increasing amounts each year for the past several years. Consumption of electricity in homes using also wood and oil or just oil (over 100,000 in 1982) amounted to about 10 - 12 MWh per house including appliances, less than that level making the heating tariff attractive. Similarly about 50,000 of the homes using wood and electricity used more than 90 GJ of wood in boilers, and likely a very small quantity of electricity. We believe that these homes, taken together, make up the 70-80000 "hidden heaters", consuming in total about 2 PJ of electricity in 1981; but this electricity is counted in the EOF data in the consumption of non-heating SFD, amounting to about 700 kWh/dw. We therefore reduce non-heating consumption in non-heating households by this amount (less in previous years, more in 1982) and add it to heating/hot water.

Table 8 includes estimates of heating energy use over time. Heating energy use increased slowly on a per dwelling basis through the early 1970s, then began to decrease, exactly how much depending on which kind of energy, "useful", "primary", or "delivered" is in question. However measured, heating and the sum of heating and hot water have clearly turned downward in Sweden after 1975. We return to this observation below.

A.8.3 Cooking

Cooking includes the use of stoves, ovens, and cookplates, but not other small electric appliances. Electricity, city gas, and wood have been the principal cooking fuels, with the latter two giving way to electricity. Wood stoves are still used in some rural dwellings, however. Based upon our knowledge of gas use and the surveys carried out by FERA and CDL, we present a summary of cooking energy consumption. During the 1960's electric stoves were more important in SFD, with larger families and therefore somewhat greater usage, than in MFD, where gas was important. By the late 1970's, however, gas stoves had begun to disappear rapidly, and electric stoves were found in over 90% of all dwellings, including apartments.

Data on unit consumption of gas are fairly reliable, because of the large number of apartments with only gas stoves. The drop in annual energy use for Stockholm reflects decreased family size, fewer meals taken at home, more fast foods, more electric cooking accessories. The data we use are representative of apartments, which account for most of the homes with gas stoves. For 1976 and onward the number of subscriptions without heating, and total consumption is published for all of Sweden by SCB.

Data on electricity are based on rough estimates over time by electricity authorities. They are biased by failure to estimate differences between SFD and MFD. The effect of smaller family size and fewer meals taken at home is not clearly measured. We could find no measured trend upwards or downwards in use/household, in contrast with gas, and we note that differences in the way devices were counted from year to year (ie, stove vs stove-or-oven vs stove and oven, or plate) influence both the saturation figures and the consumption/HH. We assume all-electric homes have electric stoves.

We have included an estimate of wood consumption in stoves. While the number of homes with wood stoves has never gone below 5%, most are not used full time. In the USA wood use in stoves may be as high as 20GJ/yr. We believe that the various intensities presented in the year Tables are representative of cooking energy use. Table 8 summarizes cooking energy use over time.

A.8.4 Electric-Specific Appliances

To estimate consumption of electricity for appliances it is necessary to subtract data shown above for other uses of electricity. Having determined average electricity use for all uses except heating, we take the consumption/electrically heated dwelling and subtract off consumption for stoves, hot water, and heating, using figures developed above.

In theory (so-called "conditional demand" theory) we should examine incomes and sizes of electrically heated homes, since their occupants might tend to consume more or less electricity for appliances depending on incomes. Also, electricity prices for homes with heating are somewhat lower than those without. Unfortunately, nearly every other experimental measurement of electric heating assumes certain key consumption totals -- those for non-heating -- rather than metering them over the years or at least reading meters in non-heating, non-vacation months. Anderlind et. al. (1980) and Munther (1982) nevertheless find that correlations between degree days and heating electricity, corrected for free heat from other loads, appear close enough to validate the usual assumptions that 4800 Kwh/yr for appliances (incl stoves) is consumed in SFD in 1978, 5000 in 1980. When these totals are corrected for a small amount of heating in homes without heating subscriptions (Vattenfall 1983; own estimates), they become the amounts shown in the Electricity consumption table, Table 6.

Making these manipulations leaves electric-specific appliance consumption per household, or consumption of electricity in appliances for which there is no substitute energy. Their saturations over a long period are shown in Table 9 and in Figure 5; unfortunately there were no data more recent than 1979 at this writing. For 1978 Vattenfall made a careful bottom-up estimate of consumption per appliances that indeed yields the approximate consumption per dwelling including hidden heat. The only missing use is that of hot water in homes without electric heating -- but this probably is counted already as hidden heat.

Given the good agreement found by Vattenfall, we believe it is possible to discuss appliances separately from other uses. To be sure, hot water in dishwashers and clotheswashers could be supplied by a central hot-water system using fuel, but this is not usually the case in Sweden. We ignore gas dryers and gas refrigerators, a few thousand of which existed in the 1960's.

Note that there are a few unusual items, such as automobile seat or engine block heaters and saunas, neither of which are appreciable in the US or in central Europe.

A.8.5 Vacation Homes

A recent study by Fredbäck⁶⁷ literature on energy use in vacation homes, and noted that most FERA surveys included equipment in vacation homes as a special question. Vacation home electricity has been shown in the SCB annual reports since 1964. Because of the coolness of Swedish summers heating use, particularly with electricity and wood, are significant. Moreover, an increasing number of summer homes are winterized and used outside of the "warm months". Given the lack of data on fuel use we record only the electricity used in these homes, which, according to Fredbäck, probably dominates anyway.

The potential importance of vacation homes lies in their absorption of a greater share of families' time, and therefore residential energy use. As use of vacation homes expands to include the non-summer months, more consumption here replaces use of appliances and hot water, and possibly even some space heating, in principal residences. We believe the impact of this substitution thus far has been minimal; as Fredbäck points out, the predominant use of energy in connection with these homes is for transportation to and from them!

A.9 ECONOMIC FACTORS

The foregoing material dwelt on a physical reconstruction of energy end use data based upon a variety of sources. We have used some economic judgement, however, in guessing consumption in some classes of dwellings that were smaller or occupied by families with lower than average incomes. In this section we review some of the important economic forces that shaped residential energy demand.

What about a more formal economic approach? It might be argued that knowledge of energy prices, family incomes, and so forth would be sufficient to determine energy uses. But elasticities of energy demand are properly determined after quantities and prices are determined. Our analysis determines quantities *ab initio*, but other analyses of demand in Sweden do not include much structural information. There have been many attempts to measure the price sensitivity of household energy use in Sweden, to which we recommend the interested reader.⁶⁸ Unfortunately, these studies did not use very much structural information, nor was either able to elaborate electric consumption data. Dargay (1980b)⁶⁹ discussed many of these problems.

We believe that a study of electricity demand must take into account the structure of demand, i.e., the numbers of customers using/not using electricity as the principal heating source. The reason is that the transition from no or few customers using heating (before 1970) to many, such that a majority of the sales of electricity go to heating, can really only happen once. Conclusions about the relationship between income and electricity use (latter increased much more rapidly than the former in the 1970s because of electric heating) must be guarded unless the rise and saturation of electric heating is modeled explicitly. We leave this matter for future research.

A complimentary approach is to use consumer expenditures on energy as a proxy for consumption when consumption figures are not known. This well known approach (cf. Pindyck)⁷⁰ interesting theoretically, since it may reveal what consumers are willing to pay for energy services. Nilsson (1982) tried this approach for Sweden. Unfortunately, large but varying quantity of heat and hot water is not counted as a consumer expenditure but rather buried in in rent, and large amounts of wood that

was not purchased, formed significant parts of residential energy consumption in Sweden. Therefore, consumer expenditures do not form a reasonable proxy for consumption.

Neither raw consumption data nor consumer expenditures tell us where and how energy was used. We believe that estimation of demand must take into account structure (conditional demand theory) as well as some measure of saturation. This approach is reflected in most of the judgemental forecasts from SIND, and from the recent CDL forecast of electricity use. The data presented herein may be amenable to formal estimation of residential energy demand over a longer period, provided the underlying assumptions are understood. Although we leave estimation to future workers, we review the most important economic factors, incomes and prices, as they may have influenced energy demand.

A.9.1 Energy Prices

In Table 10 we show the important energy prices for a number of key years, in current SEK. The value of the consumer price index in Sweden, (1949 = 100, and 1970 = 100) is also given. In addition to prices commonly found in the literature, we also give approximate prices for district heating -- almost never paid directly by apartment dwellers -- and the variable cost of electric heating, here estimated from material provided by Vattenfall. We also indicate the price for heating gas from Stockholm for a few years. These three prices point up the necessity of looking carefully at tariff and price structures in comparing energy costs, since the heating variable costs of these energy forms are significantly lower than the total costs or (in the case of gas and electricity) the cost of energy without heating. Figure 6 shows real prices for oil, coke district heating, household electricity, and the variable cost of heating electricity from Vattenfall's tariff.

The most important information in Table 10 is the changing relationship between the cost of oil and that of electricity for heating. The cost of oil rose considerably in 1974 and in 1979/80. By contrast, there were no dramatic increases in the cost of electric heating during the 1970s. For this reason it is difficult to expect great short term changes in the use of electricity, while oil use, by contrast, has fallen steadily. The price of a unit of heat delivered from oil at 66% efficiency was considerably less than that of electricity (at 100% efficiency) until the early 1980s, when these prices were similar. This has certainly encouraged people to switch to electric heat (from gas and oil) as well as to supplement oil heat with electricity.

Sweden is a unique country in that the coupling between energy prices and consumption is so weak. In apartments, only a minority of families -- predominately those with individual electric heating (about 40,000 units) or non-central heating

-- pay directly for heat and hot water. Moreover, only people living in oil heated SFD (or those who gather wood) see the immediate costs of heating and the consequences of conservation; those with electric heating are only billed against actual consumption once a year. Thus there is virtually no short-term price mechanism in the Swedish residential sector that could effectively cause sector-wide changes in energy use; only when rents are renegotiated, when new oil supplies are ordered, or when electric (or district heating) meters are read can the information about newer, higher prices be transmitted directly to consumers. There is other evidence, however, that energy prices are extremely important determinants of consumption, particularly in the long run. The drop in oil consumption in SFD (large drop, large price increase), compared with the drop in electricity use (less drop, small price increase) among dwellings with similar vintage is very suggestive of a price response.

Casual interpretation of the relationship between price and use can lead to counterintuitive effects. During the 1968-1978, period successive generations of new electrically-heated SFD appeared to use less and less electricity/m² floor area (ESH), yet the price of electricity for heating fell. Electricity consumption/customer did not fall, because the new homes were larger than the older (and leakier) conversions that made up the bulk of the earliest electrically-heated homes. Then when electricity prices begin to increase consumption/m² did not fall, because a concurrent rise in oil prices caused many conversions of larger and leakier homes into the stock of those heated with electricity. Clearly any attempt to measure aggregate energy price elasticity could not succeed unless unusual attention were paid to details of the housing stock. Such detail is now available from ESH.

A.9.2 Incomes

The development of income is important to energy use. Higher national income supports the building of more, larger housing; greater consumer expenditures on energy; and more expenditures on capital equipment to use energy. But higher incomes also support improvements in overall productivity of all processes (and vice versa), which permits greater energy efficiency. We already noted that the stock of homes has become thermally more efficient over the last 6 years, such that energy use for heating has not followed the expansion of heated area. Moreover, higher incomes permitted and encouraged the transition from wood to oil, and later to electricity, two forms more easily controlled than wood. Thus income growth stimulates both the propensity to consume more, and the ability to consume more productively. For heating these two counteracting trends almost cancelled; increases in energy use in the home came mainly for hot water and electric appliances.

Which measure of income activity is most appropriate to use, gross domestic product, personal consumption, or disposable income? GDP is certainly the best measure of society's ability to afford housing, since a great deal of housing capital expenditures are subsidized in Sweden. Private consumption is a measure of consumers' ability to pay for fuels and smaller energy-using equipment, but disposable income includes expenditures as well as consumers' willingness to save. Because residential energy use is so closely tied to capital equipment, and because that equipment is in turn tied to consumers' overall budgets, we believe that disposable income (consumption plus savings) is a slightly more accurate measure of consumers' ability to use energy than private consumption. We show in Fig. 7 all three measures, in per capita terms, deflated using the consumer price index (1970=100), from 1960 to 1982.

The three measures do not show any great divergence, although GDP grew somewhat faster than private disposable income through the early 1970s, then slower, as the government share of economic activity increased, then decreased.

After 1975, however, income, by any measure, grew more slowly, and almost not at all between 1978 and 1981. While most families had acquired important equipment, slower income growth inhibited equipment replacement -- although fuel switching did continue with some public aid. Housing starts fell as well, which, we know from the GMF project, meant that the rate of replacement of older houses with newer declined. Lower income growth, or decline (as was the case in real terms in several of the years after 1978) probably caused some consumers to use less energy with existing equipment, however.

It is important to bear in mind, however that there are at least three other "income" factors that should be noted in studying the development of residential energy use. The first is subsidies for housing, through interest rates. These are not measured directly as transfer payments. In 1981 they amounted to around 13×10^9 SEK, about 4% of household disposable income and about 1/3 of the gross fixed investment in residential buildings in that year. The second is the tax subsidy for investment interest, reflected in both housing loans as well as in loans for energy-using equipment. Since many energy conservation loans include subsidized interest, some of the tax benefits of loans are transferred to the 13 billion SEK figure noted above. Both of these channels serve to give consumers "more" housing and housing services; since the size of new homes is in practice limited by loan rules, much of this gift acts to improve the quality of living and concurrently the thermal quality of the building stock, probably saving energy.

The final factor related to income, that is often ignored, is wood. Wood consumption in 1970 was around 25 PJ, falling by about 50% through the mid 1970s, then rising steeply in both wood-fired boilers and as a secondary fuel. ESH surveys indicate that most wood is gathered, not bought. According to SIFO and FERA, low

income and/or rural consumers always showed the greatest preponderance to use wood, whether in stoves or in boilers, and wood users had the smallest houses. Clearly income constraints encourage this behavior.

But wood has an important and growing role among high-income consumers. We surmise that wood is used not simply to replace oil (and electricity), but to provide a source of energy that is tax free. This is because gathered wood is no longer taxed. A consumer in the 50% tax bracket would have to earn about 5000 SEK gross to be able to buy a cubic meter of heating oil for 2500 SEK, while he/she needs only free time to gather wood. We believe there is some evidence that the lowest and highest income groups do show the greatest incidence of wood or multi--fuel use. Thus wood use represents an important hidden income effect for both high- and low income consumers.

A.9.3 Consumer Behavior

Consumer behavior is an important determinant of energy use, particularly in the short run, and energy prices can be an important determinant of behavior, to the extent that changes in prices can be transmitted to consumers. We noted that only a minority of consumers pay directly and promptly for their own energy use. This means that we do not expect to see great changes in behavior in the short run, short of a widely recognized national crisis accompanied by appeals and/or threats of rationing or curtailment.

An additional characteristic of Swedish capital stock makes behavior more difficult to understand, namely the high efficiency of building shells and heating equipment. The economic benefits from short term reductions in energy use are small in Swedish homes because the homes are efficient. We expect a big variation in individual behavior (temperatures, hot water use, etc.) among families, since the benefits of adjusting behavior to save a few units of energy is relatively small. Fortunately the impact of individual behavior on energy use in identical homes is well recognized in Sweden. (Lundström 1982; Munther 1974) The scatter in family energy use among otherwise identical houses is well established. We believe that this scatter reflects the low variable costs of staying warm and, when appropriate, wet as well. Clearly systems that have even lower variable costs (like electric heat-pumps combined with very well-insulated homes) will stimulate less energy-saving behavior than those with higher costs, although well insulated homes require lower temperatures for physiological comfort. This means that we might find that some of the savings expected from newer technologies do not appear because the users "use" more of the heat, hot water, and fresh air provided by these systems.

Unfortunately there are no complete consistent studies of variations in indoor temperature or area heated, ventilation, or hot water use. Several measurements of electric heating indicating apartments in the late 1960s suggest were heated to 22-23C, which agrees with information from apartment companies. Surveys used for establishing heating patterns also asked about indoor temperatures since 1969. These tend to indicate that:

- * Single-family dwellings seem to have been heated to 21-22C before 1973;
- * The 1975 SCB (Ref. 36) survey based on 700 households reported about 20C in SFD and 21C in MFD.
- * The 1978/8 HEA survey suggests a slight upturn in daytime temperature, although ESK 83⁷¹ suggests there was also an increase in nighttime setback;
- * The 1980/81 HEA surveys reported a slightly lower distribution of temperatures.
- * The SIB temperature measurement (Ref. 24) found average temperatures of 20.3°C in SFD and 21.8°C in MFD, which suggests these temperatures have risen a little since 1979 and 1980, "crisis years". Unfortunately these surveys do not report temperatures in SFD by fuel; they do suggest few differences in homes of different vintages, which tends to suggest that newer, more efficiently built and heated homes are not heated significantly more than older, leakier homes.

The increase in frequency of night setback is confirmed by the data from AB Marknadsforskningen, which covered 600 SFD occupied by owners and heated with oil in the spring of 1980.

We judge that overall temperatures in centrally heated SFD and MFD were in each case somewhat lower than they were in 1973, before the first oil crisis. However, available information from other countries suggests that these temperatures were the highest in the OECD, considering that they represent most or all of the dwelling, and that night setback to below 18C is far less common in Sweden than in any other country.

A.10 SUMMARY

In the foregoing text we have reconstructed Swedish residential energy use and structure from basic data covering the period 1960 - 1982. The most important trends noted were

- * oil heating and oil use increased very rapidly through 1971, then began to decrease.

* Coke use declined during the period; city gas and kerosene use peaked around the beginning of the 1970s and, like coke, almost disappeared.

* wood use proved to be very important as a "swing" fuel, first yielding to oil or electricity, then replacing these fuels towards the end of th 1970s

The examination of data show that it is possible to reconstruct a reasonable portrait of changes in residential energy use in Sweden. With additional material we have collected or know to exist, this portrait could be sharpened to answer more questions about the state of energy use before the first Oil Shock, and provide a better understanding of subsequent changes. For more discussion, the reader is referred to the main text, to Schipper 1984, and to Carlsson 1983.

REFERENCES

1. Schipper, L., A. Ketoff, and S. Meyers, 1981. Residential Energy Use and Conservation. Indicators of Residential Energy Use and Efficiency. LBL 11741. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab. (Available from Nat. Tech. Inf. Service.)
2. Schipper, L. and Lichtenberg, A., 1976. Efficient Energy Use and Well-Being: The Swedish Example. Science 194 4 Dec. 1976.
3. See for example Saros, G., 1978. Energibesparing i Bostäder. SIND 1977:8 or BFR T25:1977.
4. Schipper, L., 1983. Residential Energy Use and Conservation in Sweden. LBL-14147. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab. To be published in Energy and Buildings, 1984.

See also Ref. 1.
5. Schipper, L., 1983. Residential Energy Use and Conservation in Denmark. LBL-14336. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab. Energy Policy, Dec., 1983.
6. Meyers, S., 1982. Residential Energy Use and Conservation in the United States. LBL-14932. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab.

and Meyers, S., and Schipper, 1984. Energy Use in American Homes. Energy (in press).
7. Ketoff, A., 1982. Residential Energy Use and Conservation in France. (Research Note to be published). Berkeley: Lawrence Berkeley Lab.
8. Energihushållningsdelegationen. Energihushållning i Befintliga Bebyggelse. Stockholm: Liber Förlag.
9. Stahre, G., 1979. Bostadsstyrelsens Utvärdering av Energisparstödet. Stockholm: Nat. Bd. of Housing.
10. Anderlind, G., A. Elmroth, B. Lindörn, T. Lundgren, and U. Norlen. Energy Saving Effects in Dwellings Where Measures have Been Implemented by Governmental Energy Savings Grants. Document D7:1981 (English Translation). Stockholm: Statens Råd för Byggforskning. See also Schipper 1982, Ref. 4.
11. Schipper, L., et al., 1983. Coming in from the Cold. Washington: German Marshall Fund (in preparation).
12. Schipper, L. and J. Darmstadter, 1978. The Logic of Energy Conservation Technology Review. January.

13. Schipper, L., 1979a. Another Look at Energy Conservation. Am. Econ. Rev. (Papers and Proceedings). May.
14. Energistatistiken för Småhus (ESH). (Energy Statistics for Single Family Dwellings), and Energistatistiken för Flerfamiljshus (EFH) (Multi-family dwellings). Series E. Stockholm: Statistiska Central Byrån.
15. Lönnroth. M. et al, 1980. Sol Eller Uran. Stockholm: Liber Förlag.
16. Centrala Drift Ledningen (Kraftsam), 1981. Sveriges Elkonsumtion 1990 (With appendices). Stockholm: Kraftsam.
17. Scott, A., 1980. "The Economics of House Heating". Energy Economics. Vol 2., Nr. 3 (July).
18. Schipper, L., and Meyers, S., 1983. Energy Use and Conservation in Kenya. Energy Policy, Sept.
19. Berman S. et al., 1976. Electrical Energy Consumption in California: Data Collection and Analysis UCID-3847. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab
20. Suding, P. ed., 1982. Detalliering des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland. Köln: Inst. fuer Energiewirtschaft.
21. Schipper, L., 1979b International Comparison of Residential Energy Use. LBL-9587. Proc. Second Int. Conf. on Energy Use Management. See also Ref. 1.
22. SCB, 1983. Energistatistik för Flerfamiljshus. 1982 Data. E 1983: 14.3. Örebro, Dec. 1983.
23. See especially Munther, K., 1982. Energisnålahus. Stockholm: Bygghörskningsrådet.
24. Norlen, U. and Holgersson, M., 1983. Temperaturundersökning 1982. En Undersökning i Nio Svenska Kommuner av Inomhustemperatur i Bosäder. Report M82:27. Gävle: Statens Institut för Byggnadsforskning.
25. Hammarsten, Stig, 1978. Kan Vi Lita på Graddagssystemet? VVS.
26. Energikommittén, 1974. Energi Prognos Utredningen. SOU-74 64/5 Stockholm: Liber Förlag.
27. Agence pour la Matris d'Energie, 1982. Energy Balances of the Residential and Commercial Sector. Paris: Agency pour la Matris D'Energie.
28. Lundström, E., 1982. Boendevanornas Inverkan på Energiförbrukning i Småhus. T46: 1982. Stockholm: Council for Building Research.

29. Gaunt, L., and Berggren, A.M., 1983 Household Habits and Energy Consumption. Presented at the CIB Congress, Gävle, 1983.
30. See for example Energi på 80-talet, (SIND 1981)
31. _____, 1979. Energiförsörjning 1977-83 (SIND 1979).
32. _____, 1977. Sveriges Energikonsumtion till 1995 SIND 1977:5. (SIND-77)
33. _____, 1977. Sveriges Energianvändning SIND 1977:9.
34. Lundmark, N. and Larsson, Gert, 1978. SIND internal memo.
35. Carlsson, L.G. 1983. Energi för Uppvärmningsändamål i Övrigsektorn. SIND PM 1982-XX. see also
36. "Hushållens Energiförbrukningen". (stencil) SCB:1976.
37. Energistatistiken för Småhus (ESH)
38. Energistatistiken för Flerfamiljshus (EFH)
39. Energistatistiken för Lokaler (ESL)
40. Hushållens Energianvändning (HEA).
41. Munther, K., 1980. Oljeförbrukning i Småhus. Stockholm: Bygghörsningsrådet.
42. Energikommitteen, 1967. Sveriges Energiförsörjning 1975-1985. Stockholm: Finansdepartementet.
43. SIND, 1981. Ökade Eldning med Skogsråvaror. Stockholm: Bd.of Industry. See also 1983 update.
44. Vedförbruk i Boliger. Oslo. Central Bureau of Statistics.
45. El och Fjärrvärmestatistiken. (Electricity and District Heating Statistics, before 1974 Electricity only. Called EOF herein) Series I. Stockholm: SCB
46. AB Marknadsundersökningen 1971, and AB Testhuset, 1973, 1975,1979. Hushållsundersökning 1971, (73), (75), (79) Household Survey 1971, 73, 75, 79. (unpublished, referred to as VAT71, 73, 75, and 79). 1973-9 are summarized in Carlsson, L.G.,1980, ERA Vol. 2, 1980.
47. Gradin, R. and G. Sjöblom.
48. El och Fjärrvärme Statistiken. (EOF). Series I. Stockholm:SCB.

49. Hammarsten, S., 1979. "A Survey of Swedish Buildings from the Energy Aspect". Energy and Buildings 2. (and references in Swedish therein)
50. The so-called "Högskoleprojekt", Ref. 10
51. Munther, K., 1974. Energiförbrukning i Småhus.
52. Bergenstjerna, A., 1980. Energiförbrukning i Småhus. Stockholm: Träförädlingsbyrån.
53. Andersson, A.-C., and Fjällström, H., 1980. Energibesparande åtgärder i småhusbebyggelse från 1960-talet. R4:1980. Stockholm: Byggforskningsrådet.
54. Schipper, L., 1980. International Residential Energy Use and Conservation. Part One. Economic and Demographic Data. Berkeley: Lawrence Berkeley Lab.
55. These were given in I. Höglund et al, 1978. Energibehov för Bebyggelse, hushållningsmöjligheter. Energikommissionens Delrapport. Ds 1977:13. Stockholm: Dept. of Industry.
56. The figures on room size were taken from "Energihushållning i befintliga bebyggelse" (Energy Conservation in Existing Buildings), Statens Planverk (Sw. State Planning Board), 1977.
57. See SIND 1982. SIND, 1983. Energiöversikt 1982. Stockholm: Bd. of Industry.
58. Askerlund, R., 1972 and 1977. Unpublished memos supplied by the author.
59. AG/BB, 1971. Bostadsuppvärmning 1960-1968. Arbetspromemoria 1971:52. Stockholm: SCB. The memo was written to correct the mistaken number of dwellings used in EK67. It is not clear how these figures were derived, since SFD and MFD are mixed, district heating is not broken out from oil, and kerosene and gas are lost in "other". Data on fuel consumption agree with SCB deliveries to the heating sector, and are not restricted only to the residential sector, in spite of the data in Table 2 of that reference. However, the residential share is estimated in the memo. Attempts to find the author(s) failed.
60. Anon, 1965. Sveriges Energianvändning 1975. Stockholm: Svenska BP (Swedish and English Editions).
61. SIND, 1982. Energiöversikt 1981. Stockholm: SIND
62. Låneobjektstatistiken. (1963-) Stockholm: SCB Enheten för Bostadstatistiken.
63. Göran Björk, SCB, Örebro, priv. comm.
64. Hans Andreasson, VVF and Stig Nilsson, HSB, priv. comms.

65. Rune Askerlund, Vattenfall, priv. comm.
66. This is discussed by Carlsson in Energi på 80-talet, Ref. 30.
67. Fredbäck, K., 1979. Fritidsbebyggelsens Energiförbrukningen. R37:1979. Stockholm: Byggforskningsrådet.
68. Dargay, J. 1980a. (Konsekvensutredningen; Energihushållnings Delegation) See also Nilsson, Chr., 1981 (and 1982). Preprints. Göteborgs Universitet.
69. Dargay, J., 1980b. Memo of 1980-01-01.
70. Pindyck, R., 1980. The Structure of World Energy Demand Cambridge: MIT Press.
71. Energisparkommitten 1983. Informationen som Styrmedel Stockholm: Liberförlag.

TABLE 1
CLIMATE ZONES IN SWEDEN

CITY	DEG-DAY VALUES			DISTRIBUTIONS OF DWELLINGS, (%)							
	DD(17c)	DD(18c)	DD(21c)	SINGLE FAMILY				MULTI-FAMILY DWELLINGS			
				Oil	Elec	DH	Solid	Oil	Kvc	Elec.	DH
1. Kiruna	5930	6214	7590	9.2	8.7	6.0	14.7	4.4	6.2	3.5	0.9
2. Luleaa*	5260	5537	6450								
3. Oestersund	4760	5039	5930								
4. Haernosand*	4330	4593		18.9	16.4	14.0	21.3	13.8	19.8	20.7	9.3
5. Falun	4270	4522	5300								
6. Stockholm	3570	3809	4530	46.1	46.0	64.0	46.7	61.0	59.3	41.4	56.0
7. Karlstad*	3780	3994	4790								
8. Joenkoeping	3640	3889	4520								
9. Goeteborg*	3120	3346	4020	25.8	28.9	16.0	17.3	20.7	14.7	34.5	14.7
10. Malmoe	3020	3244	3920								
Average	3760	4010	4790	4082	4039	4066	4253	4006	4113	3949	3847

NOTES: Percentages add vertically. The horizontal lines delineate the four major climate zones, for which we take provisional degree-day values (base 18C) from Luleaa, Haernosand, Karlstad, and Goeteborg, respectively, to weight the distribution of each kind of dwelling and heating system. These distributions were calculated from SIB77.

Table 2: DIFFERENCES IN DWELLING AND HOUSEHOLD CHARACTERISTICS
BY HEATING FUEL

Type	DH	KVC	OIL	EL	SOLIDS	OTHER	NO CH
SFD							
1977 SIB (VY, m ²)	133.8	143.4	134.3	132.8	..	85.2	..
1980 FOB, (RE)	5.5	4.9	5.3	5.29	..	3.61	
1981 HEA, Pe/dw	3.15	2.79	2.85	3/2.8	2.79	..	1.95
MFD							
1977 SIB (VY, m ²)	88.88	80.37	77.2	72.71	-	87.85	83.81
1980 FOB (RE)	3.31	3.29	3.11	3.21	..	3.02	
1982 EFH (Total)	74.63	71.3	70.76	73.05	..	72.41	
(BY)	65.15	65.2	61.8	67.71	..	62.83	

NOTES: SIB data from SIB (1977) investigation of Building Stock. They measured "våningsyta" (vy). The census (FOB) counted the number of "rumsenheter" (RE). HEA (81) noted people/dwelling. The 1982 data from EFH were derived by dividing total heated area ("total", includes garages and non-dwelling units, such as stores) in residential buildings. Bostad-sytan (BY) was also given.

Table 3a. HEATING STRUCTURE IN SWEDEN 1960-1980: MULTIPLE-FAMILY DWELLINGS

FUEL	1960	1963	1964	1965	1968	1969	1970	1972	1973	1975	1978	1979	1980	1981	1982
Dwells.	1400	1490	1530	1560	1705	1760	1820	1875	1922	2070	2061	2053	2045	2045p	2050p
Occ., 10 ³	-	1450	-	1500	-	-	1721	1786	-	1870	1870	1875	1880	1890p	1900p
CH, %	84	86	88	89.5	92.8	93.9	95	96.8	-	98.0	98.9	99.2	99.3	99.4	99.5
CH, 10 ³	1150	1277	1345	1385	1577	1670	1725	1841	-	2015	2020	2023	2031	2036	2040p
SIZE, m ²	62	-	-	63	-	-	64	-	-	65	-	-	65	-	-
Oil	800	1000	1060	1100	1190	1212	1250	1248	-	1277	1138	1087	1035	971p	913.3p
Gas	5	5	5	5	7	10	10	10	-	5	4	4	4.3	4.0p	4.0p
Coke	200	125	105	85	60	35	12	5	5	5	4	3	2.5	2.5p	3.0p
Wood	80	50	40	30	25	20	15	10	-	5	3	-	2.5	3.0p	7.0p
District	65	100	135	165	290	360	420	540	-	683	816	866	921	983p	1024p
Electric	-	-	-	0	5	13	18	29	32	40	55	63	70	73p	78.1p
(NON-CH)	250	210	190	175	124	110	95	81	-	55	41	27	14	12.5	10
Kerosene	50	60	80	85	70	53	46	36	-	12	5	3	2.3	2p	2
Gas	25	20	15	15	12	12	12	12	-	10	8	8	7.7	6.5p	3
Coke	45	20	18	15	7	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Wood	115	100	72	55	30	35	27	25	-	20	18	10	3	4p	5
Other,el	15	10	5	5	5	5	5	8	-	13	10	6	2	..	..

NOTE: Totals may note add due to rounding.

Table 3b. HEATING STRUCTURE IN SWEDEN 1960-1982: SINGLE FAMILY DWELLINGS

FUEL	1960	1963	1964	1965	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1975	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Dwell., 10 ³	1250	1275	1285	1290	1310	1320	1332	1343	1382	1388	1460	1510	1552	1595	1610	1640	1656
Occ., 10 ³		1255		1260	1280	1292	1304		1360	1385	1435	1495	1525	1580	1600	1630	1645
CH, %	63	71.6	72.8	74	81.4	84.9	86.3	87.7	89	91	92.8	94.0	95.3	96.1	97.0	97.5	98
CH, 10 ³	785	910	935	955	1065	1120	1150	1180	1230	1265	1355	1420	1480	1530	1565	1600	1625
SIZE, m ²	92	-	-	95	-	-	102	-	-	-	120	-	123	-	125	-	-
Oil	260	425	485	555	754	847	881	895	920	945	960	935	907	875	860	805p	708p
Gas	10	12	13	13	13	13	13	12	12	11	10	9	9	8	7	6.5	6.2p
Coke	250	230	200	160	75	40	25	20	15	11	6	5	5	6	6.5	7	7p
Wood	260	240	220	200	140	120	110	100	90	76	60	65	72	80	90	110	113p
District	5	5	5	5	8	10	11	13	15	22	29	35	48	57	63	72	82.3p
Electric	-	13	22	22	75	90+40	110+30	140+30	178+30	200+35	290+40	370+40	440+45	505+50	550+60	603+70	708+80p
NON-CNTRL	465	365	350	335	240	200	182	165	152	125	105	90	72	50	45	35	25p
Kerosene	50	75	80	80	75	50	45	35	30	25	15	10	6	5	3	3p	2p
Gas	5	3.0	2.5	2.5	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coke	40	25	22.5	20	18	16	15	15	12	5	0	0	0	0	0	0	0
Wood	370+300*	262+150	245+117	222.5	135	122	111	100	95	75	70	55	40	30	30	25	18
Other(el)	-	-	-	10	10	10	10	15	15	20	20	25	25	10	10	6p	..

NOTES: Totals may not add due to rounding. (p) are provisional values. Under electricity and wood, the number after the (+) gives the approximate number of homes using electricity (or wood) as a secondary source; they are already counted under wood, oil, or some other fuel. "Other" includes unspecified combinations of electricity and wood.

TABLE 4: ENERGY INTENSITIES FOR HEATING (AND HOT WATER) IN 1964.

Fuel	(Energikomiteen or LBL Estimates)				Hot Water Penetration in homes w. CH
	SFD		MFD		
	CH	NON-CH	CH	NON-CH	
OIL (EK)	160GJ	-	78GJ	-	90%HW
KERO (EK)	-	50GJ	-	35GJ	
GAS (LBL)	120GJ	50GJ(?)	80GJ	45GJ	100% HW
COKE (EK)	78GJ	39GJ	52GJ	39GJ	70% HW
WOOD (EK)	100GJ	80GJ	70GJ	53GJ	70%HW
ELEC (LBL)	40GJ	30GJ	35GJ	20GJ	40%HW
ELEC -new	54GJ				100%
DH (LBL)	100GJ	-	55GJ	-	100%HW

NOTE: Light oil (E01) counted at 35.588 MJ/liter, heavy oil 38.9 MJ/l, kerosene 35 MJ/l; city gas 16.4 MJ/m³; coke 1.3 GJ/hl (or 28.7 GJ/ton); wood 4.5 GJ/m³ loose (6.7 GJ/m³ filled). Note for electricity we differentiate between new and older dwellings. The fraction of homes central heating fueled by a given source that also have hot water, as estimated herein from the 1964 FERA survey, is shown.

NOTES To Table 5. Figures in brackets are estimated from partial data or interpolated. For all estimates before 1970 "normal" year figures were derived, from which the shares of heat were multiplied by the respective year's climate factor to get "actual". The breakdown of oil into components is also very tentative for earlier years, which are indicated with (). For 1981 and 1982 about 2PJ each of oil and electricity were counted by EFH that were not included in apartment surveys from 1978 and 1980 because of limits on the sample.

"Primary" is calculated by figuring district heating at 75% efficiency and electric power production (including distribution) at 34.6% efficiency, the latter figure consistent with the OECD average for the period 1960-1980. "Useful" is calculated by figuring liquid and gas conversions at 66% efficiency, solids at 55%, with slightly lower figures for cooking. Actual conversion efficiencies in Sweden vary from year to year. Both these derived quantities are based on the climate corrected figures.

TABLE 5
RESIDENTIAL ENERGY USE: FUEL TOTALS
Energy Consumed in Petajoules(PJ)

FUEL	1960	63	65	68	70	72	75	77	78	79	80	81p	82p
Oil													
--light, PJ	[99]	(102.9)	(128)	[170]	(207)	(207)	(186.4)	171.0	182.1	168.4	160.3	147.0	..
--heavy, PJ	[*]	(45)	(53)	[54]	(56)	(45)	(38)	(33.5)	28.0	26.8	23.3	21.1	..
--Kero, PJ	[4]	6.4	7.4	[6]	4.3	2.7	0.96	0.55	0.4	0.21	0.2	0.2	..
-Total	[103]	154.3	185	[230]	267.6	254.9	225.6	205	210.5	196	183.8	168.1	139.0
--corr	[102]	144.1	177	[216]	245.2	260.1	246.3	202.4	198.1	[184]	169.8	159.2	138.2
-City Gas, PJ	[5]	[4.85]	[4.6]	-	4.6	3.9	2.6	2.54	2.27	2.21	2.0	1.83	1.51
--corr	[5]	4.68	4.5	[4.4]	4.2	3.95	2.76	2.5	2.15	2.1	1.9	1.73	1.50
Solids													
-coke, PJ	[50]	32.0	22.9	[8.6]	4.6	2.25	0.8	[0.72]	0.66	[0.69]	0.72	0.5	0.63p
--corr	[49.5]	29.7	21.9	[8]	4.1	2.3	0.9	0.7	0.62	[0.65]	0.6	0.45	0.6p
-wood, PJ	[80]	59.7	46.3	[32]	25.8	17.8	11.9	[17]	21.7	[26]	29.2	33.4	36.0p
--corr	[79]	55.4	44.0	[30]	23.4	18.2	13.1	[16.5]	20.1	[23.7]	26.4	31.2	35.8p
Electricity													
PJ	13.3	21.0	25.2	[33.5]	41.6	49.7	58.7	72.9	77.5	[82.4]	83.3	88.0	96.25p
--corr	13.3	21	25.1	[33]	40.9	50	60.7	72	75.5	[80.1]	80.5	85.77	96.0p
- TWh	3.69	5.83	6.97	9.17	11.36	13.89	16.86	20.0	20.97	[22.25]	22.36	23.82	26.28p
Dist. Heat													
PJ	4.2	7.6	11.1	[28]	31.2	32.5	42.4	52.1	55.5	[58.1]	59.0	60.6	61.9p
--corr, PJ	4.2	7.1	10.6	[26]	28.6	33	46.1	50.5	52.4	[55]	54.6	57.5	61.6p
Actual Use, PJ	[254]	279.5	295.5	[350]	375.1	361.0	341.1	[350.3]	368.4	[364.9]	358.0	352.8	335.5p
" , corr, PJ	[253]	261.7	283	[317]	346.3	367	370.1	[348]	349	[345]	333.8	333	333.9p
" , w/o wood, PJ	[174]	206	239	287	323	349	357	[332]	329	[322]	312	302	298
Primary, PJ	[278]	303.7	333.9	[388]	433.0	472.9	500.2	[505]	509.0	[515]	506	515.5	535.2p
Useful, PJ	..	172.3	193	..	251	270	280	..	272	..	266	266.9p	269.1p
D-Days ₁₈	101	109	106	109	112.3	97.4	88.5	102	108.8	111.9	111.6	107.9	100.7

NOTES: See Table 4.

Table 6: RESIDENTIAL ELECTRICITY USE: DETAILED BREAKDOWN (UNCORRECTED)

	1960	63	64	65	69	70	72	73	75	77	78	80	81	82
Subscriptions														
Farms, 10 ³ , w heat	..	..	..	..	15.4	16.0	18.4	19.3	21.3	23.5	24.3	26.1	27.1	29.9p
---, w/o heat	..	..	..	..	225	210	200	191.6	180.7	162.8	159	152	148.2	143.7p
SFD, 10 ³ , w heat,	-	5	15	17	97	123	174	204	284	377	418	489	513	611
---, w/o heat	..	..	..	..	..	990	991	1001	1019	1012	1005	1007	998	954
MFD, 10 ³ , w heat	-	-	-	5	..	17	24.3	30	39.6	52.4	55.4	61.0	63.5	65.0
---, w/o heat	..	..	..	..	..	1940	1947	1968	2055	2058	2047	2041	2038	2036
Consumption: Farms														
W/o heat, TWh	0.50	1.25	1.25	1.41	1.45	1.41	1.50	1.50	1.52	1.65	1.73	1.77	1.79	1.87
W heat, TWh	^	^	^	^	0.286	0.326	0.402	0.417	0.475	0.595	0.634	0.704	0.77	0.86
-Eqpt., TWh	0.15	0.25	0.27	0.30	0.40	0.45	0.50	0.54	0.63	0.84	0.85	0.89	0.90	0.95
Net, TWh	0.354	0.95	0.98	1.11	1.34	1.29	1.42	1.38	1.38	1.41	1.51	1.61	1.67p	1.85p
Non-Farms, TWh	3.26	4.74	5.0	6.03	9.19	9.91	11.91	12.9	14.9	18.5	19.4	21.1	22.1	24.3
w/o heat, TWh	^	^	^	5.72	7.21	7.27	8.05	8.28	8.50	9.06	9.09	9.35	9.48	9.51p
W. Heat, TWh	^	^	^	0.3	1.98	2.64	3.86	4.60	6.39	9.42	10.34	11.74	12.63	14.79p
SFD W. Heat, TWh	^	^	^	^	^	^	^	4.13	5.85	8.68	9.58	10.96	11.86	14.0p
Aptants w/heat, TWh	^	^	^	^	^	^	^	0.47	0.53	0.73	0.77	0.78	0.79	0.80
SFD w/o heat,	^	^	^	5.72	7.21	7.27	4.15	4.27	4.37	4.68	4.81	5.04	5.19	5.17
Aptants w/o heat, TWh	^	^	^	^	^	^	3.90	3.91	4.12	4.37	4.27	4.30	4.29	4.35
FF, GWh	0.30	0.5	0.6	0.7	1.19	1.41	1.83	1.86	2.01	2.25	2.33	2.51	2.65	2.87p
Net, TWh	0.08	0.13	0.15	0.18	0.3	0.35	0.46	0.47*	0.50*	0.56*	0.58*	0.63	0.66	0.72p
Total, TWh,	3.78	5.86	6.13	7.1	9.7	11.53	13.8	14.81	16.31	20.26	21.5	23.12	24.44	26.8p
----, PJ	13.3	21.09	22.07	25.23	35.08	41.57	49.7	53.3	58.72	72.92	77.53	83.25	88.0	96.48p

	60	63	64	65	69	70	72	73	75	77	78	80	81	82
Unit Consumption, Non-Farms, w heat														
SFD, MWh/dw	19.2	21.4	20.8	20.3	23.0	22.8	22.4	22.2	22.9p
Non-Farms, w/o heat, including "hidden heat"														
SFD, MWh/dw	..	3.0	3.2	3.4	3.6	3.9	4.2	4.26	4.29	4.6	4.8	5.0	5.15p	5.4p
Appl, MWh	4.2	4.26	4.24	4.4	4.51	4.6	4.5	4.55	4.65p
Heat, MWh/dw	0.05	0.16	0.26	0.36	0.5	0.6	0.75
-MFD, MWh/dw	3.8	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	..	..
2nd Homes, 10 ³	310	366	385	421	451	470	491	493	500p
Cons., TWh	-	<0.1	-	0.15	0.62	0.72	1.0	1.1	1.24	1.57	1.66	1.72	1.72	1.82

NOTES: Abbreviations: el ht, electric heat; SIND, Statens Industriverk; FF, "Fastighetsfoervaltning", or building administration, use of electricity in common areas in apartments; Farms, farm dwellings; w, w/o ht, dwellings with, without electric heating according to the SCB definition; 2nd hm, vacation homes; DW, dwellings; w heat, heating subscriptions; w/o heat, non-heating subscription.

Data on TWh consumption come from yearly reports of SCB covering electric power consumption. Total consumption excludes 2nd homes. The value for the excess of farm electricity used for machines was estimated by Carlsson; the value of FF used for apartments was close to 25% for those years in which it could be calculated separately, namely 1974-77, and so this figure was used for previous years. The degree of detail increases in later years. For years in which heating and non heating are not separated, or for which SFD and MFD are not separated, the two are counted together and a ^ appears in the column of the MFD (or heating) row. Before 1965, however, the number of heating customers, per se, was essentially zero.

Numbers of consumers for electric heating are from Vattenfall, STEV, and SCB through 1976, thence from SCB. It is assumed that the former included farms. Values for consumption/customer are from SCB, for which they are given for 1969 and every year after 1972. For MFD, individual and collective deliveries, ie., including commons, were combined. We aggregate individual and collective deliveries to apartments, and give the collective delivery of electricity for common spaces ("Fastighets Foervaltning") as a separate.

Data on specific consumption come from SCB (non-heat) and from Claes Hedenstroem (Vattenfall), for specific consumption in SFD with heat. Hedenstroem also estimated "hidden heat", which we include, for SFD without heat subscriptions, herein.

Numbers of subscribers are averages of the number at the beginning and end of each year. Data for 1972 on the number of subscribers are defective, and the table giving these data was not published for that year. "Subscriber" is not necessarily equivalent to "household" or "house" or "apartment".

Table 7
KEY ENERGY INTENSITIES AND INDICATORS BASED ON CLIMATE CORRECTED TOTAL USE

	1960	63	65	68	70	72	75	77	78	79	80	81	82
Homes, 10 ⁶	2.68	2.79	2.85	3.015	3.15	3.30	3.52	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68	3.70p
Pop., 10 ⁶	7.48	7.66	7.73	7.913	8.08	8.12	8.17	8.26	8.28	8.3	8.317	8.323	8.33
DI/cap, 10 ³ -SEK ₇₀	9.287	10.25	10.93	-	11.89	11.93	13.44	13.63	13.74	14.11	14.16	13.82	13.55
Delivered Energy, PJ	[253]	261.7	283	[317]	346.3	367	370.1	[348]	349	[345]	333.8	333.4	333.8p
-/dwell, GJ	-	93.8	99	--	110	111	105	[96]	95	[94]	91.2	90.8	90.2p
-/cap, GJ	--	34.2	36.3	-	42.8	45.2	45.1	42.3	42.3	41.6	40.1	40.1	40.1p
-/SEK DI, MJ	-	3.33	3.36	-	3.60	3.80	3.35	[3.10]	3.09	[2.94]	2.83	2.89p	2.96p
Oil Share, %	40	53	63	..	71	71	67	58	57	53	51	47	42p
Electric, %	5	8	9	..	12	14	16	21	22	23	24	26	29p
Primary Energy, PJ	[278]	303.7	333.9	[388]	433.0	472.9	500.2	[505]	509.0	[515]	506	515.5	535.2p
-/dwell, GJ	103.7	108.9	117.2	129	137.2	143.3	142.0	140.2	140.1	141.5	138.3	140.1	144.7
-/capita, GJ	33.8	39.6	43.2	49.0	53.6	58.2	61.2	61.1	61.4	62.0	60.8	61.9	64.3
Useful Energy, PJ	..	172.7	193	..	251	270	280	..	272	..	266	266	269p
-/dwell, GJ	..	61.8	67.7	..	79.7	81.8	79.6	..	75.1	..	72.7	72.5	72.7
-capita, GJ	..	22.5	25.0	..	31.1	33.3	34.3	..	32.9	..	32.0	31.9	32.3
"Oevriga", PJ	..	..	..	..	546	586	594	606	608	633	598	..	..
Res. Share	..	..	..	..	63	63	62	57	57	55	57	..	..

NOTES: Figures in brackets are estimated from partial data. For 1960 and 1968 the estimates of unit consumption used to derive these figures are very rough. For all estimates before 1970 "normal" year figures were derived, from which the shares of heat were multiplied by the respective year's climate factor to get "actual". Below "corrected", all derived quantities are based on this figure. Actual conversion efficiencies in Sweden vary from year to year. The corrected values for the entire "other" sector were derived from LCC using smoothed, stock-corrected delivery figures and an approximate weather correction. "Oevriga" refers to the aggregated "Other Sector", including residential, commercial, agforfisheries, and public buildings. PJ Totals come from SIND for the 1970-81 period, and from S0U67, as modified by SIND, for 1965. All are climate corrected, and the 1970 - 1981 figures are corrected for stockage by LCC. The residential share of "oevriga" is given.

Note that consumption for 1981 and 1982 contains about 2PJ of oil and 2PJ of district heat not counted in 1978 and 1980 because a large number of MFD were not counted in MFD surveys.. Thus the slight increase in energy use in 1981/2 over the preceding years is illusory.

TABLE 8: RESIDENTIAL ENERGY END USES 1960 - 1982 (Corrected to Normal Climate)

	1963	1965	1970	1972	1975	1978	1980	1981	1982
Heating, (GJ/dw)	70.2	72.6	74.9	75.1	69.9	61.3	57.1	57.5	57.2
Useful(PJ)	124	134.4	163.8	174.6	179.1	165.5	156.9	159.0p	163.6p
(GJ/dw)	44.9	47.2	52.0	52.9	50.9	45.7	42.9	44.2	44.2p
Primary(PJ)	199.9	211.9	254.8	274.7	287.2	277.4	269.8	277.6p	292.0p
(GJ/dw)	70.5	74.4	80.8	83.2	81.5	76.6	73.7	75.5p	79.3p
Hot Water, GJ/dw	15.7	17.7	24.3	24.9	24.2	23.2	21.8	21.1	20.0
Useful(PJ)	29.1	34.3	54.5	59.4	63.1	64.3	62.4	61.7p	61.4p
(GJ/dw)	10.5	12.0	17.3	18.0	17.9	17.8	17.1	16.8p	16.6p
Primary(PJ)	46.9	55.0	86.1	95.1	102.6	108.3	106.9	107.5p	109.6p
(GJ/dw)	17.0	19.3	27.35	28.81	29.15	29.92	29.21	29.2p	29.6p
Cooking, GJ,dw	3.4	3.3	2.7	2.6	2.5	2.35	2.33	2.32	2.3
Useful(PJ)	6.17	6.3	5.9	6.1	6.3	6.5	6.4	6.4p	6.4p
(GJ/dw)	2.24	2.21	1.93	1.85	1.80	1.75	1.75	1.80p	1.7p
Primary(PJ)	19.8	21.0	20.4	21.96	22.06	22.8	23.1	23.2	23.35p
(GJ/dw)	7.17	7.37	6.48	6.65	6.26	6.32	6.33	6.3p	6.3p
Appliances (PJ)	13.3	16	24.9	28.1	30.4	34.8	36.5	37.1p	37.8p
GJ/dw	4.82	5.61	7.88	8.51	9.2	9.97	10.0	10.1p	10.2p
Primary, (PJ)	38.4	46.2	72.0	81.2	87.9	100.6	105.5	107.2	109.2
(GJ/dw)	13.8	16.2	22.8	24.6	25.0	27.8	28.8	29.1	29.5
Total/dw,GJ	94	99	110	111	105	95	91.2	90.8	90.2
Useful/dw,GJ	62	67.7	79.7	81.8	79.6	75.1	72.7	72.8p	72.7p
Primary/dw,GJ	109	117.2	137.2	143.3	142.0	140.1	138.3	140.1	144.7

NOTES: These figures are taken from or calculated from year tables. "Primary" is calculated with district heating at 75% efficiency and electricity at 34.6% efficiency. For net energy, gas and liquid fuels are converted at 66% efficiency, solid fuels at 55% efficiency, electricity and district heat at 100% efficiency.

Table 9: RESIDENTIAL ENERGY USE: APPLIANCES

Appliance (Source)	1960 CDL/FOB	1964 FERA	1965 FOB	1969 FERA	1970 FOB	1971 VAT	1973 VAT	1975 VAT	1978 HEA	1979 VAT	1979/80 HEA	1981 HEA	1982 HEA
Refrigerator													
(%)	64	77	82	93	94	94	94	90	99*	93	99		
-cons, kWh	450					(14)		600					
(combl)													
Freezer													
(%)	10	22	25	45b	46.4	48	60	65	77*	76	79		
-cons, kWh	700						750	750	1200				
Dishwasher													
(%)	-	3	3	5	6	8	11	16	22	27	23		
-cons, kWh							200	300	300				
Clothes													
(%)	27	31	-	41	38.4	47	49	52	61*	64	87		
Dryer													
(%)	0	0	0	0	-	6	9	14	17*	22	35*		
TV-BW													
(%)	-	77a	-	83b	85	80	70	57	-	32			
TV-Clr													
(%)	0	0	0	0	-	11	15	43		76	95		
Car heater													
(%)	-	7	-	12	-	13	20	-	-	-			
EL. Sauna													
(%)	0	0	0	2	-	-	4	6	-	9	12		
EL. Stove/Oven	50	69	68	83	83	87	85	86	93	91	93		
(Gas Stove)	24	19	16	13	11	11	11	7	7	4	6?		
EL. Hot Water	2	3	-	-	4	5	13	10	-	17	20	21	23
Total Appl., TWh	..	3.69	4.44	..	6.92	..	7.81	8.44	9.68	..	10.1	10.31p	10.5p
-----, PJ	..	13.3	16.0	..	24.9	..	28.1	30.4	34.8	..	36.4	37.1p	37.8p
-----/dw, MWh	..	1.32	1.55	..	2.20	..	2.36	2.40	2.67	..	2.77	2.80p	2.84p
-----/cap, MWh	..	0.48	0.57	..	0.85	..	0.96	1.03	1.17	..	1.22	1.24p	1.26p
kWh/SEK ₇₀	..	47.7	52.6	..	71.97	..	80.64	76.5	84.9	..	86.1	89.6p	93.0p

TABLE 9, (cont.); The Uses of Electricity

Year	1960	1963	1965	1969	1970	1972	1973	1975	1978	1979	1980	1981	1982
Total Elec., PJ	13.3	20.98	25.1	..	40.9	49.1	..	60.7	75.5	80.1	80.5	85.77	96.25p
Cooking, PJ	..	5.5	6.17	..	6.3	7.06	..	7.22	7.6	..	7.7	7.8	7.85p
Appliances PJ	..	13.3	16.0	..	24.9	28.1	..	30.4	34.8	..	36.4	37.1	37.8p
Hot Water, PJ	..	1.3	1.72	..	3.6	5.04	..	7.02	10.1	..	11.25	12.7	14.5
Heating, PJ	..	0.35	0.82	..	5.05	8.71	..	14.9	21.6	..	23.36	25.4	31.4p
-Secondary, PJ	..	0.5	0.33	..	1	..	..	1.2	1.38	..	1.51	2.78	4.5
SHARES													
Cooking (%)	..	26	25	..	15	14	..	12	10.0	..	10	9	8
Appliances (%)	..	63	64	..	61	56	..	50	46	..	45	43	39
Hot Water (%)	..	6	7	..	9	10	..	12	13	..	14	15	15
Heating (%)	..	2	3	..	12	17	..	25	29	..	29	30	33
Secondary (%)	..	2	1	..	2	2	..	2	2	..	2	2	5

NOTES: (-) indicates not available; (0) near zero. Figures in brackets [] are counted in the row immediately above. The symbols at the column heads indicate sources, named below.

Information on 1960 comes from the CDL Ten Year Forecast, "Electricity 1970". The saturations for 1964 and 69 were taken from surveys commissioned by FERA, Foerening foer Electricitetens Rationella Anvaendning. The Sw. State Power Board (Vattenfall, VAF) and CDL were responsible for surveys in 1971, 73, 75, 77, and 1979. Central Bureau of Statistics carried out an ownership survey in 1977/8, 1979/80 and 1981 (HEA).

Data for 1960, 65, and 70 for refrigerators come from the main census (FOB). The 1970 census analyzed questions about standard of living and published data on appliances and cooking shown in appropriate entries. While the data are not quite comparable with those from other years (washing machines refers to access, not ownership, gas stoves appear to be a clear overestimate), they are based on a much larger sample than the surveys carried out by the industry. Moreover, some of the 1975 data appear in error, such as the number of hot water heaters and refrigerators, which actually dipped from adjacent years.

Data on specific consumption ("cons") are very approximate estimates made in the respective documents. There has never been careful metering study of appliance energy use. EPU 1974 and EPK 1975 made estimates of annual energy use, but no documentation was given. CDL 81 re-estimated these value appropriate for 1978.

There is some confusion over definitions. "Dryer" means both tumbler dryer and the more energy intensive "Torkskaap", which is a cabinet in which electrically heated air circulates. TV is only black; and white before 1970, both during the 1970s, and practically only color in 1979/80.

Uncertainties also arise over the definition of refrigerator and freezer, since "combi" is often given as a refrigerator with a freezer box within. Similarly, electric cooking means either an oven or a stove or both. This accounts for the apparent irregular variations in saturation of these major appliances. In 1960, about 16% of the households had a cooking platter (but not a large cooktop) which is not counted here; this number fell to 4% by 1964. If these are added in to the totals in the earlier years, and wood stoves/ovens are included (as many as 10% of the houses in the early 1960s), then every household is accounted for.

Clothes washer and dryer data refers to possession or access, since many apartments have common areas where these are shared. As with other countries the accounting for hot water is uncertain, but we believe that the hot water is prepared electrically in the appliance. Most likely consumption is proportional to the number of households using the device, not simply the number of devices.

Table 10: SWEDISH ENERGY PRICES
Current Swedish Kronor/unit

YEAR	UNIT	1965	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Oil	m ³	182	156	177	192	461	428	565	591	634	913	1358	2451p
(#1)	35.596GJ	5.11	4.38	4.97	5.39	12.95	15.87	16.60	17.81	25.65	38.1	54.4p	68p
Gas avg	cu m	0.33	0.37	0.45	0.57	0.74	-	0.80	1.10	-	-	-	-
	16.38MJ	20.1	22.7	27.6	34.3	44.3	44.3	--	58.5	73.5	-	-	-
Coke	hl	9.7	12.1	21.0	25.8	34.0	33.8	46.3	49.0	51.0	58	66	-
	1.3GJ	7.46	9.31	16.2	19.9	26.2	33.9	35.6	39.2	44.6	50.8	-	-
DH	3.6GJ	5.66	-	6.60	7.8	16.2	-	18.4	22.7	-	33.2	41.8p	55.8p
EI avg (a)	kWh	0.13	0.11	0.11	0.13	0.16	0.18	-	0.23	0.27	0.27	0.30p	0.35p
EI Htg (b)	kWh	-	0.076	0.076	0.081	0.106	0.122	-	0.158	0.197	0.21p	0.25p	0.27p
(b)	GJ	-	22.3	22.3	23.7	29.6	35.8	-	46.3	57.7	58.3p	69.4p	76.1p
EI Htg, var (c)	kWh	-	.059	.059	.0605	.077	.093	.103	0.122	0.157	0.157	0.19	0.192
(c)	GJ	-	16.5	16.5	16.8	21.4	25.8	28.6	33.8	43.6	52.8	53.3	58.3
CPI, 1949	100	159	190	236	269	316	346	375	426	468	502	571	640
" , 1970	100	67	81	100	119	134	147	159	181	198	213	242	271

NOTES: 1 m³ oil=35.588GJ; 1 m³ gas= 16.72 MJ; 1 hl coke= 1.3 GJ Light oil prices, which apply only to single family dwellings and some smaller apartments, are from Esso and Svenska Petroleum Inst. Values marked (p) are preliminary and based on SCB price indexes changed to values before 1980. Heavy oil prices are not included as they are almost never paid directly by consumers. However, it is significant that they are much lower than light oil prices. Gas prices reflect cooking, according to the Stat. Yearbook.

Electricity prices are from a) Vattenfall, for SFD using 5000 kWh/yr; b) Vattenfall, representing electric heating to their customers. From the Vattenfall data we also show (c) the variable cost alone. These prices agree with those from Swedish Electric Company Federation. Where prices changed during a year--the case after 1972, the average of the preceding and current price was taken. DH prices are country average including fixed and variable costs averaged out over consumption for one year, as provided by VVF, and updated using SCB indexes for 1979-1982. In fact fixed charges make up most of the district heating price, and variable charges are smaller than these figures indicate.

NOTES TO YEAR TABLES

Version of March, 1984

The following tables contain raw data and estimates of energy use by fuel and system for a variety of years between 1963 and 1982. They are shown in such a way that total consumption (in Petajoules, PJ) can almost always be broken down into the number of consumers or consuming units and the consumption per unit.

Where figures are separated by a slash, the first refers to SFD, the second to MFD. Where two figures are given in the heat column separated by a "+", the second, in brackets, refers to use of that fuel as a secondary heat source.

When primary energy is given it is assumed that electricity is delivered with 36.4% efficiency, district heating with 75% efficiency.

Abbreviations include DI/cap, disposable income per capita; CH, central heating penetration; Climate, the climate index, ie., the ratio of actual degree days to normal; Appl., energy for appliances (almost always electricity); PJ, petajoules (= 10^{15} Joules = 278 GWh = 23.9×10^3 tonnes of oil equivalent); GJ, gigajoule (= 10^9 Joules); Stock or units, the number of households using that equipment or the number of pieces of that equipment; Spec. Cons. (or Unit Cons.), the specific or unit consumption, ie., consumption per unit or per dwelling; Non-CH, the number of households or dwellings with that fuel used in a stove or other non-central heating system; GJ/dw, consumption per dwelling for each end-use; Kero, kerosene (fotogen); DH or Dist Ht, district heating (fjaerrvaerme); Elect, electricity;

Heating figures are given as "actual" for 1970 and onwards. They are summed, and corrected by dividing by 100/Climate index, as shown in parentheses for the heat column, and included by fuel under the "Corrected" total. Virtually all indicators given at the bottom of the tables, or elsewhere, use this correction, unless specifically noted otherwise. As noted in the text, the separation of hot water and heating is largely by assumption; this is done both for comparison with other countries and to allow the explicit climate correction noted above. The share of end--use shown at the bottom of each table use the corrected heating figure.

The climate index is based on the ratio of actual number of degree days to average; the actual number is the number given by ØEF, corrected upward by 250 to 18°C.

RESIDENTIAL ENERGY USE-SWEDEN

Year:1963		Population:7.66x10 ⁶		Dwellings:2.79x10 ³		
CH:67.8/87.6%		DI/cap: 10,245 SEK ₇₀		Climate:109		
Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil,PJ	107.25	31.0	-	-	148#	138.3
-Stock,10 ³	425/1000	325/925	-	-		
-Unit Cons,GJ	130/52	30/23	-	-		
Kerosene,PJ	5.85	-	-	-	6.4#	5.85
Units,10 ³	75/60	-	-	-		
-Unit Cons,GJ	50/35	-	-	-		
Gas, PJ	2.34	0.4	1.9	-	4.85#	4.68
Units,10 ³	10/5	10/20	580	-		
-Unit Cons,GJ	100/65	20/10	3.3	-		
Non-CH,10 ³	3/20	-	-	-		
-Unit Cons,GJ	50/45	-	-	-		
Coal,Coke,PJ	25.2	4.5	-	-	32.0#	29.7
-Stock,10 ³	230/125	150/100	-	-		
-Unit Cons,GJ	78/40	20/15	-	-		
Non-CH,10 ³	252/25	-	-	-		
-Unit Cons,GJ	50/40	-	-	-		
Wood,PJ	45.3+[3.2]	4.85	2.0	-	59.7#	55.35
-Stock,10 ³	240/50	170/40	400	-		
-Unit Cons,GJ	90/50	25/15	-	-		
-Non-CH,10 ³	262/125	-	-	-		
-Unit Cons,GJ	60/50	-	-	-		
Electric,PJ	0.38+0.5	1.3	5.5	13.3	21.04	20.98
-Stock,10 ³	10/5	65/35	1730	2795		
-Unit Cons,GJ	30/15	15/10	3.2	6.4		
Dist Ht,PJ	5.38	1.75	-	-	7.4	7.1
-Stock,10 ³	5/110	5/110				
-Unit Cons,GJ	85/45	20/15				
Total,PJ	213.0(195.4)	43.8	9.4	13.3	279.5	261.7
GJ/dw	76.5(70.2)	15.7	3.4	4.8	98.6	94.0
Share, (%)	75	17	4	5		

NOTE: Values worked out "climate corrected", with figures marked by (#) imputed from the climate index. Values in [brackets] indicate use as secondary fuel. Values in the heat column are thus climate corrected; their sum is given in parentheses.

RESIDENTIAL ENERGY USE-SWEDEN

Year:1965
CH: 75/90%Population:7.734x10^{6d}
DI/cap: 10,930SEK₇₀Dwellings:2.875x10⁶
Climate Index:106

Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Actual	Corrected
Oil,PJ	132.0	38.0	--	-	177.7#	170.0
-Stock,10 ³	555/1115	500/1000				
-Unit Cons,GJ	133/52	30/23	-	-		
Kerosene,PJ	6.98	-	-	-	7.4#	6.98
-Stock,10 ³	80/80					
-Spec. Cons,GJ	50/37					
Gas,PJ	2.38	0.39	1.7	-	4.6	4.46
-Stock,10 ³	13/5	13/10	540			
-Unit Cons,GJ	100/55	22/10	3.2			
-Non CH,10 ³	2.5/15					
-Unit Cons,GJ	50/45					
Coal,Coke,PJ	17.8	4.06	-	-	22.9#	21.86
-Stock,10 ³	160/85	130/75				
-Unit Cons,GJ	80/40	22/16				
Non/CH,10 ³	20/15					
-Unit Cons,GJ	50/40					
Wood,PJ	35.35+[3]	4.15	1.5	-	46.3#	44.0
-Stock,10 ³	200/30	150/25	300			
-Unit Cons,GJ	90/60	25/16				
-Non/CH,10 ³	222.5/50					
-Unit Cons,GJ	60/45					
Elect,PJ	0.9+[0.33]	1.72	6.17	16.0	25.23	25.15
-Stock,10 ³	22+10/5+5	80/40	1905	28.55		
-Unit Cons,GJ	37/20	16/11	3.24	5.61		
-Unit Cons,MWH	10.3/5.5	4.4/3.0	0.9	1.56		
Dist Ht,PJ	8.02	2.58	-	-	11.1#	10.6
-Stock,10 ³	5/165	5/165	-	-		
-Unit Cons,GJ	85/46	20/15	-	-		
Total,PJ	218.1(205.76)	50.9	9.37	16.0	(295.2)	283.05
GJ/Dw	76.8(72.56)	17.7	3.28	5.0	(102.7)	98.45
Share, (%)	73	18	3	6		

OTE: See notes for 1963.

RESIDENTIAL ENERGY USE IN SWEDEN- 1970

Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Year:1970		Population:8.08x10 ⁶		Dw:3.153x10 ⁶		
CH:85/95%		DI/cap: 11,880SEK ₇₀		Climate Index: 112.3		
Oil,PJ	201.0	62.3	-	-	263.1	241.3
-Stock,10 ³	881/1250	875/1250	-	-		
-Spec.Cons,GJ	139/62.8	34/26	-	-		
Kero, PJ	4.32	-	-	-	4.32	3.85
-Non/CH,10 ³	45/46	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	55/40	-	-	-		
Gas,PJ	2.84	0.51	1.2	-	4.55	4.2
-Stock,10 ³	13/10	13/15	410	-		
-Spec.Cons,GJ	110/60	25/12	3.0	-		
-Non-CH,10 ³	1/15	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	60/50	-	-	-		
Coke,PJ	3.89	0.68	-	-	4.57	4.14
-Stock,10 ³	25/12	20/10	-	-		
-Spec.Cons,GJ	90/55	25/18	-	-		
Non/CH,10 ³	15/5	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	50/45	-	-	-		
Wood,PJ	20.5+[2]	2.27	1.0	-	25.8	23.35
-Stock,10 ³	110/15	80/15	250	-		
-Spec.Cons,GJ	100/60	25/18	4.0	-		
-Non-CH,10 ³	110/27	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	67/45	-	-	-		
Elect,PJ	5.79+[1]	3.6	6.3	24.87	41.57	40.9
-Stock,10 ³	120+/23	180/30	1160/1310	3150		
-Spec.Cons,GJ	45+21.6/29.8+18	18/12	3.2/2.0	7.88		
-Spec.Cons,MWh	12.5+6/8.3+5	5/3.3	0.710	2.2		
Dist Ht,PJ	23.84	7.4	-	-	31.2	28.6
-Stock,10 ³	11/420	11/420	-	-		
-Spec.Cons,GJ	104/54	21/17	-	-		
Total,PJ	265.2(236)	76.8	8.5	24.9	375.1	346.3
GJ/Dw	84.1(74.8)	24.3	2.7	7.88	118.3	109.7
Share (%)	68	22	2	7		

RESIDENTIAL ENERGY USE-SWEDEN

Year:1972
CH:89.0/96.8%

Population:8.122x10⁶
DI/cap:11,930

Dw:3.304x10⁶
Climate Index:97.4

Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil,PJ	187.6	64.6	-	-	252.3	257.3
-Stock,10 ³	920/1248	920/1248				
-Spec Cons,GJ	130/54.5	35/26	-	-		
Kero,PJ	2.69	-	-	-	2.7	2.77
-Non-CH,10 ³	30/36	-	-	-		
-Spec.Cons, GJ	47.5/35	-	-	-		
Gas,PJ	2.27	0.53	1.08	-	3.88	3.95
-Stock,10 ³	12/10	12/15	360	-		
-Spec.Cons,GJ	107/47	25/15	3.0	-		
Non/CH, 10 ³	0/12					
-Spec.Cons, GJ	-/43					
Coal,Coke,PJ	1.83	0.42	-	-	2.25	2.3
-Stock,10 ³	15/5	13/5	-	-		
-Spec.Cons,GJ	75/50	25/18	-	-		
Non/CH, 10 ³	12/					
-Spec.Cons, GJ	38/					
Wood,PJ	13.72+[1.5]	2.06	0.48	-	17.75	18.17
-Stock,10 ³	90/10	75/10	160	-		
-Spec.Cons, GJ	85/50	25/18	3.0	-		
Non/CH, 10 ³	83/25					
-Spec.Cons, GJ	55/40					
Elect,PJ	8.48+[1]	5.04	7.06	28.13	49.7	50.0
-Stock,10 ³	193/37	250/45	2800	3304		
-Spec.Cons,GJ	39.2/24.6	18/12	2.52	8.51		
-Spec.Cons,MWH	10.9/6.8	5/3.3	0.7	2.36		
-Dist Ht,PJ	22.88	9.62	-	-	32.5	33.0
-Stock,10 ³	15/540	15/540	-	-		
-Spec.Cons	85/40	22/17.2	-	-		
Total,PJ	242.0(248.5)	82.3	8.62	28.1	361.0	367.5
GJ/dw	73.3(75.2)	24.9	2.6	8.5	109.3	111.2
Share (%)	68	22	2	8		

RESIDENTIAL ENERGY USE-SWEDEN

Year:1975

Population:8.208x10⁶Dw: 3.52x10⁶

CH:92.8/98.0%

DI/cap:13,440 SEK₇₀

Climate Index: 88.5

Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil,PJ	160.5	63.9	-	-	224.4	245.3
-Stock,10 ³	960/1270	960/1270	-	-		
-Spec.cons,GJ	104/47.8	32/25	-	-		
Kero, PJ	0.96	-	-	-	0.96	1.1
-Non/CH,10 ³	15/12	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	40/30	-	-	-		
Gas,PJ	1.35	0.41	0.83	-	2.59	2.76
-Stock,10 ³	10.0/5	10/12	330	-		
-Spec.Cons,GJ	80/40	23/15	2.5			
-Non/CH,10 ³	0/10	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	0/35					
Coke,PJ	0.59	0.22	-	-	0.81	0.89
Stock,10 ³	6/5	5/5	-	-		
-Spec.Cons,GJ	65/40	25/18	-	-		
Wood,PJ	7.8+[2.5]	1.37	0.36	-	12.0	13.31
-Stock,10 ³	60+/5	55/5	50	-		
-Spec.Cons,GJ	70/40	25/18	4.0			
-Non-CH,10 ³	70+[100]/20					
-Spec.Cons,GJ	40+[25]/30					
Elect,PJ	13.1+[1]	7.02	7.22	30.4	58.7	60.7
-Stock,10 ³	310+[30]/53	350/60	3010	3522		
-Spec.Cons,GJ	39.1/19.5	18/12	2.4	9.2		
-Spec. Cons,MWH	10.9/5.4	5.0/3.3	0.7	2.55		
Dist Ht,PJ	29.9	12.3	-	-	42.16	46.09
-Stock,10 ³	29.1/683	29.1/683	-	-		
-Spec.Cons	89.1/40	22/17	-	-		
Total,PJ	217.8(246.1)	85.2	8.41	30.4	341.7	370.1
GJ/dw	61.8(69.9)	24.2	2.4	9.2	97.0	105.1
Share (%)	67	23	2	8	92	100

RESIDENTIAL ENERGY USE-SWEDEN

Year:1978	Population:8.284x10 ⁶			Dwellings:3.62x10 ⁶		
CH:~97/99	DI/cap:13,740 SEK ₇₀			Climate:108.8		
Fuel/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil,PJ	153.8	56.34	-	-	210.1	197.8
-Stock,10 ³	907/1138	907/1138	-	-		
-Spec.Cons,GJ	105.5/51.1	32/24	-	-		
Kero,PJ	0.45	-	-	-	0.45	0.40
-Stock,10 ³	5/5	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	50/30	-	-	-		
Gas,PJ	1.31	0.31	0.64	-	2.27	2.15
-Stock,10 ³	8.1/8+12	9/10	290	-		
-Spec.Cons	100/35	24/12	2.2	-		
Coke,PJ	0.5	0.16	-	-	0.66	0.62
-Stock,10 ³	5/2.5	5/2.5	-	-		
-Spec.Cons,GJ	80/40	25/15	-	-		
Wood,PJ	8.28+[11.5]	1.7	0.25	-	21.73	20.1
-Stock,10 ³	72.5+[300]/3	72/3	100			
Spec.Cons,GJ	72/40	23.6/15	2.5			
-Non-CH,10 ³	40/18	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	60+[38.3]/30	-	-	--		
Elect,PJ	23.5+[1.5]	10.1	7.6	34.8	77.5	75.5
-Stock,10 ³	449/55	523/65	1500/1700	3615		
-Spec.Cons,GJ	46.0/23.5	18/12	2.3	9.66		
-Spec.Cons,MWH	12.8/6.53	5.0/3.3	0.69	2.67		
-Non-CH,10 ³	25/10	-	-	-		
-Spec.Cons,GJ	41/18	-	-	-		
Dist Ht,PJ	40.2	15.4	-	-	55.5	52.4
-Stock,10 ³	48/816	48/816				
-Spec.Cons	86/44	20/17.6	-	-		
Total,PJ	241.0(221.6)	84.0	8.5	34.8	368.1	348.9
GJ/dw	66.7(61.3)	23.2	2.5	9.6	101.1	96.5
%	(63)	24	3	10	106	100

NOTE: Appliance use in non-electrically heated homes assumed to be 4.5 MWh/dw; electric heating in homes w/o electric heat as the principal source 0.3 Mwh/dw. About 2PJ of oil use and 2PJ of DH may have been omitted from apartments in EFH-78, according to EFH-81. For comparisons with later years, this amount of heating and hot-water should be added to totals, about 1.1GJ/dw (0.93GJ/dw useful, 1.3GJ/dw primary).

SWEDEN: Residential Energy Use

Year: 1980		Population: 8.317x10 ⁶			Dwellings: 3.66x10 ⁶	
CH: 98.5/99.8%		DI/cap:14,160SEK ₇₀			Climate Index: 111.6	
	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil, PJ ¹	135.2	48.6	-	-	183.8	169.8
-Stock, 10 ³	863/1043	860/1040	-	-		
-Spec. Cons, GJ	95.0/50.6	29.9/22.0	-	-		
Gas, PJ	1.12	0.3	0.58	-	2.00	1.9
-Stock, 10 ³	7.8/12	7.8/10	8/268	-		
-Spec. Cons, GJ	80/42	25/15	3/2.1	-		
Coke, PJ	0.54	0.18	-	-	0.72	0.61
-Stock, 10 ³	5.5/2.5	5.5/2.5	-	-		
-Spec. Cons, GJ	80/40	25/15	-	-		
Wood, PJ	9.27+[17.4]	2.3	0.2	-	29.2	26.4
-Stock, 10 ³	90/2.5	90/2.5	100	-		
-Spec. Cons, GJ	80/42	25/18	2	-		
-Non-CH, 10 ³	32+[400]/3					
Spec. Cons, GJ	50+[43.5]/30					
Elect, PJ	26.15+[1.75]	11.25	7.75	36.5	83.25	80.46
-Stock, 10 ³	550/65	575/75	3300	3655		
-Spec. Cons, GJ	46.4/25.4	18/12	2.7/2.0	10.0		
-Spec. Cons, MWh	12.9/7.1	5/3.3	0.65	2.77		
Dist Ht, PJ ²	41.8	17.2	-	-	59.0	54.6
-Stock, 10 ³	63/921	63/921	-	-		
-Spec. Cons, GJ	79.0/40.0	20/17.3				
Total, PJ	233.2(209.0)	79.8	8.5	36.5	357.9	333.8
GJ/dw	63.8(57.1)	21.8	2.3	9.8	97.9	91.3
Share (%)	62	24	3	11		

NOTES: 1) Includes 0.2 PJ kerosene for 3000 SFD and 3000 MFD. May exclude approximately 2PJ of oil that were included in 1981 and 1982.

2) Excludes approximately 2PJ of DH counted in 1981 and 1982.

SWEDEN: Residential Energy Use in 1981 (Provisional)

Year: 1981		Population: 8.32x10 ⁶		Dwellings: 3.68x10 ⁶		
CH: 98.5/99.9%		DI/cap:13,820 SEK ₇₀		Climate Index: 107.9		
FUEL/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil,PJ	124.3p	43.8p	-	-	168.1	159.0
-Stock,10 ³	805/971	805/971				
-Spec.Cons,GJ	95.1/68.9	28/22				
Kero,PJ	0.2	-	-	-	0.2	0.2
-Stock,10 ³	2/2					
-Spec.Cons,GJ	50/40					
Gas,PJ	1.0	0.3	0.5	-	1.8	1.73
-Stock,10 ³	7.1/10.5	7.1/2	3/250	-		
-Spec.Cons,GJ	90/35	27.8/10	2.0	-		
Coke,PJ	0.4	0.1	-	-	0.5	0.45
-Stock,10 ³	4/2.5	3/2.5	-	-		
-Spec.Cons,GJ	80/30	25/15	-	-		
Wood,PJ	12.2+18.5/0.3	2	0.3	-	33.4	31.2
-Stock,10 ³	130/3	105/3	100			
-Spec.Cons,GJ	100.3/43	25/15				
-Non-CH, 10 ³	25+[434]/4					
-Spec.Cons,GJ	50+[42.7]/30					
Elect,PJ	25.5+[3]/1.9	11.7/1.0	7.8	37.1	88.0	85.77
-Stock,10 ³	609/73	650/85	1600/1750	3680		
-Spec.Cons,GJ	42.8/25?	18/12	2.7/2	10.1		
-Spec.Cons,MWh	11.8/7	5/3.3	0.75/0.67	2.8		
Dist Ht,PJ	42.1	18.5	-	-	60.6	57.5
-Stock,10 ³	73.5/1003	73.5/1003				
-Spec.Cons,GJ	71.4/37.1	20/17				
Total, PJ	228.33(211.6)	77.5	8.5	37.1	352.8	335.9
GJ/dw	62.0(57.5)	21.0	2.3	10.1	95.9	91.3
Share (%)	63	23	3	11		
Useful, GJ/dw	43.2	16.8	1.8	10.1	-	71.7
Primary, GJ/dw	75.5	29.2	6.5	29.1	-	140.3

NOTES. 1) Includes about 2PJ of oil and 2PJ of DH consumed in apartments not counted in previous surveys but included in EFH 1981.

SWEDEN: Residential Energy Use in 1982: Provisional

Year: 1982		Population: 8.33x10 ⁶		Dwellings: 3.70x10 ⁶		
CH: 98.7/99.9%		DI/cap:13,550 SEK ₇₀		Climate Index: 100.7		
FUEL/Use	Heat	Hot Water	Cooking	Appl.	Total	Corrected
Oil, PJ	99.8	39.0	..	..	138.8	138.2
-Stock, 10 ³	708.3/913.3	708.3/913.3				
-Spec. Cons, GJ	83.3/44.7	28/21				
Kero, PJ	0.2	..	..	..	0.2	0.2
-Stock, 10 ³	2/2					
-Spec. Cons, GJ	40/25					
Gas, PJ	0.79	0.21	0.51	..	1.51	1.5
-Stock, 10 ³	6.2/7	6.2/5	9.1/242.5			
-Spec. Cons, GJ	95/40	25.3/12	2/3			
Coke, PJ	0.5	0.13	-	-	0.63	0.60
-Stock, 10 ³	7.5/3					
-Spec. Cons, GJ	60/45	20/15				
Wood, PJ	15.1+[17.4]/0.5	2.9	0.2	-	36.0	35.8
-Stock, 10 ³	112.8+[450]/7.5	100/7.5				
-Spec. Cons, GJ	89/40	25/15				
-Non-CH, 10 ³	18/5					
-Spec. Cons, GJ	42/30					
Elect, PJ	31.6+[4.5]	14.5	7.85	37.8	96.25	96.0
-Stock, 10 ³	708+[75]/78.7	760/80	3400	3700		
-Spec. Cons, GJ	48/32	18/12	2.3	10.2		
-Spec. Cons, MWh	13.3/8	5/3.3	0.64	2.8		
Dist Ht, PJ	4.8/38.0	19.1	..	..	61.9	61.6
-Stock, 10 ³	82.3/1036	82.3/1036	..	..
-Spec. Cons, GJ	58.3/36.7	20/17				
Total, PJ	213.2(211.7)	75.8	8.5	37.8	335.7	333.8
GJ/dw	57.6(57.2)	20.5	2.3	10.2	90.8	90.2
Share, (%)	63	23	2.5	11.5		
Useful, GJ/dw	44.2	16.6	1.7	10.2	-	72.7
Primary, GJ/dw	79.3	29.6	6.3	31.2	--	144.7

NOTES TO 1982 Data: These data are very provisional.

FIGURER/LIST OF FIGURES

1. Total Delivered Energy to the Residential and Commercial ("Other", "Ovriga") Sectors. Values are for Sweden, with the shares of residential and commercial given for select years. Source: Table 5.
2. Residential Electricity Use. Breakdown by Subsector. Subsectors are the tariff/customer classes recognized by SCB in its yearly Electric Power Statistics. See text for explanation of how "net" consumption for farms and building maintenance ("fastighets förvaltning) is defined.
3. Sweden: Breakdown of Electricity Consumption by End-Use. Source: Table 9.
4. Energy per Capita: Primary, delivered, net Source: Table 5.
5. Appliance Ownership Saturation In Sweden 1964 - 1980 Source: Table 9.
6. Real Residential Energy Prices in Sweden 1960-1982. Source: Table 10.
7. Real GDP, PCE, DI per capita in Sweden 1960-1982. Source: SCB.

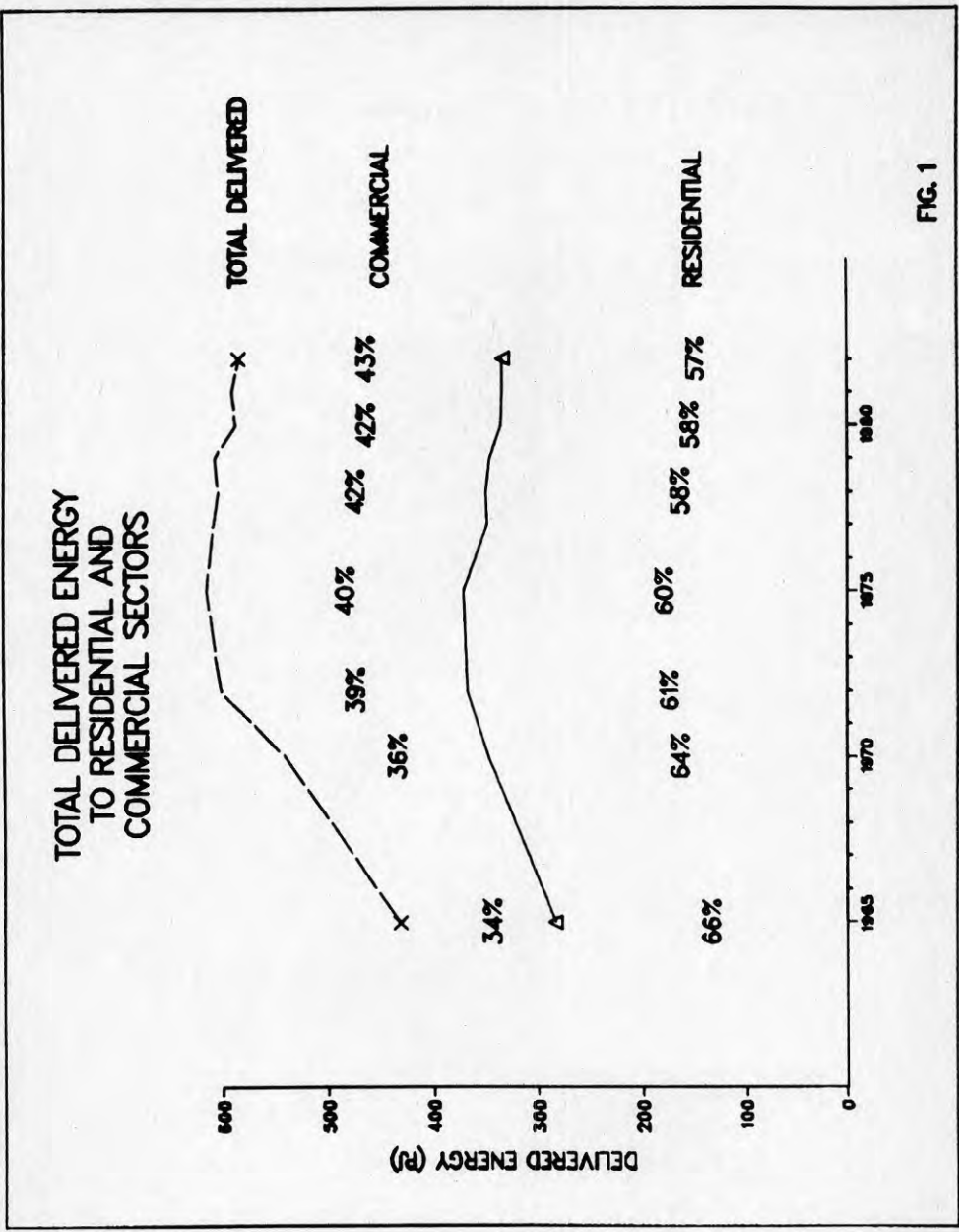
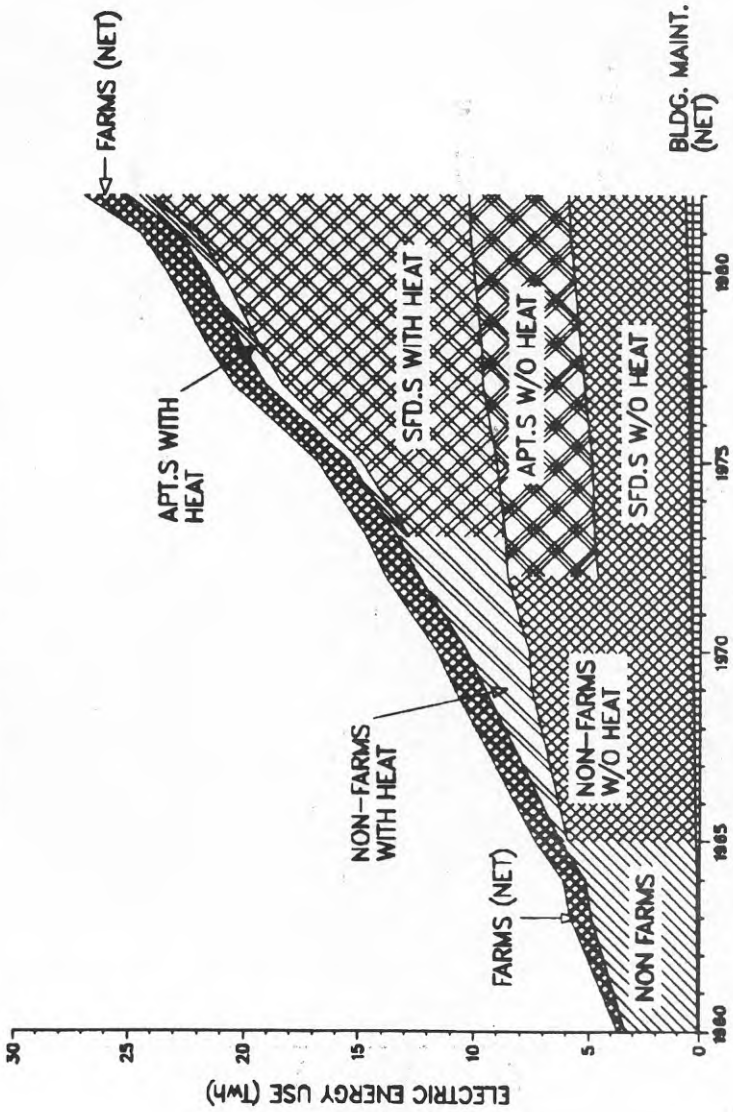
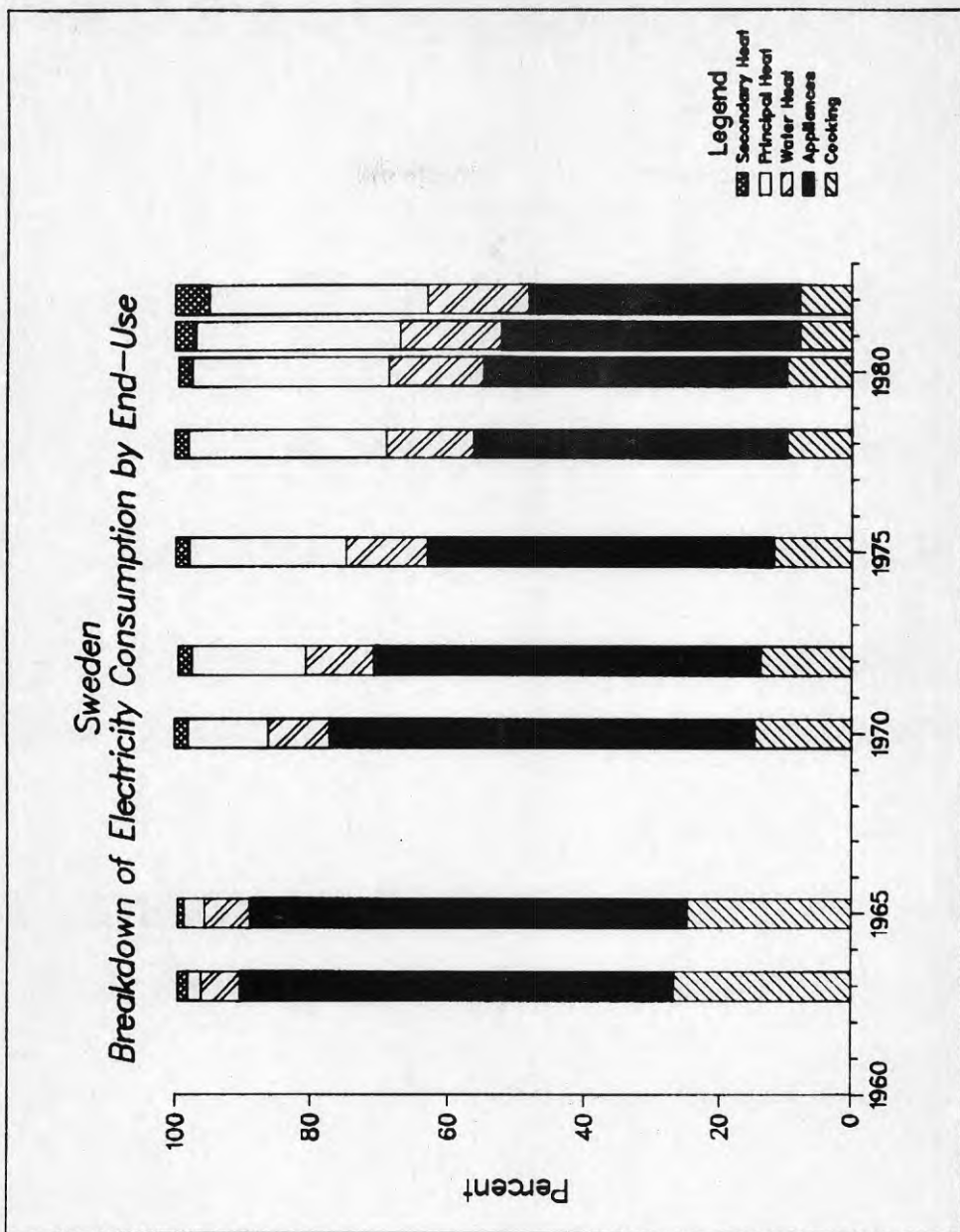
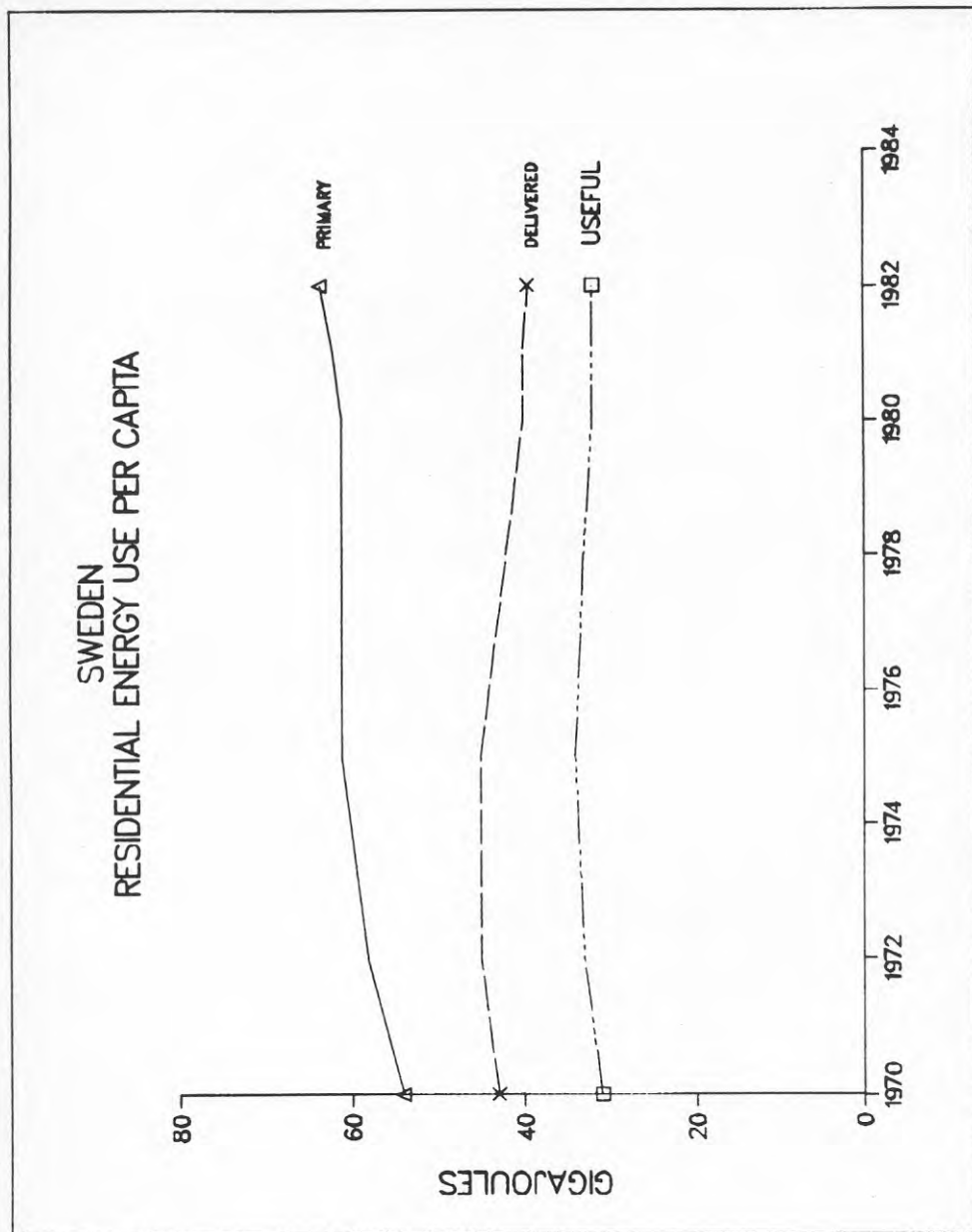


FIG. 1

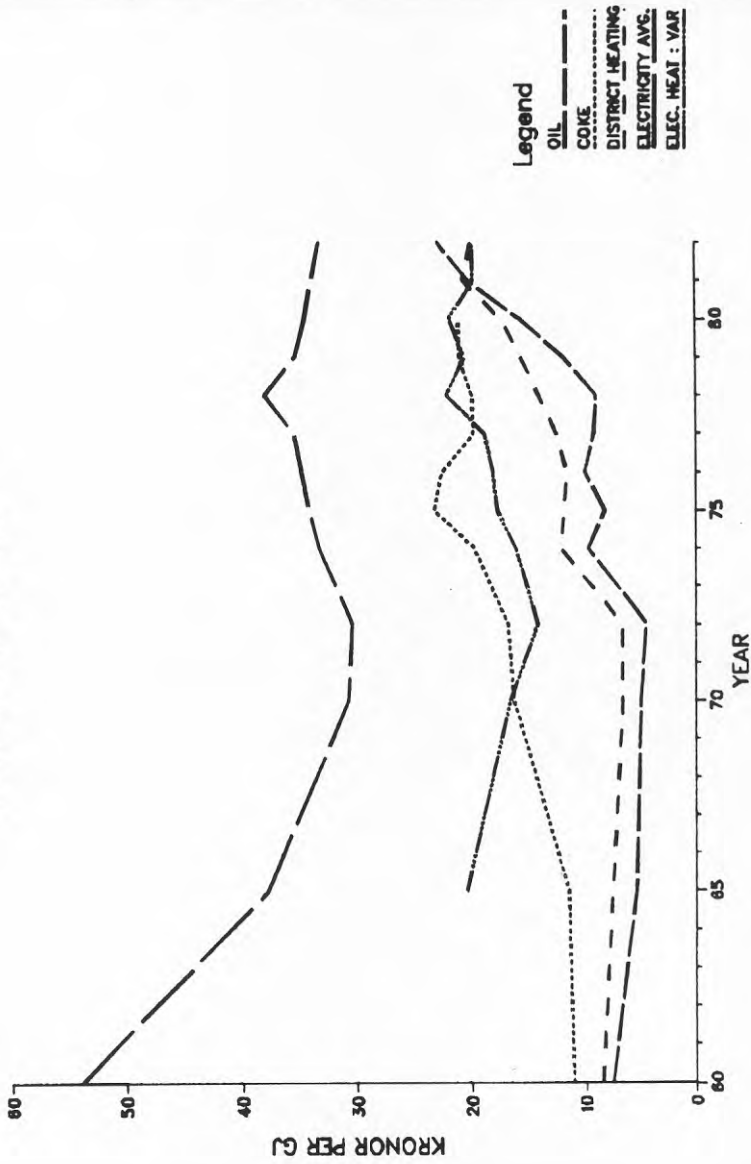
RESIDENTIAL ELECTRICITY USE BREAKDOWN BY SUBSECTOR

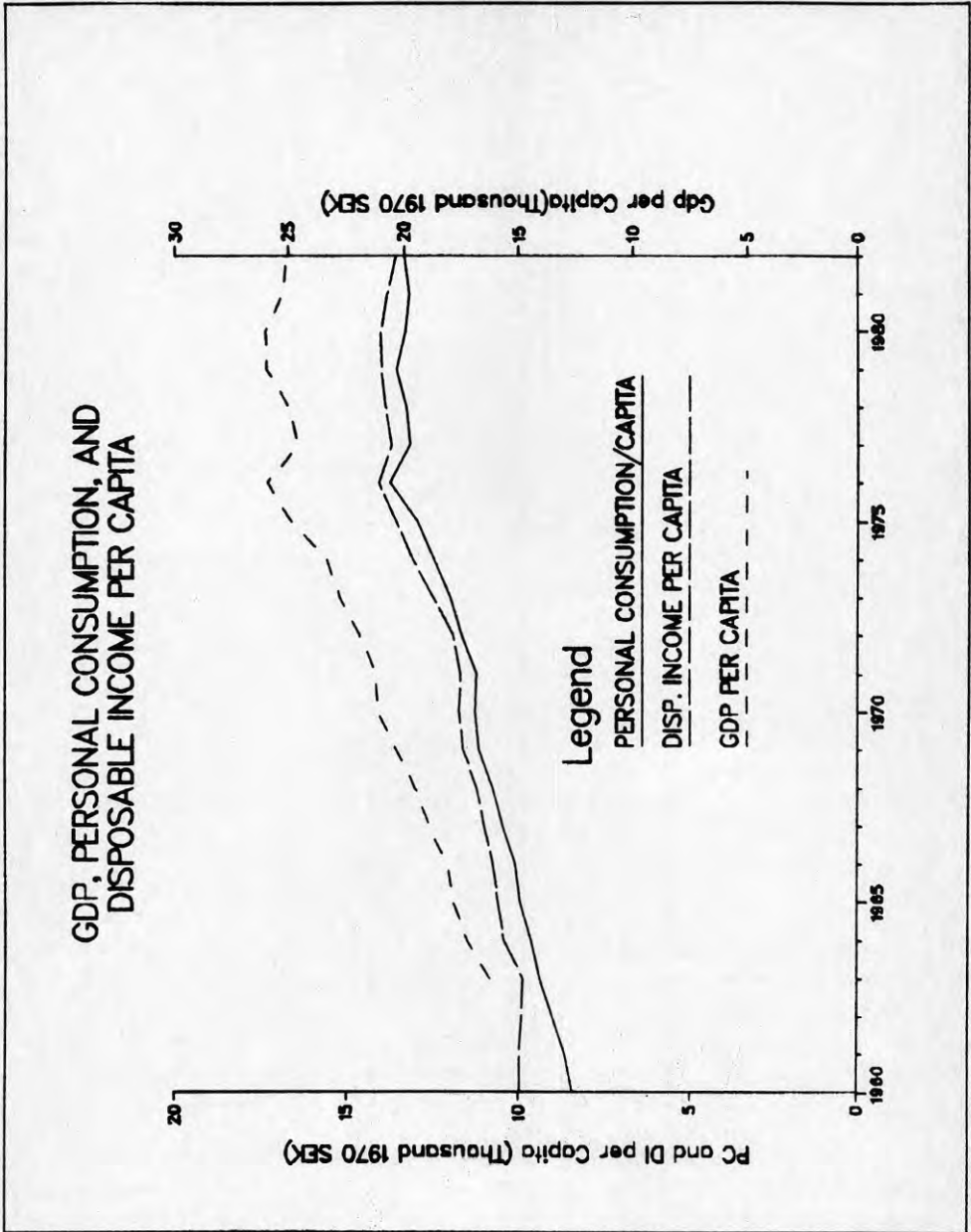






SWEDEN
ENERGY PRICES FOR
RESIDENTIAL USERS





Derivation of Heating Structure and Energy Use 1978 - 1982.

Single- and Multi-family Dwellings in Sweden.

Lee Schipper

Introduction

On the following pages we present some of the figures and assumptions used to derive the heating structure in Sweden for 1978, and 1980 - 1982. These are presented as raw worksheets to assist readers of the main study in seeing how published figures are adjusted to give those used in the text. This note is not intended to serve as a separate publication.

In the main text, trends in residential energy use in Sweden were analyzed based on data gathered by an ongoing project to collect and analyze data describing residential energy use in the major OECD countries in the 1960-1983 period. Other papers described herein and forthcoming discuss the residential energy use situation elsewhere. References are found in the main text.

Details of the derivation of heating structure and use are given in the material following. We used Energistatistik for Smahus (ESH) for single-family dwellings (SFD), Energistatistik for Flerfamiljshus (EFH) and Energistatistik for Lokaler (EL) for multi-family dwellings. The 1980 Folk-och Bostads Rakning, the 1976/7 SIB Building Survey, and other minor sources (SIFO for SFD for 1978 and 1981) were also used for heating structure. Gas Statistik, and Energiforsorjnings Rapporter, El och Fjarrvarme Statistik (EOF), all from SCB, are also used to determine consumption.

The basic method relies on the homogeneity of heat and hot water systems in Sweden. In almost any dwelling or building heat and hot water are prepared by the same system or fuel. Therefore, division of consumption by number of systems, or data from surveys, yields unit consumption estimates for these purposes, which can be further split by assumptions about hot water use reviewed in the text. To the extent that the estimates of hot water use are incorrect, changes affect heating considerably less since on the whole only 20-25% of the energy in the combined pool was deducted for hot water. For this reason we do not analyze hot water in detail.

We used EOF to estimate electricity use in farmhouses, since ESH omits this item. To do this we look at total consumption per farm subscriber and subtract a nominal sum to represent farm machinery, about 800 GWH/yr during the last part of the 1970s. This adjustment is discussed in the text. We also estimated apartment electricity consumption from EOF, using direct deliveries, collective deliveries, and 25% of building maintenance (Fastighets forvaltning). These estimates for the residential parts of farm-consumption and building maintenance may be slightly too low, leaving total actual residential consumption as much as 0.3 - 0.5 TWH too low for recent

years. This error only amounts to about 0.8 - 1.2% of 1% of total consumption, so it can be ignored.

The basic method for developing heating structure involves the modification of these two surveys (ESH and EFH) to include all dwellings, estimating the numbers (and consumption) of those classes of dwellings (new, rehabilitated, in offices (EL), excluded from these surveys or counted but classified differently. For example, homes using coke, gas, kerosene, and apartments using wood are counted as "annat" (other) by these surveys. After dwellings are counted according to the surveys, they are reclassified, then "missing" dwellings and fuels are added in, the new and rehabilitated dwellings added, and the totals presented. For several of the years shown, unit consumption and total consumption by each type is shown.

Single-Family Dwellings.

ESH, the survey, covers homes built through a certain year, which may lag the year of measurement by several years. For 1978 and 1980, the selection included only dwellings registered in 1976 or before (1977 for farmhouses). For 1981 and 1982 more detail was available, so the number of missing dwellings was much smaller.

To add in new dwellings, their numbers are estimated from loan data (-1979) or from completion data (1980 -), and are added to those in the surveys. The distribution of two-family dwellings, which ESH counted as one house, is then estimated from special, unpublished runs of SIB 76/77 (S. Hammarsten, priv. comm.) and ESH 1981 (G. Bjorck, priv. comm.). These dwellings in two-family houses are added to the numbers of houses given in ESH. For 1978 and 1980 the number of dwellings that were renovated after 1975 -- ie, removed from "mothballs" -- and therefore not found in the 1978 and 1980 ESH sample are also entered.

Then the survey categories are reclassified for our purposes -- mixed systems are reassigned to their principal heating source (oil, wood, or electricity), the fraction of each fuel's share that is non-central heat is estimated, and the shares of kerosene, gas, and coke are found. This can be estimated from tables in ESH showing principle system vs. principal fuel: Homes using oil but having no boiler were classified as non-central using kerosene; those using wood without a boiler and without electricity were classed as wood (non-central); those with neither a boiler for the common fuels that did not use any of these fuels were classified as "gas", while those with solid fuel equipment that did not use oil, electricity, or wood were classified as "coke".

Unit consumptions for most fuels are given in ESH; for electricity use in farmhouses we estimate using data from other SCB electricity surveys. Unit consumption for new homes is estimated (as about 15% below that of the most recent vintage given in ESH) and shown in the table. The totals -- dwellings, unit consumption, total

consumption -- are shown first from ESH ("E-STAT"), then reclassified. We then add 2-family dwellings (whose consumption was counted in ESH), then renovated dwellings, new dwellings, then the grand totals. For gas we use data from SCB; for coke (central) and kerosene (stoves), we guess using EK-667 as a guide. For "kvartercentral" we use the unit consumption of homes with "only oil" reduced by about 20%, since these homes tend to be smaller row houses. For district heat we use SCB data for consumption in single family dwellings.

Apartments

For MFH, a similar procedure is followed. However, EFH did not initially give numbers of dwellings, only heated net and gross area, the latter including garages, non-dwelling spaces and offices in residential buildings. Like EFH, MFH also excludes certain classes of dwellings, and covers a sample that tends to exclude new construction over the previous years. However, EL contains the spaces and heating systems/consumption of dwellings in buildings that are principally non-residential in character. Since the 1982 EFH contains numbers as well as areas -- ie, unit areas -- and the 1981 and 1982 EFH contain valuable comments about the coverage of the sample, we can estimate the non-coverage in 1978 and 1980; by noting the increase in the number of pre 1975 dwellings in the 1981 and 1982 surveys we estimate that the dwellings omitted numbered 160,000 in 1978 and 107,000 in 1980, while the surveys themselves covered 1.77×10^6 and 1.80×10^6 respectively. There were 110,000 and 70,000 dwellings, respectively, in EL, and new construction amounted to about 20,000 in 1978 and 16,000 in 1980. (1980 details are not shown herein.) The 1981 totals, which contain buildings built through 1980, check well with the 1980 FOB; the same is true for 1982.

To estimate energy consumption, we note the breakdown of heavy (E02-5) and light (E01) oil in 1979-1982 and derive an average energy content of 36.8 MJ/l of heating oil for apartments. For centrals (where only energy cost or actual metered hot-water is shown) we assume that with combustion losses the actual consumption is the same as that for buildings with an 80% combustion efficiency, so we use the oil heating intensities. Knowing apartment sizes we can then break out hot water, by assumption lying between 22GJ and 17GJ/apartment and year. For District heating the total consumption is broken off directly. For electricity data are taken from electric power statistics, since those in EFH are incomplete. The same is true for gas; wood and coke use are guessed.

Errors arise because of both statistical errors in the ESH, EFH, and EL sampling processes (discussed therein) and because we have had to guess the distribution and consumption of homes not in those surveys. For SFD, these errors are greatest for 1980, where we add about 200,000 SFD to ESH. However, the assumed unit consumptions are close to those for SFD built 1975-1977. Even if the unit consumptions are incorrect by 20%, these SFD represent only 15% of the stock, so the total consumption error is of the order of 3%. Coke, gas, and kerosene together add to only about 3 PJ of consumption; a 20% error is insignificant compared to the total for all 1.6×10^6 SFD.

For MFD the lack of the numbers of apartments by heating system initially made estimates difficult, since it was not possible to compare the coverage of EFH with the census. Fortunately the estimates made herein of the size of apartments by heating fuel (based on SIB 76/7 and FOB) were proven correct by EFH 1982. It is still possible, however, that roughly 5% of the number of MFD with oil or DH are confused because survey respondents are unsure of definitions. Moreover, the total coverage of the surveys in 1978 and 1980 is still uncertain, so there is an uncertainty in whether total consumption, as given in EFH and EL, includes "missing" dwellings or not. For 1980 this error might lead to an undercounting of 2-3PJ of oil, although LGC estimated this oil use in his work. This undercounting may hide some of the drop in consumption between 1980 and 1981.

With these generic comments, we turn to some of the raw tables showing how total numbers of dwellings by fuel, and consumption, were derived for various years between 1978 and 1982. The detailed description for 1981 and 1982 should guide the reader to the actual counting procedures used.

DERIVATION OF STOCK FIGURES, SFD, 1978

10 ³	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	OIL +WOOD	OIL+EL +WOOD	GAS	COKE	WOOD	WOOD+EL	EL	OTHER
E-STAT, (10 ³)	1403	45.7	26.7	603.9	171.9	8+16	-	->	84.2	150.3	287.5	
RECLAS, 10 ³ (non-CH)	1403 (72)	45.7 -	26.7 -	-> -	800 -	<- -	9 -	5 -	63.0 16.2	25/110 15	2788 25	8.2
GJ/dw	-	98	120	144	<-	<-	<-					
2-FAM, 10 ³ (non-ch)	70 -	- -	- -	43 -	(8 -	5+5) -	- -	-> -	5 1	- -	18 -	2 1
NEW, 10 ³	40	13.0	1.3	5	(x	x)	0	->	5	-	18	2
RENNOVATED (10 ³)	40	-	-	20	(5	5)	-	-	5	4	5	-
TOTALS, 10 ³ (non-CH)	1552 70	58.7 -	28 -	907 -	(200 -	30) -	8 -	5 -	70 40	<-> 25	440 -	- 7.0

Note: Figures separated by + refer to the division of multi-fueled homes into the first and second fuels, respectively, or to the two(three) fuels used in a home given under "oil" or "electricity".

DERIVATION OF STOCK FIGURES: MFD, 1978

10^3	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	ELECTRIC	OTHER (GAS WOOD COKE/KERO)
E-STAT, $10^6 m^2$	128.2	54.27	8.46	61.35	3.46	0.74
-, %						
#, 10^3	1770	727	119	867	47.5	10
Total PJ	..	44.1	8.76	63.4	..	..
IN OFFICES, $10^6 m^2$	8.78	1.28	0.18	6.71	.14	.48
#, 10^3	110	15.8	2.2	83.9	1.8	6.1
PJ	..	1.08	0.18	6.86	..	..
TOTAL ESTAT, $10^6 m^2$	137.0	56.0	8.64	68.06	3.6	1.22
TOTAL, 10^3	1880	743	121	951	49.3	16.1
PJ	..	45.2	->	72.3	..	..
NOT IN E-STAT*, $10^6 m^2$	..	..	..	..	..
10^3	160	63	10	61	4.2	22
PJ	..	3.83	->	6.72	..	..
NEW, $10^6 m^2$	..	..	..	..	..
1976/7 (excl SABO)	13	..	..	..	..
1978 (1/2)	6.75	..	..	..	..
NEW, 10^3	19.75	12	2	2	4	0
Unit Cons., GJ/Unit	..	50	->	60	..	
Total New PJ	..	0.6	->	0.25	..	
TOTAL, $10^6 m^2$						
TOTAL, 10^3	2059	818	->	1148	57.5	46.5
(non-CH), 10^3	(28)	..	..	..	..	(28)
UNIT CONS, GJ/ m^2	..	0.807	->	1.035	..	
UNIT CONS, GJ/UNIT	..	60.8	->	73.9		
TOTAL PJ	..	49.6	->	86.1		

HEATING STRUCTURE IN 1980

The heating structure is derived in the following sections.

Single Family Dwellings

The following procedure was used to estimate the heating structure and consumption for 1980 for single-family dwellings. SCB's Energistatistik for Smahus 1980 (E:1981 13.3, Dec. 1981, herewith called ESH) was used to determine the heating structure of all houses built through 1976 as well as farmhouses built in 1977, of which there were very few built in 1977. Then the SCB reports "Laneobjectstatistiken" (LOS) for each year hence were used to estimate the heating systems in the dwellings built with state loans granted in 1977-1980.

For each year the total number of dwellings finished, not necessarily the same, was also found in SIND "Energioversikt 1981".¹ (Between 7 and 13% of all homes are built without state loans). The data on houses are divided into those built by owners and those built in groups (ie, by developers); the average heating structure for these groups was applied to the remaining dwellings. Using this approximation the number of dwellings added to the stock in 1977-9 and half of those built in 1980 were added to the heating stock.

Homes with oil include those with only oil and those with oil and one back up (wood or electricity, respectively, in the table) or with both backups (counted under oil+wood). Kvartercentral (heat centrals) were added to these. The number of homes with district heat in ESH as 48,000 at the end of 1976, about 10,000 higher than that given by SIND or SCB. Accordingly it was assumed that this many were confused with heat centrals by interview respondents, so the latter number was increased by 10,000. Both types were then increased by the procedure described above to account for newly built homes.

The number of gas heated homes was given by SCB; the number of coke and kerosene (or LPG) homes (the former with central heat, the latter without) were estimated as 5,000 each based on the residual "other" in ESH. These "other" ("annat") were homes that both had no central system for wood, oil, or electricity and did not use any of these as fuels. A large number (circa 25,000) had no central system but used electricity or electricity and wood. It was assumed that all new homes had central heat

and none used kerosene or coke.

Electrically heated homes were counted similar to oil-heated homes, with and without backup. The total using electricity as a principal fuel agrees quite well with the number of SFD registered for electric heating by utilities and given in EoF 1980.

Wood heated homes were either counted as those using wood as a single source or those using wood as a back-up for another source. A small amount of fuel here (~ 0.2 PJ) was used for cooking.

By this procedure the total number of SFD in 1980 (mid-year) becomes 1.481×10^6 . Compared with earlier years or with a simple extrapolation of the 1975 census² there is a paucity of approximately 112,000 dwellings; however, when 2 family dwellings and renovated dwellings are put in, the total becomes to 1.61×10^6 , close to that in FOB.

The Table for SFD shows the manipulations that were used to add the pre-1976 and post 1976 stock in 1980. It was assumed that post-1976 dwellings used 20% less heat+hot water than the average of those existing before 1977 for each system/fuel combination. The total stock-wide energy intensities are averaged for each system. Finally, they are aggregated over principal fuel, and back-up is shown both according to principal fuel backed up and with total consumption for each fuel. Thus energy/dwelling for single- and multiple-fuels can be estimated.

The total number of dwellings given in ESH (labelled "ESTAT") and their its by fuel used is shown first; among "other" we break out gas. Specific consumption is given in ESH for all individual systems; we estimate kv. cent. at 110 GJ/dw and calculate DH from EoF, based on our total number of dwellings. Gas data are given in SCB "Gasstatistiken", while coke and kero are given based on assuming that the coke houses have central heat with water, the kero (or LPG) houses stoves only. There are about 18,000 homes in ESH that do not have wood, oil, or electricity-based systems and do not use any of these fuels as a principal fuel, of which nearly 8,000 use gas. Estimates from EK67 are used for specific consumption for kero and coke.

When adjustments are made for back-up fuels in the stock of electrically heated homes we found 492,000 of these; SCB (El och Fjarrvarme Statistiken, [EOF]) listed 541,000; we add two family dwellings to the ESH data. Differences between ESH and EOF arise because of the definition of electric heating subscriber; these are

discussed in the 1981 and 1982 notes.

For electrically heated homes 5,000 kWh/dw has been removed to reflect appliances and cooking; for all the remaining dwellings the consumption reflects heat and hot water. More recent evidence (see 1981 notes) suggests that this overestimates appliance use by about 500 kWh/home, or nearly 0.5 TWH (~2GJ) for all the non-electrically heated homes. This electricity is actually used by about 50,000 homes as "hidden heat" ("dold elvarme") using roughly 8 - 12,000 kWh per home, too little to make electric heating subscriptions economically attractive. Much of this may have been consumed by farms.

Oil, gas, and DH consumption figures also include hot water, while 75,000 (according to ESH) of the wood-fired homes use central boilers that we presume provide hot water as well. When the numbers of each kind of these dwellings are multiplied by their specific consumptions, the totals in PJ are obtained that are shown.

To bring the stock up to date we also show additions by fuel type, under new, below. Assuming that new use 20% less than the stock average, not unreasonable considering that the 1975 building code, covering all homes built after 1976, required a far greater reduction in heat losses compared to pre-1977 construction. When the age of the stock and the modifications since 1973 are considered, however, as well as the large (~25%) share of energy that goes to hot water, this estimate of a 20% reduction in total energy seems reasonable and agrees with the rough reduction seen in ESH-81 for homes built in the most recent years.

Total consumption in all homes is given in the next section, along with the specific consumption obtained by averaging existing and new dwellings not covered by ESH. Note that figures are given to show specific use of each fuel in each combination; these may be added to obtain the total energy use measured at the building boundary per dwelling.

We then aggregate the multiple systems by principal fuel; electricity, oil (including kv. cent.), wood, district, gas, coke and kerosene. The number using a given fuel as a backup fuel is given, followed by the number for each principal fuel that also use a back-up. Because some dwellings use three fuels the former is greater than the latter. Then all fuels are added to show the average consumption/dwelling for each dwelling according to principal fuel but including back up. (We ignore back-up fuel in dwellings using Kv, DH, kero and coke but there is certainly some

electricity used here.) Then the total consumption of each fuel, aggregated by principal fuel and in each kind of dwelling, is shown. The first row cannot be added to the next three. The results are shown in the SFD Table.

Multi-family Dwellings.

The basis of this survey is the Energistatistiken for Flerbostadshus,³ This document gives the heated areas of all apartment buildings finished through 1978 as well as those from Almannyttiga Bostadsorganisationer through 1979 (who comprise roughly 40% of the total stock). Additionally El- och Fjarrvarmestatistiken (EOF) appears yearly with consumption of electricity and district heating in apartments, as well as number of subscribers. The latter are used to resolve conflicts in the data discussed below.

In 1978 there were about 2.05×10^6 apartments in MFD or in non-residential buildings; some of these were not covered by EFH (an unknown fraction) because they were in buildings with more than 50% of the area used as offices, others because they were too small; we guess that these numbers might comprise 100,000 dwellings. Thus the basis for the present statistics is somewhat uncertain. Dwelling numbers are not given in ESH-80, only areas. However, this uncertainty appears to have been resolved in 1982; we used information from that year to estimate the area/dwelling in 1980. When this information is included the total number of dwellings becomes about 2.05×10^6 , close to the number in FOB-80. Thus there was almost no change in the number of dwellings between 1975 and 1980. Total consumption in these dwellings for oil heat, district heat, and in a few cases kvarter central (groups of buildings heated by a common oil fire) and electric heat are given, as are unit consumption (energy/floor area). Lars-Goran Carlsson added up oil consumption independently using EFH and EL; ultimately we adopted his figures for consumption.

In the present work we used data from other SCB publications to determine the mid-year number of apartments using gas, and to estimate the consumption of electricity, because the EFH electricity data are very incomplete. The number of gas-heated dwellings lies in "other" in EFH and is not studied by them. The number of DH-dwellings given by SCB in DH data is considerably smaller than their proportion in the total heated area in the EFH, but this turns out to be well explained by differences in area/dwelling. The number of electrically heated dwellings agrees

very closely with the number given in SCB Elstatistiken; the remaining must be heated by oil. These relationships are constant through the years covered by EoF, EFH, and SIND.

The calculations are shown in the MFD Table. First we show the midyear (my) figures for numbers of apartments as given by SIND; for comparison endyear numbers of district heat apartments (EoF) are shown in parentheses. (SIND does not breakdown "other" into oil, centrals, gas, or other fuels.) We also show EFH figures for each year, calculated by applying shares of total dwelling area (dw.area) to SINDs figures of total dwellings.

For 1980 we show the EFH living areas in each heating system, the percentage, and the total heated area in all building for each heating systems. We add dwellings in non-residential buildings and new dwellings. For completeness demolitions in that period, mostly of oil and "other", are also shown. Then the numbers actually adopted are shown; specific consumption is used to derive total consumption for oil and kv. cent1, while sales are used to calculated electricity DH, and gas use.

For consumption, EFH gives the total consumption of oil in M^3 and an estimate of the breakdown between light oil and heavier oils, allowing a rather precise conversion to energy units with light oil at 35.6 MJ/liter and heavy oil at 38.9 MJ/l. We reckon dwellings with kvartercentral as those heated by their own oil fires, using the proportion of area in each kind to approximate the fuel consumed for these dwellings. Kvartercentral are more efficient at converting fuel to heat than apartment boilers, but there are some local transmission losses. Those few apartments whose consumption/area from heat bought from kvarter central use about the same amount of heat as dwellings in buildings with their own fires burning at roughly 80% conversion efficiency. However, EFH shows only purchases of heat, or purchased energy, not losses. These numbers (marked with *), when adjusted for 80% boiler efficiency, yield about the same energy/area as those for own boilers.

Total consumption of electricity for heating and hot water is taken from EoF using the year total consumption of electricity in the apartments with electric heating, minus the average for dwellings without heat to account for cooking and appliances. Total consumption of DH is also taken from EoF, but for 1981 and 1982, years for which the EFH+EL sample is nearly complete, this figure is close to that figure given in EFH for 1981 or 1982.

EFH covers apartments that were finished by 1978. To add 1979 and 1980's production we note that the shares of fuel sources in dwellings granted funding in 1978-80 are available; we assume that these shares can be applied to dwellings completed in 1979 and 1980. For 1979 only 60% of the new dwellings are added, for 1980 only 50% to account for partial inclusion of 40% of the stock in 1979 (SABO) and the fact that we used mid-year dwelling numbers for 1980. These additions are shown below. When the total consumption of district heating given in ESH is compared with that given by SCB-EL it is found that the former is a little less than the latter, corresponding to the somewhat smaller number of dwellings included in the ESH.

RESIDENTIAL ENERGY USE IN SWEDEN IN 1980

To assemble 1980 energy use, we first determine the heating structure, separating dwellings by type and whether or not they have central heat, as well as by fuel. Energy use for heating and hot water is taken from a variety of surveys. Then we split hot-water and heating, based on EBU and other material discussed in the text. Cooking energy is taken from gas and electricity-industry statistics; the remaining electricity is assigned to appliances. The results for 1980 (and many other years) are shown at the end of the main text. We review here the method for each source or end-use for 1980. Similar information was used for 1978, 1981, and 1982, while for earlier years more approximations were used, owing to the lack of surveys of both heating structure and unit consumption.

Oil. Consumption in SFD is estimated from SCB/ESH with consumption in post-1976 dwellings estimated at 80% of pre-1976. Hot water assumed at 30% of corrected consumption. MFD consumption calculated from SCB/EFH using their value of 1.04 GJ/m² net living area corrected upward for 12% greater total area/ building and multiplied by 62 m²/dwelling. Includes "kvartercentral" (heat centrals). A small number with wood, kerosene, or coke may be included. Assume 33% of corrected consumption in apartments goes to hot water.

Kerosene and coke. SFD estimated by noting that SCB/ESH finds a number of SFD that did not have a central system ("panna" or electric) and did not use wood or electricity. Of these 18,000 nearly 8,000 used gas in 1980. We assume that 5,000 of the rest used kerosene (fotogen) or LPG (gasol) and that none had central heating. Those using an unspecified fuel that had a central system that could use wood were

assumed to use coke. The number of apartments with these fuels is unknown, but we suspect there were a few thousand with coke-fired systems and a few thousand with kerosene stoves. The total consumption figures shown add to about 80% of the residential/commercial deliveries of these fuels.

Gas. MFD: Gas data are from SCB; the number of apartments with heat was estimated from total consumption of heating subscribers divided by estimated 40GJ/dwelling; 5,000 hot water heaters estimated based on surveys of gas utilities conducted by LBL covering period through 1979; unit consumption estimated from German data, and agrees with material from Stockholm. MFD without heat assumed to have stoves only, which probably introduces a small error by missing some hot water heaters; we assume very little central heat/hot-water systems. Number of SFD given in Gas statistics of SCB, using average of 1980 and 1979 year-end totals; all assumed to have central heat and hot-water heaters; stoves in these dwellings counted under cooking, with unit consumption based on data given for a few hundred SFD gas customers without heating.

Wood. We assume all wood consumed in SFD according to patterns given by ESH. Consumption in post-1976 homes calculated at 80% of the pre-1976 stock averages in ESH, with shares as primary or back-up fuel estimated from ESH and new construction data. From ESH it is known that about 28,000 dwellings use wood or wood or electricity but do not have a boiler or combi-boiler (panna, combipanna); these are assigned non-central heating or stoves, producing no hot-water. From the remaining 75,000, 20GJ/dw. are subtracted for hot-water production. The average heating therefore reflects central and non-central heating.

Additionally 14.82 PJ was consumed in homes with oil or electricity as principal heating fuels; these are shown and counted in the total heating for the entire stock. Finally, 66,000 SFD are assumed to have wood cooking stoves, based on the saturation of gas and electric stoves/ovens. It is not known how often these are used. 3 GJ/dw is estimated as unit consumption, and the resulting 0.2PJ drawn from the total wood used as a back-up fuel.

District Heating. SCB-EoF gives the number of DH subscribers at year end 1978 and 1980, and total consumption, for SFD and MFD. Total numbers of dwellings are also given. ESH gives a greater number of SFD with DH that existed in 1976 than can be accounted for by those that existed plus conversions; when new DH SFD are included the total is far greater than given in SCB-EoF. Consequently the SCB-EoF figures

are used and the difference ascribed to confusion between heating centrals and DH. 10,000 dwellings are added to centrals and counted with oil. For MFD, the unit consumption obtained from multiplying the specific consumption given in EFH by $62 \text{ m}^2/\text{dw}$ agrees well with that obtained by manipulating the consumption and number of dwellings given in EoF.

Hot water was subtracted from heat by assuming 20GJ/dwelling for SFD (about 20% of total consumption) and 17.3 GJ/dw for MFD, based on an estimate by Stig Nilsson of HSB, Stockholm.

Electricity. Total electricity consumption comes from EOF, 1981. We count all agricultural households though the number of subscribers is significantly less than the number of homes on farm property given in SCB:ESH. To this is added all consumption from other SFD. For MFD, all consumption including collective deliveries is added to 25% "fastighets forvaltning" (building maintenance, ie. collective spaces in apartments), Summing these gives consumption in all permanent dwellings as well as a number of secondary residences. (SCB counts summer homes separately; these are not included here.) Because of dual subscriptions and secondary residences, the number of subscribers overestimates number of dwellings. Thus the unit consumption for appliance electricity is based on first the number of homes counted as electric subscribers, then the number counted in the heating data.

Electric heat/hot water consumption for SFD derived from ESH; For MFD it is taken from EOF noting for each kind of subscriber the unit consumption with and without heat; the values without heat are subtracted from those with heat to obtain heating+hot water, weighing average of direct and collective deliveries for MFD. Water heat is subtracted based on assumptions (see below) to obtain space heating.

So-called hidden heat, or electric heat from portable or permanent heaters used in homes that do not use enough electricity to get the electric-heat tariff ("dolda elvarme") is considered here as explained above and in the notes for 1981 and 1982. The ESH survey asked respondents both what they had for principal heat system and what fuels they actually used. The number of respondents who did not have electricity as the basis for their principal heating system, nor had a combi-boiler for fuel and electricity, but who declared they used electric heaters for a secondary source (Tabel 17 and 32 in ESH) is about 25,000. But 34,000 homes said they used electricity as a back-up for oil or oil plus wood. While it is likely that some of the latter group used more electricity than fuel, it is also likely that many of the

new homes not counted in ESH-80 used some electricity for hidden heat. Hence we believe that 50,000 SFD with hidden electric heat is a reasonable estimate.

Hot water is assumed to be electric in all electrically heated dwellings, and subtracted at 3.3MWH/MFD and 5MWH/SFD based on EBU 1975. We estimate that an 300GWH is consumed for water heating in homes not heated with electricity ($\sim 60 \times 10^5$ hot water heaters @ ~ 5000 kWh/device). These are indicated in several surveys carried out by Vattenfall under "separate hot-water"; in 1978 we counted 100,000 of these but assume that at least 50,000 are now counted through our increased counting of electrically heated dwellings, namely, those using electricity as "hidden heat".

Electric stoves are estimated to use 750 kWh/unit, 900 in SFD and 550 in MFD, somewhat higher than used in CDL but consistent with earlier studies and data from Denmark. The numbers of dwellings are extrapolated from CDL81 data for 1978, keeping in mind the decrease in gas stoves and increased use of wood in SFD. The saturations for SFD and MFD are applied to 1.48 and 2.09×10^6 dwellings respectively.

When the totals for heat, hot water, and cooking are subtracted from total electricity, the remainder is ascribed to appliances. Hot-water preparation in washers (as much as 400kWh/SFD with both kinds) is included here for consistency with data from other countries. It is not known what fraction of washers heat their own water. Additionally the total consumption in secondary dwellings is left in, since it cannot be properly separated out. Thus two figures are given for electricity per dwelling, one based on the number of dwellings used for estimating heating structure, the other based on the total number of subscribers to electricity. The latter is used in calculating the the ratio of appliance electricity to disposable income.

Climate corrections were made by dividing actual heat consumption by the ratio of degree days to those in a normal year, 1.116 for 1980. This differs somewhat with methods used by SIND and elsewhere. The figures in the "heat" column are uncorrected, but all ratios and indicators apply to corrected heat and total consumption. Totals shown for "corrected" may be re-worked with the information given.

DERIVATION OF STOCK FIGURES, SFD, 1980

	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	OIL +WOOD	OIL,EL +WOOD	GASCOKE	WOOD	WOOD +EL	EL	OTHER	
E-STAT (10 ³)	1345	48.97	20.24	457.33	268.42	15.5+8.9	-	101.36	154.88	250.06	17.55	
GJ/DW												
PJ			->	98.75	<-	<-						
RECLASS (10 ³)	48.97	20.24	752.12	<-	<-	7.4	6.5	79.4	39.3+109.72	50.06	-	
(non-CH)	31.5	-	-	-	-	-	-	22.0	6.5	-	3	
2-FAM (10 ³)	60	-	-	44	<-	<-	-	4	6	30	-	
NEW (10 ³)	140	24	2.5	16	8	<-	-	1	6	82	-	
RENOV (10 ³)	62	-	-	36	<-	<-	-	5	7	14	-	
(non-CH)	3	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	
TOTALS 10 ³	1615	63	->	863	<-	<-	7.8	5.5	122	<->	550	3
GJ/DW	..	99	->	124.9	115	105	105CH	e	46.0CH	50K
	w	ew	50non-CHw	
PJ												

Note: Figures separated by + refer to the division of multi-fueled homes into the first and second fuels, respectively, or to the two(three) fuels used in a home given under "oil" or "electricity".

DERIVATION OF STOCK FIGURES:MFD, 1980

	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	ELECTRIC	OTHER:	GAS	WOOD	COKE
10 ³ E-STAT, (Total)	10 ⁶ m ²	132.9	61.9	5.06	61.8	3.46	0.80		
% #, 10 ³ (Net)	1888(?)	848	69.8	900	48.9	10.5			
-,	116.9	54.1	4.6	54.1	3.2	0.7			
	%	100	46.5	3.93	46.3	2.75	0.6		
IN OFFICES, 10 ⁶ m ²	7.33	1.08	0.15	5.39	0.18	0.53			
#, 10 ³	67(?)	10	1.35	49	1.8	4.8			
TOTAL ESTAT, 10 ⁶ m ²	140.2								
TOTAL, 10 ³	1955	858	51	949	51	26->	12	5	2
NEW, 10 ⁶ m ²	1.1	..	..	..	..
NEW, 10 ³	23.6	16.0	1.1	4.0	2.4	0.1			
NOT IN ESTATx10 ⁶ m ³	3.5?	..	..	..	..	..
NOT IN ESTAT, 10 ³	67?	40	->	40	16	..			
TOTAL, 10 ⁶ m ²	144.8								
TOTAL, 10 ³	2042	921	->	1040	63	->	4.3/2.7	2.5/3	2.5/2
(%)	100	45.1	-->	51	3.1	..	0.3	0.3	0.2
UNIT CONS, GJ/m ²	..	0.81	0.73	1.04	0.71	..			
UNIT CONS, GJ/UNIT	..	60.45	52.05	73.4	53.3	..			
TOTAL PJ	..	55.7	->	76.3	3.4	..	..

NOTE: Consumption of electricity very uncertain because of non heating/hot-water component. Consumption of centrals estimated as close to that of oil.

DERIVATION OF STOCK FIGURES: SFD, 1981

	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	OIL +WOOD	OIL,EL +WOOD	GASCOKE	WOOD	WOOD +EL	EL	OTHER	
-STAT, 10 ³	1575.267	1	20.4	495.0	218.7	30.6/18.5	-	126.1	189.1	394.8	14.85	
GJ/dw	-	-	131.7	139.4	103.4o+	91.8o+	-	112.5	42.7w	69.55e	50	
					43.7w	17.0w+22.25e		+46.22e				
PJ	-	-	2.7	69o	22.6o+	4.51o+	-	14.2	8.0w+	27.46e		
					9.55w	1.09e		8.74e				
CB. 10 ³	1630	73.5	--	-	-	-	7.0	-	--	-	561.0	
PJ	-	4.3	-	-	-	-	0.8	0	0	0	[] -	
-FAM. 10 ³	38	-	-	20	<-	<-	-	3	-	15	-	
eclass. 10 ³	1630	67.1	->	803.3	<-	<-	7.1	6	129.1	189.1	409.8	2.0
(non-CH)	(33)	-	-	-	-	-	-	-	(25)	(6)	-	(2)
EW 10 ³	17	4	0.25	1.0	<-	<-	0	0	0.4	1.65 ¹	10.0 ²	0
GJ/dw	--	80	100	100	80	<-	0	0	80	35e+30e	50	-
PJ	-	0.32	0.025	0.1+	0.02w	<-	0	0	0.03	0.06w+	0.50	
										0.05e		
TOTALS, 10 ³	1630	71.1	(20.6)	804.5	(220)	(50)	7.1	6.5	129.5	190.8	419.8	2.0 ⁴
(%)	100	4.4	(1.7)	49.4	(13.4)	(3.1)	0.4	0.4	7.9	11.7	25.7	0.1
GJ/dw	108	130	123.1o	-	-	107.8	100	110	46.1e+	66.6e	50	
Backup)				+12.93w+	11.35e				42.25w			
Total, PJ	-	4.62	->	99o+	<-	<-	0.8	0.7	14.23w	8.79e+	28.0e	0.1
Backup)				10.4w+	1.09e	-	-	-	8.06w	-	14.2w	

NOTES: 1) of which 0.65 wood, 1.0 electricity; 2) of which 0.5 heat pumps; 3) approximate number of dwellings in two-family dwelling buildings by fuel, as extrapolated from SIB 1977. These are not broken down by fuel combination. 4) probably kerosene.

Figures in parentheses are not to be counted in row or column totals, but instead represent subsets.

The total for oil includes centrals and combinations with other fuels. The figures for electricity and wood include 50,000 existing wood + el (and 500 new) counted as wood in the 1981 matrix. We estimate that about 30,000 of these and the 50,000 using oil and electricity were not "electric heating" customers, using "hidden (dold) heat". Vattenfall estimates hidden heat to use about 3PJ of electricity, which is averaged over the more than 10^6 non-heat SFD. If 750kWh/dw is subtracted from their use, we obtain the average use in homes without any electric heat, 4.5 MWh/home. (This figure is subtracted from the electricity use figures given in ESH for each home that did use electric heat to get the heat (+ hot water) portion.) If these use 100GJ wood and 20.7 GJ el each, then the remaining wood + el homes use 21.7GJ wood and 55.2 GJ el each. Using this "reclassification" we arrive at 180,000 "wood heated" homes (50,000 with electric as a secondary source) and 560,000 "electrically" heated homes, of which 140,000 have wood as well. In 1981 there were approximately 560,000 SFD subscribing to electric heat. Under this scheme the "wood" heated homes 96 GJ/dw wood (17.23 PJ wood and 1.04PJ el) while the electrically heated homes used 63.7 GJ/dw el (total 35.7 PJ el and 3.1 PJ wood). The intensity of electricity use agrees well with that given by SCB for electrically heated homes in 1981. We presume that as many as 25,000 wood and oil heated homes used electricity for hot water.

Non-central heating is counted as homes using only wood without any boiler, or those using no boiler and no wood (and not gas), and a small number of electric and electric + wood combinations.

DERIVATION OF STOCK FIGURES: MFD, 1981

	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL ²	ELECTRIC	OTHER		
E-STAT, 10 ⁶ m ²	142.2	68.4	4.57	62.9	4.74	1.63	<-	<-
Area/unit ¹	71.26	72.98	72.43	68.58	70.83	-		
#, 10 ³	1995.6	937	63.1	905	66.9	22.9		
UNIT CONS, GJ/m ²	..	0.77	(0.79)	1.01	-			
UNIT CONS, GJ/dw	..	56.2	(69)	69.3	..			
TOTAL CONS, PJ	..	52.7	4.62	63.5	..			
IN OFFICES, 10 ⁶ m ²	5.35	1.86	0.05	2.82	0.29	0.32		
#, 10 ³	47.63	16	0.4	26.09	3	3		
UNIT CONS, GJ/m ²	..	0.84	0.98	0.98				
TOTAL CONS, PJ	4.4	1.60	0.05	2.75				
TOTAL, 10 ³	147.33	70.26	5.62	65.72	5.03	1.95		
TOTAL #, 10 ³	2017	953	63.5	931.1	69.9	25.9		
NEW, 10 ⁶ m ²	0.6	..	..	..	..
NEW, 10 ³	8.8	6.5	0.9	0.5	0.95	..		
UNIT CONS, new ³ , GJ/m ²	0.69	0.86	0.86	..	..	
UNIT CONS, new, GJ/UNIT	..	45	56	56	..	..
TOTAL new, PJ	0.41	0.36	0.05	0.03	..	..
TOTAL, 10 ⁶ m ²	148.1							
TOTAL, 10 ³	2052	960	64.4	931.6	70.9	26.4	3	3
-, %	100	47	3	45	3	1:		
(non-CH) ⁴ , 10 ³	10.5	..	..	..	..	6.5	3	1
UNIT CONS, GJ/UNIT ⁵	62.2	DH	KVC	OIL	<37> ⁵		35	73/30
TOTAL PJ	127.7	54.66	4.56	64.8	(2.9) ⁵	-	0.39	0.3 0.1

NOTES: 1) In from SIB 1977, average gross floor area (vaningsyta, vy) per dwelling was 88.82 m² for DH, 79.65 m² for oil and centrals, 72.71 m² for electric, and 87.75 m² for "other". Relative to the average (83.81 m² vy or 75.43 m² net floor area (lagenhets yta)), these figures were 1.06, 0.95, 0.869, and 1.047. These figures can be used to transform the relative heated area of apartments into relative numbers. In FOB-80, there are 1,995,600 apartments in residential buildings and 48,000 in non-residential buildings. From this figure we derive the average heated floor space per apartment (including about 13% non-residential space in apartment buildings), and from the differences in rooms/dwelling for each kind of heat in residential buildings, (3.232 for all apartments, 3.31 for DH, 3.29 for centrals, 3.11 for oil, 3.21 for el) we estimate differences in area, and thereby the average area/dwelling, thence the number of dwellings from the areas given in EFH. For 1982 the actual values were 1.03, 0.972, 1.003, and 0.99, as given by EFH. These values are remarkably close to those obtained by averaging the the values derived above from SIB with those derived from FOB.

2) Using the total quantities of #1 and #3-5 oil given in EFH, the average energy content of oil used was 36.54 MJ/l.

3) Estimated by the author, based on unit consumption for the most recent buildings (76-80) and an average new dwelling size of 68m² total heated area.

4) Gas from gas statistics; coke and kerosene estimated from delivery statistics and 1980 FOB (for kerosene non-central). Central heat with wood estimated from 1980FOB; residual of non-central not gas or kerosene thought to be wood (kakelugnar, stoves), and probably some electricity as well.

5) From Elec. and Dist. Heat. Stat., including all individual and collective deliveries as well as 1/4 of "fastighetsforvaltning", excluding 2.5 Mwh/apartment for appliances.

DERIVATION OF STOCK FIGURES FOR HEAT AND HOT WATER, SFD, 1982

	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL	OIL +WOOD	OIL,EL +WOOD	GAS	COKE	WOOD	WOOD +EL	EL	OTHER
P.	1572.0	70.6	20.1	388.0	175.8	105.8	-	-	121.0	211.9	448.6	30.2
dw	-	-	-	132.8	89.4	80.71	-	-	119.0	45.32e	69.12	-
up)					+48.74w	+13.1w	-	-	-	45.72w		
						+28.37e	-	-	-	45.72w		
	-	-	-	75.78	(15.7)	(8.54)	-	-	14.4	9.6e	31.01e	-
					+8.57w	+1.38w+3e				+9.69w	-	-
						+3e				+9.69w	-	-
B, 10 ³	?	80	-	-	-	-	6?	-	-	-	635?	-
ILY ¹	35	0	0	15	<-	<-	0	0	5	0	15	0
ss. 10 ³	1607	70.6	->	704.7	<-	<-	6.2	6.5	126	211.9	463.6	17.5
dw	-	82	125.0	127.9	89.4	80.1	-	95	115	-	66.9	-
	-	-	(2.51)	78.29	()	()	0.7	0.65				
D ³ -1982	14	3.4	0.28	0.5	0.34	<-	0	0.5	0.5	1.4	7.6	0.3
-1981	34	8.3	0.56	1.3	0.6	<-	0	0	1.0	3.3	18.5	0.56
dw	-	75	100	105	70	<-	0	80	100	35e+30w	50	-
	-	(0.66)	0.084	0.25	<-	<-	0	0.04	0.15	0.165e	1.31e	-
				+0.03w	+0.01e					0.14w		
S, 10 ³	1655	82.3	(20.94)	708.3	(283)	<-	6.2	7.0	127.8	216.1	492.5	18.4 ²
(%)	100	5.0	(1.3)	42.8	(10.7)	(6.4)	0.4	0.4	7.7	13.1	29.8	1.1
	-	79	124	110.9	<-	<-	-	99	114	45.0e	66.0e	(50)
up)					48.7w	13.1w+28.4e				45.4w		
PJ	-	6.48	(2.59)	78.62	<-	<-	~0.7	~0.7	14.55	9.77	32.3	-
up)					10w+	3.0e	-	-	-	9.83w	-	-

NOTES: 1) approximate number of dwellings in two-family dwelling buildings by fuel, as extrapolated from SIB 1977. These are not broken down by fuel combination. 2) probably includes 2000 kerosene; gas and coke have been removed.

Non-central heating is counted as homes using only wood without any boiler, or those using no boiler and no wood (and not gas), and a small number of electric and electric + wood combinations, about 15,000.

Figures in parentheses are not to be counted in row or column totals, but instead represent subsets. The total for oil includes centrals and combinations with other fuels.

The totals for electricity and wood include 50,000 existing wood + el that used more than 11 m^3 of wood and had electricity and a wood boiler. These are probably not electric heating subscribers, nor are most of the el + oil + wood users (37,500) or el + oil users (68,300). Instead, they fall into the "hidden heat" category. Average consumption in the latter two groups was somewhat less than the 15,000 kWh/yr (including appliances) that makes electric heat subscription profitable. Altogether these 155,000 homes represent approximately the excess of electric heating users over the estimated number of subscribers in 1982 (mid-year). We classify all that use oil as "oil", and we devide "electric + wood " by noting that 50,000 homes using an average of 100 GJ of wood and 20.7GJ of electricity (those using about 21 m^3 of wood or more) as we assumed for 1981) account for 5PJ of wood and 1.04 PJ of electricity, while the remaining wood + el homes (162,000) consumed 29 GJ/dw of wood and 54 GJ/dw of electricity. It is assumed that SFD with no electric heating or hot-water used 4.6MWh (16.6 GJ) for appliances and cooking.

Thus 635,000 homes using electricity consumed 40.24 PJ of electricity as heat and 10.5 PJ for appliances, for a total of 79.9 GJ/dw or 22.2 MWh, close to the value estimated by Vattenfall. Another 155,000 homes consumed 4.85 PJ of electricity as a second fuel. Total oil consumption was 78.62PJ, while total wood consumption was 34.38PJ. The value for district heating consumption, from SCB, was presumed to cover all dwellings herein, although the mid-year SCB estimate, 81,000 dwellings, was slightly less then our own. Gas consumption was estimated from the 1981 SCB statistics (pending 1982 data), and coke was estimated from the 1982 delivery statistics.

DERIVATION OF STOCK AND CONSUMPTION FIGURES FOR HEAT AND HOT WATER: MFD, 1982						
	TOTAL	DH	CENTRALS	OIL ²	ELECTRIC	OTHER
					(Gas Wood Coke)	
E-STAT, 10 ⁶ m ²	143.5	74.3	4.75	57.74	4.56	2.1
#, 10 ³	1970	996	64	816	65	29
Area/unit ¹	72.85	74.63	71.3	70.76	73.05	72.41
Area,% of avg	100	102.5	97.7	97.2	1.003	99.4
Area/unit,net	63.81	65.15	65.2	61.8	67.71	62.83
UNIT CONS, GJ/m ²	-	0.731	0.882	0.953		
UNIT CONS, GJ/UNIT	-	54.54	62.9	64.66		
TOTAL CONS, PJ	-	54.28	4.02	54.76		
<hr/>						
Lokaler						
OFFICES, 10 ⁶ m ²	5.96	1.9	0.01	2.65	0.18	1.16
Total, 10 ³ (@ 85m ² /dw)	~70	22.3	0.1	31.1	2.1	13.6
Total Cons., PJ	-	1.69	-	2.46	-	-
TOTAL ESTAT, 10 ⁶ m ²	2040	64.1	847.1	66.1	38.0	
Total Cons., PJ (non-CH), 10 ³	-	1.69	-	2.46	-	-
NEW, 10 ⁶ m ²	6					
NEW, 10 ³	10	~6	0.5	1.5	2	0.1
UNIT CONS ³ , GJ/m ²	0.6	(0.75)	0.75	0.6		
UNIT CONS ³ , GJ/UNIT	43	(53)	53	45		
TOTAL NEW, PJ	-	0.25	0.03	.13	0.05	
TOTAL ⁴ , 10 ³	2050	1024	64.7	848.6	68.1	42.8
UNIT CONS, GJ/UNIT	-	51.5	(65)	66	35	50
TOTAL PJ*	<118.5>	54.0	->	61	2.6	1.1

NOTES: See notes for MFD 1981. All Consumption figures were divided by 0.983 by SCB to represent a climate correction.

1) Calculated from 1982 Report giving both numbers and areas. Note values very close to those used for previous years. 2) Using the total quantities of #1 and #3-5 oil given in EFH in 1982, the average energy content of oil used was 36.54 MJ/l, as in 1981. We counted oil of uncertain type at this value. 3) Estimated as slightly below the averages in 1982 for all apartments with each heating source built between 1976 and 1981.

REFERENCES

1. Statens Industriverk, 1981. Energieöversikt 1981. PM Nr. 1981:17. Stockholm: Sw. State Bd. of Industry.
2. SCB, 1977. Folk och Bostads Räkningen 1975. Stockholm: Liber Förlag.
3. St. Cent. By., 1981. Energistatistiken för Flerbostadshus (EFH) E 1981:13.3, Dec. Stockholm: Liber Förlag.



Byggforskningsrådet har av regeringen fått i uppdrag att ta fram underlagsmaterial inför omprövning av gällande riktlinjer för energipolitiken och energisparverksamheten i byggnader.

Resultatet av detta arbete redovisas i Byggforskningsrådets skrift G26:1984 — ENERGI 85. Energi användning i bebyggelse. I arbetet har ett antal expertgrupper varit verksamma. Deras resultat, som utgör ett viktigt underlag för ENERGI 85, redovisas i följande rapporter:

- M84:8 Nikolay Tolstoy, Christer Sjöström & Tommy Waller — **Bostäder och lokaler från energisynpunkt** (Utgivet som Meddelande från Statens institut för byggnadsforskning, Gävle)
- R131:84 Lee Schipper — **Internationell jämförelse av bostädernas energiförbrukning**
- R132:84 Lars-Göran Carlsson — **Energi användningen i bostäder och lokaler 1970—82**
- R133:84 Hans Erik Forsell & Jan Nöid — **Energisparande i statliga myndigheter m fl**
- R134:84 Bostadsstyrelsen — **Bostadsstyrelsens lån- och bidragsgivning till energisparåtgärder i bostäder m m**
- R135:84 Statens planverk — **Utvärdering av bestämmelserna om energihushållning i svensk byggnorm — effekterna på nya byggnader**
- R136:84 Sten-Ivan Bylund & Jan Lindelöf — **Energisparinformation från byggforskningsrådet, bostadsstyrelsen och planverket 1978—84**
- R137:84 Ulf Lilliengren & Folke Peterson — **Effektiva uppvärmningssystem**
- R138:84 Lennart Thörnqvist & Bo I Olsson — **Energisparande inom fjärrvärmda områden**
- R139:84 Tore Hansson, Anders Nilson & Claes-Göran Stadler — **Energisparteknik i befintlig bebyggelse**
- R140:84 Gunnar Anderlind, Claes Bankvall & Karl Munther — **Energibehov i nya byggnader**
- R141:84 Gunnar Essunger & Håkan Andersson — **Förutsättningar för genomförande av energisparåtgärder i befintlig bebyggelse**
- R142:84 Hans Alfredson — **Kunskap om energisparåtgärder**
- R143:84 Anders Nilson, Lars Bäck, Magnus Fischer & Claes-Göran Stadler — **Energisparmöjligheter i befintlig bebyggelse**
- R144:84 John Gajland — **Energisparande vid alternativa förutsättningar**
- R145:84 Folke Peterson, Stefan Sandsten — **Solvärmt tappvatten**
- R146:84 Per Isakson, Knut-Olof Lagerkvist — **Solsystem för uppvärmning och varmvatten med korttidslager**
- R147:84 Erik Wahlman m fl — **Sol till fjärrvärme och gruppcentraler**
- R148:84 Enno Abel — **Solvärmesystem med årslagring**
- R149:84 Kjell Larsson m fl — **Gruppcentraler — nuläge och utvecklingsmöjligheter**
- R150:84 Carl Mattsson m fl — **Energisystem behandlade i SOL-85 modellen**
- R151:84 Ilja Kordi, Göran Lundgren — **Strategier och scenarios använda i SOL-85 modellen**
- R152:84 Anders Göransson, Peter Wennerhag m fl — **Bebyggelsedata för energiplaneringen — Underlagsrapporter**
- D21:84 Kirtland Mead et al — **SOLAR 85. Simulation modelling**
- D22:84 Anthony Hardacre — **Solar energy research outside Sweden**

Dessa rapporter beställs genom Svensk Byggtjänst, Box 7853, 103 99 Stockholm, tel 08/730 51 00.

Art.nr: 6704131

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 60 kr exkl moms

R131: 1984

ISBN 91-540-4200-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm