

**Rapport**

**R32:1970**

Inst. för Byggnadsstatik

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

**Energival vid småhus-  
uppvärmning**

**Hilding Brosenius**

**Byggforskningen**

# Energival vid småhusuppvärmning

## Hilding Brosenius

Rapporten kan uppfattas som ett diskussionsinlägg i debatten om lämpligaste uppvärmningsmetoder för småhus. Framställningen utgår som en avgörande förutsättning från att elektrisk uppvärmning av småhus utgör ett helt nödvändigt alternativ, om särskilt de framtida energiproblemen överhuvudtaget skall kunna nöjaktigt lösas. De värmeanläggningar för småhus som nu planeras bör därför möjliggöra ekonomisk uppvärmning med elenergi. Enligt en huvudtes i rapporten — i och för sig ingalunda någon nyhet — bör de emellertid av trygghets- och kostnadsskäl också möjliggöra uppvärmning med andra energiformer, t.ex. oljevärme, gas, fasta bränslen eller t.o.m. fjärrvärme, med andra ord utföras med hög grad av flexibilitet. Rapporten syftar väsentligen till en undersökning av huruvida en dylik flexibel utformning kan uppnås utan ekonomiska eller miljömässiga uppoffringar för vare sig den enskilde eller samhället.

Elektrisk uppvärmning kan ske med "direkt elvärme" eller "indirekt elvärme". Med "direkt elvärme" har här förståtts med elenergi direktuppvärmda elektriska radiatorer, medan vid "indirekt elvärme" elenergin använts för uppvärmning i en vattenvärme-panna av vatten som tillförts vattenradiatorer i de olika utrymmena. På sistnämnda sätt distribueras även värme alstrad vid förbränning av olja, gas, fasta bränslen ävensom fjärrvärme. Denna uppvärmningsform har här sammanfattats under benämningen "vattenburen värme", som sålunda är användbar för alla former av värmeenergi vid byggnadsuppvärmning. Varmluftuppvärmning har ej behandlats i denna skrift.

Rapportens första kapitel behandlar för- och nackdelar vid de olika värmeformerna. Elvärmens viktigaste fördelar är bekvämlighet, renlighet och frihet från lokala luftföroreningar, driftsäkerhet, reglerbarhet. System "direkt elvärme" har vidare lägre installationskostnader för den enskilde husägaren än system med vattenburen värme; däremot belastas alla former av elvärme med relativt höga investeringskostnader för kraftverk och ledningsnät, som inte förekommer vid t.ex. oljevärme. Energikostnaderna per värmekalori räknat framme hos kon-

sumenten är därvid väsentligt högre för alla former av elvärme än för oljevärme och fjärrvärme, enligt föreliggande undersökning 3—4 gånger. Kostnaderna för service, hushållsel m.m. är däremot lägre vid elvärme.

Den vid sidan av de relativt höga energikostnaderna allvarligaste nackdelen hos "direkt elvärme" är att detta system för all framtid — försåvitt inte omfattande och dyrbara ombyggnader av hela värmesystemet och delar av husstommen äger rum — låser resp. byggnad till en enda energiform och en enda energileverantör. Detta kan innebära riskmoment med hänsyn till handelsavspärrningar, kraftransoner, aggregathaverier, ledningsbrott m.m. och kanske också ändrade prisrelationer mellan olika energiformer. Ett flexibelt värmesystem med vattenburen värme, som kan uppvärmas både elektriskt och med andra energiformer, innebär inga jämförliga riskmoment. Tillgången till eldstad med skorsten vid värmeanläggningar för vattenburen värme med lokal förbränning av bränslen är en trygghetsfaktor; vid ev. förnyad långvarigare krigstida avspärrning av vårt land planeras f.ö. bostadsuppvärmningen enligt statliga beredningsplaner bli väsentligen baserad på inhemska vedtillgångar.

Påtalade nackdelar vid oljevärme är bl.a. mindre bekvämlighet, luftföroreningar vid oljeförbränningen, mindre driftsäkerhet än vid elvärme, sämre lokal reglerbarhet, risk för oljeläckage vid utvändiga oljetankar m.m.; fördelar är däremot den väsentligt lägre energikostnaden för den enskilde och de likaledes väsentligt lägre investeringskostnaderna för det allmänna.

Rapportens andra kapitel redovisar relativt ingående undersökningar av de olika delkostnader — kapitalkostnader och driftkostnader — som ingår i sammanlagda årskostnaderna för de jämförda systemen. Installationskostnaden vid ett ordinärt källarlöst småhus — varom mera nedan — utgör enligt undersökningar av bl.a. K. Bostadsstyrelsen för system "vattenburen värme" ca 8 000:-, för "direkt elvärme" ca 4 000:- kr per hus. Det förra är alltså ca 4 000:- kr dyrare än det senare men drar däremot lägre årskostnader så länge det drives med oljeeldning (prisnivå: 1968 års).

# Bygghorsningen

## Sammanfattningar

Inst. för Byggnadsstatik

### R32:1970

*Rapporten behandlar en jämförelse från kostnads-, flexibilitets- och miljösynpunkt av uppvärmningssystem för småhus med resp. elektriskt direktvärmda elradiatorer och värmesystem för alla energiformer inklusive el med värmedistribution via s.k. vattenburen värme.*

*För- och nackdelar hos de jämförda värmesystemen inventeras och analyseras. Inverkande kostnadsfaktorer undersöks med tillämpning på ett småhus av statistiskt bestämd genomsnittstorlek. Energileverantörens och det allmänna investeringar för energileverans till resp. hus behandlas. De olika värmesystemens konsekvenser från miljövårdssynpunkt belyses.*

*Det flexibla men normalt med elvärme drivna värmesystemets möjligheter att fungera som energi- och effektregulator vid bristsituationer av elenergi eller el-effekt uppmärksammas.*

UDK 697.003  
697.325:621.36  
728.3

Sammanfattning av:

*Brosenius, H, 1970, Energival vid småhusuppvärmning (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R32:1970. 168 s., ill., 23 kr.*

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

Abonnemangsgrupp: (i) installationer.

Enligt en huvudtes i rapporten förutsättes att värmesystemet med vattenburen värme drives huvudsakligen med oljeeldning åtminstone så länge att den ca 4 000:- kr högre anskaffningskostnaden hinner "bortamorteras" med de årliga kostnadsvinsterna vid oljeeldning innan övergång till helelektrisk uppvärmning äger rum. En viktig fråga är då hur lång tid sådan "bortamortering" tar.

I detta avseende uppmärksammas i rapporten särskilt två faktorer, som i tidigare publicerade kostnadsjämförelser mellan de båda värmeformerna otillräckligt eller inte alls brukar beaktas.

Den ena är att majoriteten (ca 2/3) av nybyggda småhus i landet enligt officiell statistik (Statistiska Centralbyrån, SCB) utgörs av källarförsedda hus, ej av de källarlösa hus med relativt liten yta (oftast ca 100 m<sup>2</sup>) och likaledes relativt liten värmeförbrukning, som tidigare mest valts som jämförelseobjekt vid kostnadsjämförelser. För att erhålla representativa värden på värmeförbrukningen har i denna undersökning behandlats dels källarförsedda, dels källarlösa hus med i bägge fallen lägenhetsytan 110 m<sup>2</sup>, vilket är det statistiska medelvärdet för landet enligt SCB:s statistik. I undersökningen har — med stöd av direkt uppmätning av elförbrukningen i ett stort antal hus och tillika med stöd av direkta elförbrukningsuppgifter i elkraftindustrins publikationer — beräknats en genomsnittlig differens i årskostnad mellan vattenburen värme med oljeeldning och direkt elvärme med eluppvärmning av 770:- kr/år för källarförsedda och 510:- kr/år för källarlösa hus.

Den andra tidigare oftast försummade faktorn vid jämförande kostnadsberäkningar är inflationens inverkan på långtidsbelånade bostadsinvesteringar. Det påvisas i undersökningen att vid 4 % genomsnittlig årlig inflation, vilket motsvarar den genomsnittliga inflationsprocenten under de senast förflutna 30 åren, så minskas realvärdet av den enskilde husägarens kapitalkostnader för den större investeringen vid vattenburen värme under vissa preciserade förutsättningar till endast ca 57 % av nominalvärdet.

Räntekostnaderna, som ingår i de årliga kapitalkostnaderna för värmeanläggningen, inkluderar i verkligheten också ersättning för inflationen, som därför ej får försummas vid kostnadsberäkningarna.

Ett rimligt beaktande av samtliga kostnadsfaktorer har givit som resultat att för majoriteten av småhus (de källarförsedda) den enskilde husägaren kan bortamortera realvärdet av merinvesteringen för vattenburen vär-

me på så anmärkningsvärt kort tid som 3 år. Han kan därefter utan investeringsmässig merkostnad för vare sig själv eller samhället övergå till helelektrisk uppvärmning med vattenburen värme eller också ett antal år fortsätta med oljevärme för att utnyttja dess lägre årskostnader.

Vid vissa typer av radhus, kedjehus o.d. föreslås i undersökningen en anordning med för två lägenheter gemensam men ändå från vardera lägenheten individuellt reglerbar värmeanläggning med vattenburen värme. Därigenom minskas investeringen per lägenhet och därmed också nyssnämnda "bortamorteringstid", vid källarförsedda hus till endast ca 1 år. För källarlösa hus ökar de angivna amorteringstiderna med ca 50 %. I samtliga fall är det alltså fråga om mycket korta "bortamorteringstider".

Under åtminstone dessa "bortamorteringstider" måste alltså resp. värmeanläggningar drivas med oljeeldning om de inte skall bli investeringsmässigt dyrare för husägaren än system direkt elvärme. Vad innebär detta ur luftförorenings synpunkt? Denna och andra frågor av miljövardskaraktär har behandlats i undersökningens fjärde kapitel "Miljöproblem. Luftföroreningar". I detta återges bl.a. officiell statistik (för 1968) över mängden i Sverige förbrukade eldningsolja och deras fördelning på olika immissionskällor (husuppvärmning, industrier, elkraftverk etc.). Ur denna statistik kan utläsas att småhusuppvärmningen endast svarade för knappt 5 % av totala mängden svavelhaltiga förbränningsprodukter och mindre än tredjedelen av den från oljeeldade kraftverk för alstring av elenergi. Av dessa och en rad andra i Kap. IV redovisade resultat kan dras slutsatsen, att oljeeldning vid småhus under ovannämnda korta "bortamorteringstider" inte har någon nämnvärd betydelse ur miljövardssynpunkt. I detta avseende har tidigare en rad överdrivna uppgifter publicerats.

I detta kapitel framhålles också att miljövard frågan i samband med småhusuppvärmning är mycket mera komplicerad än att avse enbart den luftföroreningsfråga, som nästan helt dominerat debatten på detta speciella område. Alternativa energiformer vållar nämligen också miljöproblem, t.ex. elgenerering via oljebaserad värmekraft regionala luftföroreningar, elgenerering via vattenkraft miljöproblem av "typ Vindelälven" och elgenerering via kärnkraftverk förstöring av kustområden och varmvattenutsläpp i jätteskala osv.

I Kap. III görs ett försök att på basis av uppgifter i elkraftindustrins publikationer samt uppgifter från oljeindu-

strin uppskatta energileverantörens och det allmännas investeringar för de olika energiformerna, allt uttryckt i kostnad per hus. Den sammanlagda investeringen för husägaren och energileverantören — det allmänna blir enligt dessa uppskattningar ca 13—15 000:- kr/hus vid "direkt elvärme", och ca 8 100:- per hus vid "vattenburen värme" med oljevärme, dvs. omvända kostnadsrelationer relativt dem för enbart husägaren. För system "indirekt elvärme" med helelektrisk uppvärmning jämfört med "direkt elvärme" blir däremot investeringarna (nettot) lika efter utgången av den ovan behandlade "bortamorteringstiden".

I rapportens sista kapitel, Kap. V, behandlas exempel på tekniska lösningar av värmeanläggningar enligt system "vattenburen värme", som avses att eliminera vissa påtalade nackdelar vid oljevärme och som är lika användbara för oljevärme som elvärme.

Slutresultatet av de redovisade undersökningarna anger att det för alla energiformer användbara flexibla systemet "vattenburen värme" inte behöver medföra några vare sig ekonomiska eller miljömässiga uppoffringar relativt system "direkt elvärme" — i verkligheten tvärtom — men att det ger ett uppvärmningssystem med ökad flexibilitet och trygghet.

Avslutningsvis har i en sammanställning, som tillfogats efter det att rapporten redan avlämnats till tryckning, genomförts en uppskattning av förbrukningen av elenergi till nu befintliga elvärmda hus. Om dessa verkligen drivits med elvärme vintern 1969/70 kan elvärmeförbrukningen under denna period uppskattas till försiktigt räknat 2 miljarder kWh, dvs. dubbelt så mycket som den i febr. 1970 av CDL beräknade elbristen på ca 1 miljard kWh. Ett utförande av småhusens värmeanläggningar enligt huvudtesen i föreliggande skrift med ett för alla energiformer användbart värmesystem skulle alltså dubbelt upp ha kunnat täcka den uppkomna bristen, om värmeanläggningarna vintern 69/70 tillfälligt drivits med t.ex. oljevärme i st. för el. I framtiden kan bristsituationer troligen uppstå av andra skäl t.ex. vid större aggregathaverier vid de än så länge otillräckligt driftsäkra kärnkraftverken.

Ett under normala förhållanden elvärm landsomfattande uppvärmningssystem, som under extrema energiförhållanden kan drivas med andra energiformer, kan därför med betydande kapacitet fungera som en trygghetsskapande energi- och effektregulator inte bara för värmeförsörjning utan också för samhällets övriga behov av energi.

# The choice of energy for heating one-family houses

Hilding Brosenius

The report may be regarded as a contribution to the discussion concerning the most suitable heating method to be used for one-family houses. It is a basic assumption of the argument that electric heating of one-family houses is an absolutely necessary alternative if energy problems, especially future ones, are to be solved satisfactorily. The heating installations now being planned for one-family houses should therefore make provision for economical heating by means of electrical energy. It is one of the main arguments in the report — not a new one by any means — that these heating installations, for reasons of reliability and costs, should also make provision for heating by other forms of energy, such as oil, gas, solid fuels or even district heating, or in other words that they must be *very flexible*. The essential aim of the report is to examine whether or not such a flexible design is possible without either the individual or the public at large having to make economical or environmental sacrifices.

Electric heating may be effected either in the form of "direct electric heating" or "indirect electric heating". "Direct electric heating" is taken in this context to mean electric radiators directly heated by electrical energy, while in "indirect heating" the electrical energy is used for heating in a hot-water boiler by water which is then distributed to radiators in the various premises. Heat generated through the combustion of oil, gas, solid fuels and also that supplied from a district heating plant is also distributed by the latter method. This method of heating has been given the generic name "waterborne heating" which can thus be used with all kinds of thermal energy for the heating of buildings. Hot air heating has not been dealt with in this publication.

The first chapter of the report deals with the advantages and disadvantages of the different methods of heating. The most important advantages of electric heating are convenience, cleanliness and the absence of local air pollution, operational reliability and the possibility of control. The "direct electric heating" system also entails lower capital costs by the individual householder than the system using waterborne heating; on the other hand, however, all forms of electric heating necessitate quite high capital expenditure on generating plant and the distribution network which is not the

case in for instance oil heating. The cost of energy per calorie, calculated at the consumer stage, is therefore substantially than for oil heating or district heating; than for oil heating or district heating, according to the results of this investigation it is three to four times as high. The costs of service and household electricity are on the other hand lower in the case of electric heating.

The most important disadvantage of "direct electric heating", in addition to the comparatively high cost of the energy, is that this system ties the building concerned for all time to one single form of energy and one energy supplier, unless comprehensive and expensive alterations are carried out to the whole of the heating system and also parts of the building structure. This may have its dangers in view of the possibility of trade blockades, power rationing, generating plant breakdowns, transmission line faults etc and perhaps also changes in the relative prices of different forms of energy. A flexible heating system based on waterborne heat, which can be heated by both electricity and also other forms of energy, has no comparable element of danger. The availability of a boiler and chimney in heating plants for waterborne heat generated by local burning of fuels is a safety factor; in the event of a long-term blockade of this country in a future war, national emergency planning stipulates that domestic heating would be substantially based on domestic firewood.

Obvious disadvantages of oil heating are reduced convenience, air pollution when the oil is burned, a lower degree of reliability than in the case of electric heating, reduced possibility of local control, the danger of oil leakage from outdoor oil tanks etc; on the other hand, however, oil heating has the advantages of substantially lower energy costs to the individual and the equally substantially lower capital costs to the public at large.

The fairly comprehensive second chapter of the report gives in detail the results of the examination of the various partial costs — both capital costs and running costs — which comprise the total annual costs of the systems being compared. According to the investigations carried out by the National Board of Building, the installation costs for an ordinary one-family house without a

## National Swedish Building Research Summaries

R32:1970

*The report examines and compares, from the point of view of costs, flexibility and environmental considerations, heating systems for one-family houses comprising electric radiators directly heated by electricity and a system based on "waterborne heat" which can be heated by all kinds of energy including electricity.*

*The merits and demerits of the heating systems being compared are listed and analysed. The relevant cost factors are investigated by applying them to a one-family house of statistically determined average size. The investments made by the energy supplier and by the public at large in connection with supplying energy to this house are examined. The environmental consequences of the different heating systems are elucidated.*

*Attention is drawn to the capacity of the flexible heating system, which is however normally operated by electricity, to act as an energy and power regulator in times of electrical energy or electrical power shortage.*

UDC 697.003  
697.325 621.36  
728.3

Summary of:

*Broenius, H, 1970, Energival vid småhusvärmning/The choice of energy for heating one-family houses/(Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R32:1970. 168 p., ill. 23 Sw. kr.*

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, S-111 84 Stockholm, Sweden.

basement are about 8,000 Swedish kronor for waterborne heating system and about 4,000 kronor for direct electric heating, both costs being calculated per house. The former is therefore about 4,000 kronor more expensive but will on the other hand have lower annual costs as long as it is fired by oil.

It is a main stipulation of the report that the heating system based on waterborne heat is to be operated substantially on oil at least so long as there is time for the approximately 4,000 kronor higher capital costs to be equalized by the annual gains in running costs due to the use of oil before there is a change to all-electric heating. An important question is how long this equalization takes.

Two factors in particular are taken into account in this context, neither of which received sufficient attention, or any at all, in cost comparisons published earlier.

One of these factors is that the majority (about two-thirds) of newly constructed one-family houses in this country, according to official statistics (Central Bureau of Statistics SCB), consists of houses with basements and not of the basementless houses of comparatively small area (most often about 100 m<sup>2</sup>) and consequently small heat consumption which have been selected earlier on for purposes of cost comparison. In order to obtain representative figures for the consumption of heat, this publication examines houses with a floor area of 110 m<sup>2</sup>, which is the statistical mean figure for this country according to the SCB, both with and without basements. On the basis of direct measurements of electric consumption in a large number of houses and also information on direct electric consumption to be found in the publications of the electricity industry, the publication calculates the average difference in annual costs between waterborne heating based on oil and direct electric heating to be 770 kronor for houses with basements and 510 kronor for houses without basements.

The second factor, which is often ignored in comparative cost calculations, is the effect of inflation on housing investment financed by long-term loans. It has been found in the course of the investigation that, on the basis of an average annual inflation of 4% which is the average for the past 30 years, the real value of the capital expenditure of the individual householder on the higher investment entailed in waterborne heating diminishes to only about 57% of the nominal figure, under certain specified conditions.

The interest payments which are included in the annual capital costs of the heating installation contain in actual fact also an allowance for inflation which must not, therefore, be disregarded in cost calculations.

Due consideration of all cost factors has resulted in the finding that, in the

case of the majority of one-family houses (with basements), the householder can equalize the real value of the increased investment on waterborne heating in as remarkably short a time as three years. At the end of this time, therefore, he can change over to all-electric heating based on waterborne heat or continue with oil-fired heat for a number of years in order to benefit from the lower annual costs of this, without any additional investment expenditure either by him or the public at large.

For certain types of linked houses etc, the investigation proposes that there should be a heating installation, based on waterborne heat, common to two houses but capable of separate control from each house. The investment costs per house would be reduced in this way and also the equalization period referred to above, in the case of a house with a basement to only one year or thereabouts. For houses with no basement, the above equalization periods are about 50% longer. In all cases therefore the equalization periods are very short.

During at least these equalization periods, therefore, the heating installations must be run on oil if they are not to entail higher investment costs for the householder than would be the case using direct electric heating. What are the implications of this from the environmental point of view? This and other matters of an environmental protection nature have been dealt with in the fourth chapter of the publication, "Environmental problems. Air pollution". The chapter includes official statistics (for 1968) on the quantities of fuel oils used in Sweden and their division over various fields (domestic heating, industry, electric generating plant etc). It will be seen from these statistics that the one-family house sector is responsible for less than 5% of the total quantity of sulphurous combustion products, and for less than one-third of that from oil-fired electricity generating plant. The conclusion that can be drawn from these and other results enumerated in chapter IV is that the use of oil heating in small houses, during the above short equalization periods, has no major significance from the point of view of environmental protection. A number of exaggerated claims have been published earlier in this connection.

This chapter also claims that the environmental protection question in connection with the heating of one-family houses is far more complicated than to embrace the air pollution problem which has almost completely dominated the discussion in this specialized field.

An attempt is made in Chapter III, on the basis of information in the electricity industry publications and information from the oil industry, to estimate the investments per house by the suppliers of energy and the public at large.

The total investment to be borne by the householder and the energy supplier—the public, according to these estimates, will be about 13–15,000 kronor per house in the case of direct electric heating and about 8,100 kronor per house in the case of waterborne heating based on oil, i.e. the cost situation is reversed in comparison with that for the householder alone. For the indirect electric heating system based on all-electric heating compared with direct electric heating, however, the net investment will be the same after the end of the above equalization period.

The last chapter of the report, Chapter V, deals with engineering design of heating installations based on waterborne heating, which is intended to eliminate certain disadvantages of oil heating and which can be used equally well for both oil heating and electric heating.

The final conclusion to be drawn from the investigations carried out is that the flexible waterborne heating system, which can be used with all forms of energy, need not entail any economic or environmental sacrifices in comparison with the direct electric heating system — in actual fact, the position is the reverse — and that it results in a heating system with a greater degree of flexibility and safety.

A note has been appended to the report, after this had already been sent to the printers, which contains an estimate of the consumption of electrical energy in present electrically-heated houses. If these were really heated by electricity in the winter of 1969/70, then the consumption of electricity during this period may be cautiously estimated at 2,000 million kWh, i.e. twice as much as the approximately 1,000 million kWh electricity shortage calculated in February 1970 by the Central Power Supply Management. Construction of the heating installations of one-family houses in accordance with the main argument of this publication, i.e. systems of heating that can be run on all forms of energy, would therefore have enabled this shortage to be made up more than twice over, if the heating installations had been temporarily run on e.g. oil instead of electricity during the winter of 1969/70. It is likely that similar shortages will arise in future for other reasons, for instance as a result of breakdowns of generating sets in the nuclear generating stations which have not yet attained the required degree of reliability.

A country-wide heating system, which is run on electricity in normal circumstances but can be operated on other forms of energy in extreme energy conditions, would therefore have considerable capacity to act as a safe regulator of energy and power, not only in connection with the supply of heat but also the other energy requirements of the community.

Rapport R32:1970

ENERGIVAL VID SMÅHUSUPPVÄRMNING

Direkt elvärme eller flexibel vattenburen värme?

THE CHOICE OF ENERGY FOR HEATING ONE-FAMILY  
HOUSES

Direct electric heating or flexible waterborne heating?

av Hilding Brosenius

Denna rapport har utarbetats av professor Hilding Brosenius, Institutionen för byggnadsteknik, KTH, Stockholm. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm

Rotobekman AB, Stockholm, 10 8532 0

## FÖRORD

Föreliggande rapport är avsedd som ett diskussionsinlägg i debatten om lämpligaste uppvärmningsmetoder för småhus.

Skriften innehåller förutom den egentliga rapporten (del B) en inledande koncentrerad översikt (del A) över rapportens innehåll. Rapporten avser att i en sammanhängande framställning samla och sammanfatta de data och uppgifter, som varit erforderliga som bedömningsunderlag för vissa i rapporten diskuterade huvudteser. Rapporten får därför uppfattas som ett referensarbete, till vilket hänvisningar kan göras från andra, mera speciella framställningar beträffande olika delfrågor. Den mera kortfattade översikten är avsedd att också utges i en separat upplaga och har därför utformats så pass utförligt att de väsentligare synpunkterna i rapporten kunnat återges.

Stockholm i september 1970

Hilding Brosenius



## INNEHÅLL

<u>DEL A</u>	<u>ÖVERSIKT</u>	
	INLEDNING . . . . .	A 1
KAP. I	JÄMFÖRELSE MELLAN "DIREKT EL- VÄRME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME"	A 2
KAP. II	VÄRMEKOSTNADER UR DEN ENSKILDE HUSÄGARENS SYNPUNKT . . . . .	A 4
KAP. III	VÄRMEKOSTNADER UR SAMHÄLLS- EKONOMISK SYNPUNKT . . . . .	A 13
KAP. IV	MILJÖPROBLEM. LUFTFÖRORENINGAR	A 21
KAP. V	ETT KOMBINATIONSVÄRMESYSTEM . .	A 25
<u>DEL B</u>	<u>UNDERSÖKNINGSRAPPORT</u>	
	INLEDNING . . . . .	B 1
KAP. I	JÄMFÖRELSE MELLAN "DIREKT ELVÄR- ME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME" . . . .	B 3
	Den direkta elvärmens för- och nackdelar	B 3
	Den "indirekta (el)värmens" för- och nack- delar . . . . .	B 8
KAP. II	VÄRMEKOSTNADER VID "DIREKT EL- VÄRME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME" UR DEN ENSKILDE HUSÄGARENS SYN- PUNKT . . . . .	B 14
	1. Val av jämförelsehus (referenshus)	B 15
	2. Beräkning av värmebehov . . . . .	B 20
	3. Tilläggsisolering av elvärmdda hus?	B 26
	4. Årskostnader för service och sotning	B 28
	5. Inverkan av beskattning och inflation	B 29
	6. Energipriser . . . . .	B 32
	a) Elvärme . . . . .	B 32
	b) Oljevärme . . . . .	B 33
	7. Uppmätt elförbrukning vid elvärmdda hus . . . . .	B 35
	8. Beräknad oljeförbrukning vid olje- värmdda hus . . . . .	B 46
	9. Kostnadssammanställningar . . . . .	B 47
	A. Husägarens investeringar	B 47
	a) Direkt elvärme . . . . .	B 47
	b) Indirekt (el)värme . . . . .	B 48

	B. Husägarens årskostnader . . . . .	B 50
	Årskostnader vid direkt elvärme . . . . .	B 51
	Årskostnader vid "indirekt (el)- värme" . . . . .	B 51
	Årskostnader vid källarförsedda hus . . . . .	B 52
	10. Sammanställning och felriskanalys av årskostnadsberäkningen . . . . .	B 53
	11. Sammanfattande och jämförande kost- nadsdiskussion . . . . .	B 57
	"Bortamorteringstid" vid fast pen- ningsvärde . . . . .	B 60
	"Bortamorteringstid" vid inflation . . . . .	B 61
	Tabell över inflationens inverkan på realvärde av amorteringslån . . . . .	B 65
	Inflationsutvecklingen 1914-1969, tabell . . . . .	B 66
KAP. II A	VÄRMEKOSTNADER FÖR "INDIREKT VÄRME" VID RADHUS M. M. MED FÖR TVÅ LÄGENHETER GEMENSAM PANN- INSTALLATION . . . . .	B 74
KAP. III	VÄRMEKOSTNADER VID "DIREKT EL- VÄRME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME" UR SAMHÄLLSEKONOMISK SYNPUNKT . . . . .	B 83
	Indirekta investeringar vid elvärme . . . . .	B 84
	Indirekta investeringar vid oljevärme . . . . .	B 90
	Totalinvesteringar vid "direkt elvärme" och "indirekt värme" . . . . .	B 93
	Val av uppvärmningssystem med hänsyn till energiåtgången i framtiden . . . . .	B 100
KAP. IV	MILJÖPROBLEM. LUFTFÖRORENINGAR . . . . .	B 102
	Det globala-regionala luftförorenings- problemet . . . . .	B 103
	Småhusuppvärmningens procentuella an- del av luftföroreningar, tabell . . . . .	B 105
	Det lokala luftföroreningsproblemet . . . . .	B 109
	Miljöstörningar vid alternativa uppvärm- ningsmetoder . . . . .	B 115
	Jämförande sammanfattning av miljöstör- ningar vid olika uppvärmningsmetoder . . . . .	B 118
KAP. V	ETT KOMBINATIONSVÄRMESYSTEM . . . . .	B 121
	Kombinationsvärmesystemets egenskaper . . . . .	B 129



# ENERGIVAL VID SMÅHUSUPPVÄRMNING

Direkt elvärme eller flexibel vattenburen värme?

Del A

ÖVERSIKT



## INLEDNING

Framställningen i denna rapport utgår som en avgörande förutsättning från att elektrisk uppvärmning av permanentbebodda småhus av vissa storleksklasser utgör ett helt nödvändigt alternativ, om särskilt de framtida energiproblemen överhuvudtaget skall kunna nöjaktigt lösas. De värmeanläggningar för sådana småhus, som nu planeras, bör därför utformas så, att de möjliggör ekonomisk uppvärmning med elenergi. Enligt en huvudtes i rapporten, i och för sig ingalunda någon nyhet, bör de emellertid utformas så, att de av trygghetsskäl möjliggör uppvärmning också med andra energiformer, t ex oljevärme, gas, fasta bränslen eller t o m fjärrvärme, med andra ord att de utförs med hög grad av flexibilitet. Detta får dock inte öka nuvarande vare sig installations- eller driftkostnader för värmesystemet.

Flexibilitetssynpunkten har fått sin särskilda belysning genom 1970 års elransonering. De i rapporten framlagda tekniska och ekonomiska teserna är dock inte något utslag av senvunnen efterklokhet, skapad av elransoneringens erfarenheter. Rapportens huvudsynpunkter, som baserats på undersökningar huvudsakligen under åren 1966-68, har nämligen tidigare i olika sammanhang publicerats, dels som duplicerade underhandsupplagor fr o m slutet av 1967, dels i starkt koncentrerad form i en uppsats "Utvecklingsmöjligheter vid oljevärme för småhus" i tidskriften Byggnadsindustrin 1968. De i rapporten framlagda kostnadsuppgifterna hänför sig normalt till kostnads- och ränteläget 1968.

Ett "flexibelt" värmesystem, som skall kunna drivas både med brännbara bränslen och med elvärme, måste utnyttja ett materiellt transportmedium för värmen, t ex vatten eller luft. Eftersom varmluftssystem har vissa nackdelar har denna undersökning inskränkts till system "vattenburen värme", d v s ett system, där vatten uppvärms i en panna och med hjälp av en cirkulationspump distribueras till ett antal vattenradiatorer i byggnadens olika utrymmen. Pannan kan därvid alternativt uppvärmas med olja, gas, fasta bränslen, fjärrvärme m m men också med elenergi. Vid de f n vanligaste systemen med vattenburen värme, oljeeldningssystemen, erfordras förutom värmepannan diverse kompletteringsorgan: oljebrännare, oljetank, skorsten, cirkulationspump m m, i fortsättningen vanligen sammanfattade under benämningen "pannrumsinstallationer".

Ett värmesystem enbart för elvärme, system "direkt elvärme", kan ur den enskilde husägarens synpunkt utföras enklare; bortsett från en elektrisk varmvattenberedare erfordras inga egentliga "pannrumsinstallationer" utan endast elektriskt direktvärmda elradiatorer i de olika utrymmena. System "direkt elvärme" kräver därför ur den enskilde husägarens synpunkt väsentligt lägre investeringar än system "vattenburen värme" med oljeeldning. Det bör dock därvidlag observeras ett förhållande, som ofta glömts bort i den mera allmänna diskussionen, att ur kostnadssynpunkt motsvarar den direkta elvärmens elradiatorer och tillhörande elledningar egentligen endast "distributionsdelen" vid en oljeeldningsanläggning, dvs vattenradiatorer med deras ledningar. "Pannrumsinstallationerna" existerar emellertid även vid direkt elvärme men i en annan form, nämligen som de elkraftverk där värmeenergin - elenergin - alstras. Som kommer att påvisas i Kap. III av rapporten är denna form av "pannrumsinstallationer" investeringsmässigt t o m dyrare än oljeeldningens hemma hos husägaren; betr finansieringen är skillnaden egentligen den att vid oljeeldningsinstallationer får husägaren betala "pannrumsinstallationerna" i form av ränta och amortering på de lån varmed dessa hans egna installationer normalt finansieras, vid "direkt elvärme" betalas däremot motsvarande men "samhällsägda" installationer i form av högre energikostnader.

System "vattenburen värme" har i denna rapport för korthetens skull också benämnts system "indirekt värme" eller "indirekt (el)värme", varvid med den sistnämnda beteckningen särskilt markerats system för vattenburen värme, som kan drivas både med el och med andra energiformer.

### Kap. I. Jämförelse mellan "direkt elvärme" och "indirekt (el)värme"

Rapportens första kapitel behandlar översiktsvis för- och nackdelar vid de olika värmeformerna. Elvärmens viktigaste fördelar är bekvämlighet, renlighet och frihet från lokala luftföroreningar, driftsäkerhet, reglerbarhet. System "direkt elvärme" har vidare lägre installationskostnader för den enskilde husägaren än system med vattenburen värme; däremot belastas som redan antytts alla former av elvärme med relativt höga investeringskostnader för kraftverk och ledningsnät, som

inte förekommer vid t ex oljevärme. Energikostnaderna pr värmekalori räknat framme hos konsumenten är därvid f n väsentligt högre för alla former av elvärme än för oljevärme och fjärrvärme - enligt föreliggande undersökning 3-4 gånger (6 1/2 - 7 1/2 öre/kWh för elvärme, 1,7 - 2,2 öre/kWh vid oljevärme). Kostnaderna för service, hushåll m m är däremot lägre vid elvärme.

Den vid sidan av de relativt höga energikostnaderna allvarligaste nackdelen hos "direkt elvärme" är att detta system för all framtid - försåvitt inte omfattande och dyrbara ombyggnader av hela värmesystemet och delar av husstommen äger rum - låser resp byggnad till en enda energiform och en enda energileverantör. Detta kan innebära riskmoment med hänsyn till handelsavspärrningar, kraftransoneringar, aggregathaverier, ledningsbrott m m och kanske också ändrade prisrelationer mellan olika energiformer. Ett flexibelt värmesystem med vattenburen värme, som kan uppvärmas både elektriskt och med andra energiformer, innebär inga jämförliga riskmoment. Tillgången till eldstad med skorsten vid värmeanläggningar för vattenburen värme med lokal förbränning av bränslen är en trygghetsfaktor och har också en del andra fördelar; vid ev förnyad långvarigare krigstida avspärrning av vårt land planeras fö bostadsuppvärmningen enligt statliga beredskapsplaner bli väsentligen baserad på inhemska vedtillgångar.

Påtalade nackdelar vid konventionell oljevärme är bl a mindre bekvämlighet, luftföroreningar vid oljeförbränningen, mindre driftsäkerhet än vid elvärme, sämre lokal reglerbarhet, risk för oljeläckage vid utvändiga oljetankar m m; fördelar är däremot den väsentligt lägre energikostnaden för den enskilde och de likaledes väsentligt lägre investeringskostnaderna för det allmänna.

Önskvärt är att om möjligt kunna förena bägge värmeformernas fördelar men undvika deras nackdelar. För att kunna använda olika energiformer är det som ovan framhållits i praktiken nödvändigt att värmesystemet utföres av typ "vattenburen värme" - "indirekt värme". Detta kräver emellertid större installationskostnader för den enskilde husägaren än system "direkt elvärme", men "indirekt värme" kan omvänt drivas med den ur energisynpunkt billigare oljevärmen.



En huvudtes i den föreliggande undersökningen kan då formuleras i frågan:

Innebär det någon ekonomisk uppoffring - för husägaren eller för samhället - att installera det för alla energiformer inklusive el användbara flexibla systemet "indirekt (el)värme" med vattenradiatorsystem - "vattenburen värme" - i stället för det enbart för el användbara systemet "direkt elvärme" ?

För att undvika att det investeringsmässigt dyrare systemet "indirekt värme" representerar en investeringsmässig kostnadsuppoffring är det uppenbarligen nödvändigt att dess större investeringskostnad först skall kunna bortamorteras med de årliga kostnadsvinsterna genom den billigare oljeeldningen. En huvuduppgift för den föreliggande utredningen har därvid varit att undersöka huruvida en sådan bortamortering kan ske på någorlunda kort tid. För att kunna genomföra en sådan beräkning erfordras kännedom om representativa värden på dels investeringarna vid de båda värmeformerna, dels de årliga kostnaderna vid dessa.

## Kap. II. Värmekostnader ur den enskilde husägarens synpunkt

Rapportens tämligen omfattande andra kapitel behandlar den nyssnämnda huvuduppgiften och redovisar relativt ingående undersökningar av de olika delkostnader - kapitalkostnader och driftkostnader - som ingår i sammanlagda årskostnaderna för de jämförda värmeformerna.

I första hand har det gällt att bestämma ett för modernt småhusbyggande möjligast representativt referens- eller "jämförelse"-hus, till vilket kostnadsberäkningarna kan relateras. Som sådant har med stöd av officiell statistik (Statistiska Centralbyrån, SCB) valts ett friliggande småhus i mellansverige med 110 m<sup>2</sup> lägenhetsyta, vilket utgör medelytan för 1967 års svenska småhusbyggande. Referenshuset har studerats dels i källarlöst och dels i källarförsett utförande. Referenshusets genomsnittliga värmeförbrukningsdata (k-värden m m) har fastlagts med stöd av direkta undersökningar av ca 800 småhus.

Representativa värden på den enskilde husägarens investeringar vid de båda värmeformerna har varit förhållandevis

lätta att bestämma. De har nämligen grundligt undersökts av K. Bostadsstyrelsen som underlag för belåning av på olika sätt utförda småhus. Förf. har dessutom haft möjlighet att ta del av ett stort antal entreprenadanbud - det rör sig om ca 600 småhus - och dessa resultat ha visat sig väl överensstämma med de av K. Bostadsstyrelsen tillämpade. Enligt dessa undersökningar har (1968) den genomsnittliga installationskostnaden för ett konventionellt system av typen "indirekt värme" med oljeeldning för ett källarlöst småhus av genomsnittsstorlek (110 m<sup>2</sup>) befunnits uppgå till ca 8.000 kr pr hus. Motsvarande kostnad för system "direkt elvärme" (innefattande värmedistributionsdelen radiatorer + + ledningar ävensom varmvattenberedare) har befunnits uppgå till ca 4.000:- kr pr hus. Investeringsmerkostnaden för den enskilde husägaren för system vattenburen värme med oljeeldning är alltså av storleken ca 4.000:- kr pr hus.

Bägge de nämnda investeringarna kan uppdelas i två huvudposter: "våningsinstallationer", dvs radiatorer + ledningar samt "pannrumsinstallationer", varvid till de sistnämnda betr "direkt elvärme" hänförts den elektriska varmvattenberedaren. Av speciellt intresse är att kostnaden för "våningsinstallationerna", radiatorer och ledningar, befunnits uppgå till nära samma belopp vid bägge värmesystemen, ca 2.500:- kr. Merkostnaden vid system vattenburen värme med oljevärme hänför sig därför huvudsakligen till "pannrumsinstallationerna", nämligen ca 5.500:- kr vid "indirekt värme" mot endast ca 1.500:- vid "direkt elvärme".

Det är därvid också av intresse att konstatera, att merkostnaden vid "indirekt värme" är relativt föga beroende av husets storlek; med ökande husstorlek eller tillägg för källare växer kostnaden huvudsakligen för "våningsinstallationerna", medan "engångskostnader" av pannrumsinstallationerna förblir i stort sett oförändrade. Eftersom enbart radiatorkostnader med ledningar kostar ungefär detsamma vid såväl "direkt elvärme" som vattenburen "indirekt värme", så växer dessa kostnader ungefär lika mycket vid stigande husstorlek, men kostnadsdifferensen, ca 4.000:-, mellan de båda systemen ändras ej nämnvärt vid ändrad husstorlek resp vid hus med eller utan källare. Detta konstaterande, som kunnat verifieras av ett stort antal entreprenadkostnadsuppgifter, är av stort intresse vid jämförande kostnadsberäkningar mellan de båda systemen.

Representativa värden för årskostnaderna vid de båda värmeformerna är betydligt mera komplicerade att beräkna än för investeringarna. Årskostnaderna kan lämpligen uppdelas i två huvudgrupper: kapitalkostnader och driftkostnader.

Kapitalkostnaderna, dvs ränta och amortering (avskrivning) på investeringarna för värmeanläggningen, beror dels på investeringskostnaden för värmeanläggningens olika komponenter dels också på dessas livslängd och på räntans storlek. Samtliga nämnda faktorer har närmare behandlats i rapporten, men i denna sammanfattning skall särskilt uppmärksammas räntefoten. Denna påverkar i princip ett stort antal av i rapporten angivna kostnadsuppgifter. Nu har huvudparten av dessa baserats på situationen 1968, då rapportens väsentligaste delar utarbetades, och räntefoten för de statliga långtidslån som dominerar småhusens finansiering var då 6 %. Sedan dess har olika räntehöjningar ägt rum, senast den 1 jan. 1970 till 7 1/2 %.

Skenbart skulle undersökningens sifferuppgifter under sådana omständigheter inte längre vara aktuella. Bortsett från att räntefoten under något längre tid varierar både upp och ned och att kostnadssiffrorna redan av denna anledning alltid kommer att variera med tiden, så visar det sig att den nu aktuella ränteändringen inte nämnvärt synes förändra den i skriften framförda huvudtesen. Detta sammanhänger bl a med beskattningsförhållandena. Vid den vanligaste lånetypen, ett 30-årigt amorteringslån, utgör ränteandelen under de första 10 åren en dominerande del av de årliga annuiteterna, (enligt undersökningen genomsnittligt ca 77 %), och ränteandelen är avdragsgill vid beskattningen. I undersökningen har räknats med 30.000 kr årlig familjeinkomst och en motsvarande marginals katt av 50 %, vilket representerar en "nettoränta" av  $0,5 \times 6 = 3,0$  %. Det är denna "nettoränta" som utgör husägarens årskostnadsbelastning av ränteandelen. Vid en till 7 1/2 % höjd ränta och en annonserad marginals kattehöjning till ca 60 % blir "nettoräntan"  $0,4 \times 7 \frac{1}{2} = 3,0$  %, dvs under angivna förhållanden i stort sett oförändrad.

Alldeles oavsett nu nämnda skatteeffekt påverkas emellertid den i undersökningen framförda huvudtesen inte "negativt" av mera långvarigt förhöjd räntefot; anledningen härtill är i korthet uttryckt att totala investeringen, dvs husägarens + samhäl-

lets-energileverantörens investeringar och därmed även räntebelastningen, är större vid system "direkt elvärme" än vid "indirekt värme" med oljeeldning. Detta behandlas ytterligare i undersökningens Kap. III.

För fullständighetens skull återges här i starkt koncentrerad form investeringskostnader och avskrivningstider för de behandlade delkomponenterna av de jämförda värmeanläggningarna: "Direkt elvärme": Elradiatorer + termostat l. 100:-, 15 år, ledningsinstallationer för dito l. 400:-, 40 år, elektrisk varmvattenberedare l. 300:-, 30 år, ledningsinstallationer för dito 200:-, 40 år. "Indirekt värme": Eldstadsrum med byggnadsarbeten 600:-, 60 år, skorsten 750:-, 30 år, vattenvärmepanna l. 300:-, 15 år, oljebrännare med instrumentering 700:-, 10 år, vattenradiatorer med ledningar 2.500:-, 40 år, övrig pannrumsininstallation l. 150:-, 40 år, oljetank 1.000:-, 30 år.

För det källarlösa referenshuset blir då de årliga kapitalkostnaderna utan hänsyn till skatteavdrag för räntan enligt undersökningen 313:- kr/år vid system "direkt elvärme" och 635:- kr/år vid system "indirekt värme". Efter skatteavdrag för räntebelastningen (med 50 % marginals katt och 6 % räntefot eller (appr.) 60 % marginals katt och 7 1/2 % räntefot) utgör husägarens resulterande kapitalkostnader resp 201:- och 411:- kr/år. Differensen mellan sistnämnda kapitalkostnader blir av förut angivna skäl appr. oförändrad vid källarförsedda hus resp något större hus.

Driftkostnaderna och dessa påverkande förhållanden är av många olika slag och har i undersökningen behandlats i en rad särskilda avsnitt på grundval av olika undersökningar. Sålunda har bl a undersökts och analyserats förekomst och inverkan av ev tilläggsisolering vid elvärmda hus, årskostnader för service och sotning vid oljevärme, inverkan av sk "gratisvärme" (basvärme) från solstrålning, människor och elektriska apparater, storlek av sk hushållselförbrukning (belysning, elspis, apparater etc), varmvattenförbrukning m m.

Representativa genomsnittsvärden har för hus av referenshusets storlek för hushållselförbrukningen befunnits uppgå till ca 3.000 kWh/år, och för varmvattenberedningen till 4.500 kWh/år. "Gratisvärmerna" för samma hus har beräknats till 5.000 kWh/år vid elvärmda hus och till 1/2 härav eller 2.500

kWh/år vid oljevärmda hus.

Sedan delkomponenterna i energiförbrukningen på detta sätt analyserats har en betydande del av undersökningen ägnats åt att söka finna möjligast representativa värden på genomsnittliga totalförbrukningen av uppvärmningsenergi vid de studerade småhusen. Ett dylikt representativt värde på värmeförbrukningen har enligt undersökningen inte bestämts genom teoretisk beräkning - eftersom en sådan kan innesluta åtskilliga felkällor - utan i stället baserats på uppmätning av faktisk elförbrukning vid ett större antal, ca 160, elvärmda småhus. Därigenom har bättre hänsyn kunnat tas till de genomsnittliga förbrukningsvorna hos ett större antal småhusägare och likaledes till husens genomsnittliga värmetekniska utförande.

Som resultat härav har genomsnittsförbrukningen för källarlösa hus enligt referenshusets data om  $110 \text{ m}^2$  beräknats till 23.000 kWh/år, inkl hushållsel. För källarförsedda hus om  $110 \text{ m}^2$  har räknats med en standardkällare, för vilken enligt nedan beräknats värmeåtgången 6.500 kWh/år. Totala elförbrukningen för källarförsett hus av referenshusets yta sålunda  $23.000 + 6.500 = 29.500 \text{ kWh/år}$ .

Värmeförbrukningen i oljeeldade hus har bestämts genom omräkning av de ovannämnda på direkt uppmätning baserade energiförbrukningssiffrorna vid elvärmda hus excl hushållsel, se nedan, varvid tillämpats genomsnittliga verkningsgraden 75 % vid oljevärme och vidare antagits att endast hälften av den vid elvärmda hus utnyttjade "gratisvärmen" eller 2.500 kWh/år kunnat utnyttjas vid oljevärme.

Energikostnaderna för de båda värmeformerna har sedan kunnat beräknas med stöd av i ett särskilt avsnitt redovisade representativa å-priser för elvärme och oljevärme. För det källarlösa referenshuset har på detta sätt beräknats genomsnittliga årskostnaden för elenergi till 1.680:- kr/år, vari även ingår kostnaden för hushållsel.

Motsvarande energikostnad vid oljeeldning har vid ett i undersökningen åberopat "huvudalternativ" med en relativt hög genomsnittskostnad för eldningsolja, 165:- kr/ $\text{m}^3$ , beräknats till 487:- kr/år. (I undersökningen påvisas med stöd av offentliggjorda uppgifter att för en stor del av landets småhusbestånd numera återigen erbjuds eldningsolja Eo 1 till ungefär samma

årsmedelpris som före Suez-krisen, nämligen ca 150:- kr/m<sup>3</sup>.)

Till energikostnaden för eldningsolja skall läggas kostnaden för hushållsel vid oljevärmda hus, som utgår efter ett väsentligt högre å-pris än vid elvärmda hus. Genomsnittskostnaden för hushållsel har vid 3.000 kWh årsförbrukning beräknats till 372:- kr/år. Total energikostnad vid oljeeldning sålunda 487 + 372 = 859:- kr/år.

Av de olika kostnadskomponenterna för de båda värmeformerna utgörs den ojämförligt största av kostnaden för elenergi vid system direkt elvärme: 1.680:- kr/år. En riktig bestämning av denna post är sålunda av alldeles särskild vikt för en riktig kostnadsbedömning. Den har ägnats stort utrymme i undersökningen, bl a genom de omfattande energimätningarna vid elvärmda hus. För att ytterligare kontrollera att den icke beräknats för högt (dvs till den direkta elvärmens nackdel) har det här genom direkta uppmätningar bestämda genomsnittsvärdet jämförts med uppgifter i en av FERA (Fören. för elektricitetens rationella användning) och Svensk Byggtjänst år 1968 utgiven skrift "Byggtjänst/Råd 5", ur vilken må citeras: "Netto åtgår alltså kalkylmässigt (inklusive ca 4.000 kWh hushållselektricitet) för hus utan källare 22.000 - 24.000 kWh/år, för hus med hel källare 27.000 - 32.000 kWh/år".

Genomsnittsvärdet av sistnämnda siffror utgör 23.000 kWh/år för källarlösa hus, dvs exakt samma värde som enl uppmätningarna ovan. Medelvärdet för källarförsedda hus utgör 29.500 kWh/år, eller ett tillägg av 6.500 kWh/år för källaren, vilka värden likaledes tillämpats i föreliggande utredning. FERA:s värden avser emellertid ett något mindre hus, ca 100 m<sup>2</sup>, varjämte "gratisvärmen" från solvärme, människor m m antagits till 6.000 i stället för i undersökningen använda 5.000 kWh/år enligt en senare skrift från FERA. En omräkning till referenshusets data motsvarar därvid värden enligt FERA för det källarlösa referenshuset av 25.500 å 26.000 kWh/år. De i föreliggande undersökning använda elförbrukningsvärdena för värme och varmvatten ligger sålunda inte obetydligt under FERA:s nämnda värden.

Totala årskostnaderna för det källarlösa referenshuset och inkl kapitalkostnader blir med angivna delkostnader och för det i utredningen behandlade huvudalternativet (oljepris 165:-

kr/m<sup>3</sup>) 1.880:- kr/år för system direkt elvärme och 1.370:- kr/år för system "indirekt värme" med oljeeldning. Differens sålunda  $1.880 - 1.370 = 510:-$  kr/år, (dvs kostnadsvinst vid källarlösa hus till oljevärmens favör).

För det källarförsedda referenshuset ökas energiförbrukningen med 6.500 kWh/år, vilket - också med stöd av uppgifter i FERA:s nyssnämnda skrift - beräknats motsvara en ökad kostnadsdifferens av 260:- kr/år eller  $510 + 260 = 770:-$  kr/år, (= kostnadsvinst för oljevärme vid källarförsedda hus).

Enligt rapportens huvudtes förutsättes nu att värmesystemet med vattenburen värme, "indirekt värme", drives huvudsakligen med oljeeldning åtminstone så länge, att den ca 4.000:- kr högre investeringen vid oljevärme hinner bortamorteras med de årliga kostnadsvinsterna vid oljeeldning innan övergång till helelektrisk uppvärmning äger rum. I sådant fall kan nämligen systemet vattenburen värme i fortsättningen drivas också helelektriskt utan investeringsmässig kostnadsuppföring för vare sig den enskilde eller samhället. Frågan hur lång tid sådan "bortamortering" tar kan nu besvaras med stöd av de härovan angivna investerings- och årskostnadssiffrorna.

Härvid har i rapporten uppmärksammas särskilt två faktorer, som i tidigare publicerade kostnadsjämförelser mellan de båda värmeformerna otillräckligt eller inte alls brukat beaktas.

Den ena är att majoriteten (ca 2/3) av nybyggda småhus i landet enligt officiell statistik (SCB) utgörs av källarförsedda hus, ej av de källarlösa hus med relativt liten yta (oftast ca 100 m<sup>2</sup>) och likaledes relativt liten värmeförbrukning, som tidigare mest valts som jämförelseobjekt vid kostnadsjämförelser. I undersökningen har vidare påvisats att den procentuella andelen källarförsedda hus är i stigande i samband med allmänna önskemål om ökade extrautrymmen vid "egna hus", såsom gillestuga, hobbyrum, förråd m m. I USA och Canada, varifrån den moderna tekniken för "källarlösa hus" väsentligen importerades på 1950-talet, har under den senaste 10-årsperioden andelen källarförsedda hus ökats mycket kraftigt, från ca 50 till ca 90 %, vilket kan tänkas ge en fingervisning om utvecklingen också i Sverige. Denna utveckling leder till ökad värmeförbrukning för husuppvärmningen.

Den andra tidigare oftast försummade faktorn vid jämförande kostnadsberäkningar är inflationens inverkan på långtidsbelånade bostadsinvesteringar. Om fortlöpande inflation råder, minskas nämligen kontinuerligt realvärdet av amorteringarna för en långtidsbelånad investering i takt med inflationen, vilket innebär att låntagaren återbetalar lånet med "allt sämre pengar", dvs med en procentuellt allt mindre del av hans lön om dennas

TABELL C. AMORTERING AV 30-ÅRIGT AMORTERINGSLÅN a KR VID 6 % RÄNTEFOT. ANNUITET 7,26<sub>5</sub> %.

Slut av år nr	Räntedel I	Amorteringsdel II	Summa amortering III	Återstående låneskuld IV = a - III	(Total) annuitet V	Penningvärde vid 4 % infl. VI	Annuitets realvärde VII = V x VI
1	0,0600 a	0,0126 a	0,0126 a	0,9874 a	0,0726 <sub>5</sub> a	0,960	0,0698 · a
2	0,0593	0,0134	260	9740	"	0,923	670
3	584	142	402	9598	"	888	645
4	576	151	553	9447	"	853	620
5	566	160	713	9287	"	821	596
6	558	169	882	9118	"	789	573
7	547	179	1061	8939	"	759	551
8	537	190	1251	8749	"	730	530
9	524	202	1453	8547	"	701	509
10	513	214	1667	8333	"	674	490
11	499	227	1894	8106	"	649	472
12	487	240	2134	7866	"	624	453
13	472	254	2388	7612	"	600	436
14	457	270	2658	7342	"	577	419
15	440	286	2944	7056	"	554	402
16	424	303	3247	6753	"	533	388
17	405	321	3568	6432	"	513	373
18	386	341	3909	6091	"	493	358
19	365	361	4270	5730	"	474	344
20	344	383	4653	5347	"	456	332
21	320	406	5059	4941	"	438	319
22	297	430	5489	4511	"	421	306
23	270	456	5945	4055	"	405	294
24	244	483	6428	3572	"	389	283
25	214	512	6940	3060	"	374	272
26	184	543	7483	2517	"	360	262
27	151	575	8058	1942	"	346	251
28	117	610	8668	1332	"	333	242
29	79	647	9315	685	"	320	231
30	0,0042 a	0,0685 a	1,0000 a	0,0000 a	0,0726 <sub>5</sub> a	0,308	0,0224 · a
	≤ 1,1795 · a	≤ 1,0000 · a			≤ 2,1795 · a		≤ 1,2543 · a

realvärde antas oföränderligt. Inflationens inverkan har i undersökningen åskådliggjorts genom här återgivna tabell, som avser ett 30-årigt amorteringslån med 6 % ränta och lika stora årliga annuiteter, 7,26<sub>5</sub> %. (Vid de nya sk paritetslånen förstärkes inflationens inverkan ytterligare.)

Tabellens kolumner I-V visar hur ränteandel, amorteringsdel och total annuitet m m varierar under lånets löptid vid fast penningvärde. Kolumn VI visar penningvärdets minskning med åren vid en antagen årlig inflation av 4 %, och sista kolumnen VII realvärdet av annuiteterna (= produkten av värdena i kol. V och VI). Summan av sistnämnda realvärden vid 4 % inflation blir enligt tabellen 1,2543 · a, om a är lånets utgångsvärde,



medan vid fast penningvärde samma summa blir 2,1795 · a. Inflationen har sålunda minskat realvärdet av låntagarens samtliga annuiteter till  $1,2543/2,1795 = 57\%$  av nominalvärdet.

I rapporten återges även en tabell, som visar inflationens storlek under de närmast föregående 30 åren; medelvärdet på denna utgör t o m något mer än här antagna 4 %, och inget motsäger sannolikheten av en fortsatt inflation av minst denna storlek.

I rapporten diskuteras inflationseffekten ganska ingående, varav bl a framgår, att den enskilde husägarens "inflationstvinst" inte normalt leder till en motsvarande förlust för samhället-långgivaren. Räntan, som i kostnadskalkylerna redan belastats husägarens annuiteter, är nämligen normalt beräknad så att den också avses täcka långgivarens inflationsförluster.

Ett rimligt beaktande av samtliga kostnadsfaktorer har givit som resultat att för majoriteten av småhus (de källarförsedda med deras något större värmebehov) den enskilde husägaren kan bortamortera realvärdet av merinvesteringen för vattenburen värme med kostnadsvinsterna vid oljeeldning på så anmärkningsvärt kort tid som 3 år. Han kan därefter utan investeringsmässig merkostnad för vare sig själv eller samhället övergå till helelektrisk uppvärmning med vattenburen värme - om detta av miljöskäl, bekvämlighetsskäl ed anses önskvärt - eller också ett antal år fortsätta med oljeeldning för att utnyttja dess lägre årskostnader. Hela tiden besitter han ett ur trygghetssynpunkt flexibelt värmesystem, som fungerar oavsett störningar i endera av energiformerna. Beaktas bör även att sedan realvärdet av de högre investeringarna vid vattenburen värme bortamorterats, så bortfaller i fortsättningen realvärdemässigt de större kapitalkostnaderna för vattenburen värme, vilket i fortsättningen innebär en kostnadsvinst (efter skatt) av ca 200:- kr/år utöver förut angivna kostnadsvinster av 510:- resp 770:- kr/år.

Vid vissa typer av radhus, kedjehus och liknande närliggande småhus föreslås i utredningen en anordning med för två lägenheter gemensam men ändå från vardera lägenheten individuellt reglerbar värmeanläggning med vattenburen värme. Därigenom minskas investeringen pr lägenhet radikalt och därmed

minskas också nyssnämnda "bortamorteringstid" till endast ca 1 år vid källarförsedda hus.

För källarlösa hus ökar de angivna amorteringstiderna med ca 50 %. I samtliga fall är det alltså fråga om mycket korta "bortamorteringstider".

Den inledningsvis ställda frågan huruvida det innebär någon kostnadsuppoffring för den enskilde husägaren eller samhället att installera det för alla energiformer användbara flexibla värmesystemet "vattenburen värme" har därmed besvarats nekande under förutsättning att husägaren under ovan angivna "bortamorteringstider" driver systemet vattenburen värme med oljeeldning. I vad mån detta medför konsekvenser ur samhällsekonomisk synpunkt eller med avseende på miljövårdsfrågor behandlas i två följande kapitel.

### Kap. III. Värmekostnader ur samhällsekonomisk synpunkt

I detta kapitel behandlas samhällets och energileverantörens investeringar vid de olika värmeformerna. Dessa ha förhållandevis litet behandlats i den allmänna diskussionen av olika uppvärmningsmetoder för småhus. Detta har i sin tur lett till en ganska allmänt förekommande oklarhet i begreppen när det gäller kostnadsjämförelser mellan t ex uppvärmning med oljeeldning och med direkt elvärme.

Vid oljeeldning och vattenburen värme belastas den enskilde husägaren (eller byggnadsproducenten) av investeringarna för två huvudkomponenter av värmeanläggningen, nämligen dels den komponent som svarar för alstringen av värmen i huset ("pannrumsanläggningen" dvs värmepannan med dess olika tillbehör), dels den komponent som svarar för värmens distribution (vattenradiatorer med tillhörande ledningar). Vid direkt elvärme belastas husägaren däremot i vad avser rumsuppvärmningen endast av investeringarna för en komponent: värmens distribution (elradiatorer och elledning). "Pannrumsinstallationerna" vid elvärmens ligger däremot väsentligen utanför den enskilde husägarens investeringsansvar och motsvaras här närmast av de huvudsakligen samhällsägda el-kraftverk, med vilka den elektriska värmeenergin alstras.

Härtill kommer att vid bägge värmeformerna värmeenergin måste transporteras från ett visst utgångscentrum till de

olika husen. Vid elvärme utgöres detta transportled av det elektriska distributionsnätet, vid oljevärme av transportkedjan för olja.

Det sagda innebär att den enskilde husägaren resp byggarbetaren belastas av olika andelar av den totala värmealstringskedjan vid oljevärme och vid elvärme. För att få en rättvisande jämförelse mellan värmeformerna måste emellertid hela värmealstringskedjan beaktas, alltså totala investeringarna resp totala årskostnaderna. De sista har redan behandlats i Kap. II. I detta kapitel III skall behandlas de totala investeringarna, dvs inklusive energileverantörens och samhällets.

Lättast att uppskatta är totala investeringarna på oljevärmesidan. I denna undersökning har för bägge värmeformerna endast medtagits för husuppvärmningen nödvändiga investeringar. På oljevärmesidan har härvid utgått från ett bestämt oljepris i visst utgångscentrum, här normalt en importhamn för eldningsolja. Detta pris inkluderar alla "bakomliggande" investeringar, såsom investeringar i oljeleverantörsländet, båttransporter, o d. Dessa investeringar gäller för både vid oljevärme och vid elvärme, eftersom också vid elvärme en betydande del av elenergin kommer att alstras i oljeeldade värmekraftverk.

Till nu nämnda utgångsvärde kommer på investeringssidan för oljeuppvärmning av småhus kostnaden för investeringar för lagerhållning, mellanlager och transport av oljan från importhamnen till de olika husen.

Med stöd av uppgifter från några större oljebolag har nödvändiga sådana investeringar beräknats till ca 100:- + K kronor pr hus, där K representerar vissa ej beräkningsbara investeringar, som kan anses lika vid oljevärme och elvärme.

I rapporten diskuteras osäkerhetsfaktorer i beräkningen, t ex hur vägkostnader m m skall beräknas. Det understrykes att samtliga investeringskostnader för det allmänna resp energileverantören är svårberäkneliga och att de framlagda siffrorna måste betraktas främst som diskussionsunderlag för att få fram ev riktigare investeringsbelopp.

Beräkningen av det allmännas och energileverantörens investeringar på elvärmesidan är betydligt svårare än på oljevärmesidan och detta naturligtvis särskilt för den som i likhet med förf. inte är fackman på detta område. Emellertid har av

elkraftindustrin publicerats detaljerade uppgifter både om redan kända investeringskostnader och om för framtiden prognoserade. De efterföljande uppgifterna är främst hämtade från en av Svenska Kraftverksföreningen och Centrala Driftledningen, CDL, i början av 1968 publicerad skrift "Elförsörjningen under 1970-talet - 1967 års CDL-studie". Därutöver har underhandsuppgifter erhållits från ett av landets största kraftverksföretag.

Den kvarvarande utbyggnadsvärda vattenkraften förslår inte långt som energikälla för tillkommande elvärme. Det ökade behovet kommer därför i stället att väsentligen täckas genom utbyggnad av dels oljebaserade värmekraftverk, dels kärnkraftverk, varvid de sista kommer att bli av särskild betydelse under slutet av prognosperioden och särskilt för att täcka den mera långvariga grundbelastningen. För utpräglade toppbelastningar förutsättes pumpverk, gasturbiner m m.

En betydelsefull faktor är att vid den framtida utbyggnaden är det kravet på erforderlig effekt, som främst bestämmer

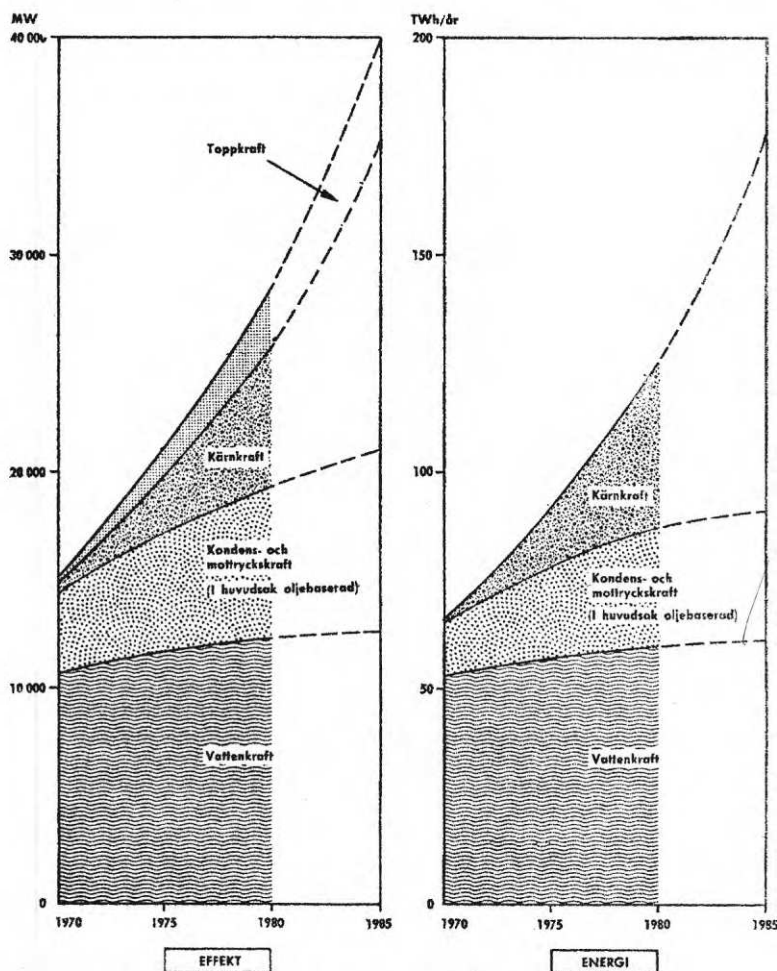


Fig. 9. Effektens och energis fördelning 1970—1985.

investeringarna, ej som under den utpräglade vattenkraftepoken varit fallet kravet på erforderlig energi. 1970 års elransonering är en god illustration till detta: energibrist uppstod på grund av otillräcklig vattentillrinning (relativt elförbrukningen) till vattenmagasinen, däremot fanns (på vattenkraftsidan) veterligen

ingen brist på utbyggd effekt, tvärtom torde den installerade vattenkrafteffekten inte helt ha kunnat utnyttjas på grund av brist på magasinerat vatten dvs brist på energi. Vid den framtida utbyggnaden av värmekraftverk, där energin inte behöver lagras i annan form än som bränsleförråd, måste däremot kraftanläggningar och distributionsnät dimensioneras med sådan kapacitet, att även vid toppvärden på effektbehovet efterfrågan på kraft skall kunna klaras; om ej blir krafttillförseln otillräcklig till något av förbrukningsställena.

Med stöd av bl a de ovan angivna källskrifterna har i undersökningen följande kostnadsuppgifter m m beräknats:

Investeringskostnad vid kärnkraftverk med aggregatstorleken 400 MW (400.000 kW = Oskarshamnsvärmekraftverkets nuvarande utbyggnadsstorlek)	1.000:- kr/kW
Investeringskostnad vid kärnkraftverk om 750 MW (Ringhals m fl)	750:- kr/kW
Investeringarna vid kärnkraftverk förutsätter för god ekonomi mycket stora aggregat.	
Investeringskostnad vid oljeeldade värmekraftverk	490:- kr/kW
Reservkraft för aggregathaverier och andra fel	+ 15 %
Distribution på storkraftnät och lokal-distribution	720:- kr/kW
Maximalt effektbehov vid 110 m <sup>2</sup> källarlöst hus	12 à 15 kW/hus
d:o efter sammanlagring med andra belastningsobjekt räknat vid kraftverket	4,5 kW/hus
d:o vid källarförsett hus, 1970-talets medelyta	6 2/3 kW/hus

För toppkraft avsedd att täcka mera kortvariga belastningsspetsar kan utnyttjas investeringsmässigt billigare kraft-

typer än de här angivna, men det torde kunna ifrågasättas om merparten av elvärme vid maximalt effektuttag (t ex under stränga vinterperioder) är av den art som motsvarar sådan toppkraft, I nedanstående sammanställning har på sikt grovt uppskattats fördelningen 2/3 kärnkraft, 1/3 oljebaserad värmekraft. Med denna fördelning och med 15 % påslag för reservkraft erhålles följande investeringskostnad för andel i kraftverk och distributionsnät:

Vid kärnkraftverk av typ 400 MW: ca 11.200:- kr/hus  
 " " " " 750 MW: ca 9.900:- kr/hus

De totala investeringarna pr småhus (med källare) kan nu med stöd också av investeringsuppgifterna i Kap. II för den enskilde husägaren beräknas enligt följande sammanställning:

Totalinvesteringar vid "direkt elvärme" och "indirekt värme"

	System "direkt elvärme"	System "indirekt (el)värme", med oljeeldning
Husägarens egna investeringar	4.000:-	8.000:-
Energileverantörens och det allmännas investeringar, ca (vid 2 x 750 MW kärnkraftverk)	9.900:-	100:-
dito dito, som ansetts lika vid båda systemen	K	K
	13.900:- + K	8.100:- + K
Vid 400 MW kärnkraftverk ändras summabeloppen till	15.200:- + K	8.100:- + K

De totala investeringarna är enligt dessa siffror betydligt större för system "direkt elvärme" än för "vattenburen värme" ("indirekt värme") med oljeeldning, detta trots att den enskilde husägarens investeringar visar den motsatta tendensen.

Reservation måste emellertid göras för osäkerhet i siffrorna av flera skäl. Sådana är svårigheten att rätt bedöma vilka kostnadsandelar som är av marginell art, sammansättningen av grundlast och toppkraft, bidrag från olika kraftverkstyper m m. Att storleksordningen är rimlig och betr elkraftverk kanske t o m ligger i underkant synes dock framgå om man jäm-

för rimliga värden på ränta och avskrivning på de angivna investeringsbeloppen med de i Kap. II redovisade årliga elenergi-kostnaderna pr hus, givetvis med beaktande av rimliga värden på andra kostnader än kapitalkostnaderna.

Siffrorna överensstämmer även väl med uppgifter från helt annat men ytterst auktoritativt håll, nämligen i en artikel "Den svenska energiförsörjningens utveckling" av en av landets främsta industrimän, Elam Tunhammar, bl a ordförande i Svenska Petroleuminstitutet och vice ordförande i AB Atomenergi, som bl a skriver:

"Försiktigt räknat torde eluppvärmning i större skala taga i anspråk en tredjedel mer av kapitalresurserna i landet än vad den gamla beprövade oljeeldningen gör." Detta stämmer väl med ovanstående siffror om det beaktas, att citatet förutsatt elgenerering huvudsakligen i oljebaserade värmekraftverk medan de härovan framräknade uppgifterna till större del inkluderar investeringsmässigt dyrare kärnkraft. Ur Tunhammars artikel må ytterligare citeras: "Dessa investeringar bör ses ur det totala samhällsekonomiska perspektivet, dvs oavsett vem som gör investeringarna, den enskilde eller det allmänna."

De här uppskattade totala investeringarna vid de båda värmeformerna ger anledning till flera reflektioner:

En sådan är att stigande räntefot belastar det mera kapitalkrävande systemet "direkt elvärme" hårdare än system "vattenburen värme" med oljeeldning, trots att effekten för den enskilde husägaren skulle ha varit den motsatta om den inte utjämnats av samtidigt ökande marginalskatteavdrag (se Kap. II). Enligt offentligt uttalande nyligen av ledande finansexpert är nuvarande eltaxor baserade på alltför låga räntor för att ge full kostnadstäckning. Vid långvarigt ökande räntekostnader ökas därför den i Kap. II beräknade kostnadsdifferensen mellan direkt elvärme och oljevärme. Farhågor härför har av förf. uttryckts redan i den 1967 ursprungligen formulerade inledningen (sid 3 i denna sammanfattning) om nackdelen vid direkt elvärme av känslighet för framtida prisändringar.

En annan reflektion är att direkt elvärme binder större investeringar för samhället pr hus räknat än enbart oljevärme. Antas antalet elvärmda småhus vid 1970-talets mitt enligt gjorda prognoser till ca 500.000, så representerar dessa med ovan

uppskattade siffror en merinvestering relativt enbart oljevärme av storleksordningen 3 å 4 milliarder kr. Även om siffrorna skulle mot förmodan ha uppskattats i överkant så är det fråga om stora belopp, som i sin tur i motsvarande mån inskränker andra angelägna investeringar (miljövård av olika slag, industrier, vägar, sjukvård etc etc). I den mån småhusuppvärmningen kan lösas med lägre investeringsbelastning är detta en samhälls-ekonomisk fördel.

Elvärme har å andra sidan så många fördelar och är på längre sikt helt nödvändigt för att klara våra energifrågor, varför utvecklingen mot ökat antal elvärmda hus bör fortgå. Det stora investeringsbehovet vid elvärme beror delvis på att utbyggnad av kraftverk och distributionsnät rimligtvis måste kunna täcka förekommande effekt-toppar. Enligt en huvudtes i denna rapport skulle en väsentlig reduktion i denna "topp-investering" kunna ernås om värmesystemen kunde drivas både med olja och med elvärme. Toppbelastningar kan då vid annars elvärmda hus upptas med hjälp av oljevärme. I Kap. II har visats att detta kan ske utan ökad investeringsbelastning för den enskilde husägaren (och samhället) om värmesystemen under viss "bortamorteringstid" drivs med oljevärme. I fortsättningen bör denna kombination möjliggöra att genom lämplig samverkan mellan oljevärme och elvärme både uppnå ökad drift-trygghet, lägre genomsnittlig årskostnad och förmodligen väsentligt lägre samhällsekonomisk investeringsbelastning.

Möjligheterna till här föreslagen "kombinationsdrift, torde hittills icke ha närmare undersökts. Anledningen är delvis att lämpliga "kombinationspannor" för oljevärme och elvärme icke funnits på marknaden. I den mån så kan bli fallet borde möjligheterna för den här rekommenderade "kombinationsdriften" ökas.

Den i föreliggande rapport framförda huvudtesen om önskvärdheten att utföra värmesystem för småhus för både olje- och elvärme skall i detta sammanhang ytterligare något be-lysas med några slutsatser från 1970 års elransonering. Enligt uppgift i elkraftindustrins tidskrift FERA den 18 febr. 1970 fanns vid slutet av 1969 ca 130.000 elvärmda småhus - dessutom ca 15.000 elvärmda lägenheter i flervåningshus, som dock här må lämnas åsido. Enligt de i Kap. II använda likaledes på en skrift



från FERA baserade siffrorna uppgår medelförbrukningen av elvärmeenergi för småhus (excl hushållsel) under ett genomsnittsår till ca 20.000 kWh för källarlösa och ca 26.500 kWh för källarförsedda hus. Antas i detta speciella fall lika många småhus av vardera typen erhålles totalförbrukningen pr år för 130.000 hus till ca  $3 \cdot 10^9$  eller 3 miljarder kWh. Enligt en annan av Svenska Elverksföreningen utgiven skrift kan härav beräknas energiåtgången under vinterperioden december - mars uppgå till ca 60 % av årsåtgången eller ca  $1,8 \cdot 10^9$  kWh för uppvärmning och varmvatten. Under den extremt kalla vintern 1969/70 ökas sistnämnda belopp med appr 10 % eller till  $2 \cdot 10^9$  kWh dvs 2 miljarder kWh.

Om de nyssnämnda 130.000 elvärmda småhusen under högvintern 1969/70 verkligen uppvärmts med enbart elvärme skulle de sålunda - flerfamiljshusen oräknade - under högvintern 1969/70 ha förbrukat appr dubbelt så mycket elenergi som den uppskattade totala elenergi-bristen när den var som störst, ca 1 miljard kWh. Härav kan dras flera lärdomar.

En sådan är att om enligt huvudtesen i denna rapport de ifrågavarande småhusens uppvärmningssystem konsekvent anordnats av typen vattenburen värme användbar för såväl oljeeldning som elvärme, så hade det varit tillräckligt att under ungefär 1/2 av vinterperioden 1969/70 tillfälligt köra dessa värmeanläggningar med olja (ev fasta bränslen) för att spara lika mycken elenergi som den beräknade bristen vid 1970 års elransonering.

En annan besläktad men principiellt långt viktigare erfarenhet är att uppvärmningssystemet enbart för den del av småhusbeståndet som inriktats på normal uppvärmning med elvärme skulle med den föreslagna flexibla utformningen kunna fungera som energiregulator inte bara för uppvärmningsändamål utan för långt mera omfattande samhällsbehov av elenergi. Enligt Vattenfalls prognoser väntas vid mitten av 1970-talet hälften av våra småhus eller ca 500.000 lägenheter vara elvärmda, alltså i runt tal 4 gånger så många som antalet av dagens småhus. Årsförbrukningen vid dessa är av storleksordningen 12 miljarder kWh och motsvarar en topp effekt under högbelastningstid av storleksordningen 4.000 MW (4 millioner kW).

Vid det här förordade flexibla värmesystemet kan detta

normalt drivas med elvärme men i ett ogynnsamt energiläge som t ex 1970 års kan nyssnämnda värmeeffekt också åstadkommas med lokal oljeeldning (eller i en beredskapssituation med t ex ved). Att detta kan innebära en betydelsefull reserv framstår klart om man observerar att landets största vattenkraftverk, Stornorrfors, har en kapacitet av 375 MW (Porjus 140 MW), att de största aggregaten vid våra nuvarande värmekraftverk är av storleksordningen 275 MW, att det under byggnad varande kärnkraftverket vid Oskarshamn är av storleken 400 MW och att t o m de påbörjade kärnkraftjättarna vid Ringhals m fl har en aggregatstorlek av 750 MW. "Reservenergin" hos flexibla men normalt elvärmedrivna värmeanläggningar enbart vid (hälften av) våra småhus kan alltså bli tillräcklig för att ersätta aggregathaverier och kraftbortfall från en lång rad av våra största elkraftverk.

#### Kap. IV. Miljöproblem. Luftföroreningar

I detta kapitel framföres vissa synpunkter på miljöproblemen vid de olika värmesystemen.

Enligt huvudtesen i denna rapport bör småhusen förses med ett för alla energiformer inkl el användbart värmesystem med vattenburen värme, och detta bör drivas med oljeeldning åtminstone så länge, att investeringsmerkostnaden för det vattenburna systemet relativt system direkt elvärme hinner bortamorteras med de årliga kostnadsbesparingarna genom den billigare oljeeldningen. I rapporten har påvisats att sådan bortamortering kan ske på anmärkningsvärt kort tid. Övergång till helelektrisk uppvärmning kan därefter ske utan kostnadsuppföring för någon part. Förutsättning har dock därvid varit att åtminstone under en begränsad tid oljeeldning accepteras.

Nu har på senare år hos en bred krets av allmänheten spritts uppfattningen att oljevärme - även för småhus - av luftföroreningsskäl inte vore acceptabel. Att luftföroreningsfrågan i och för sig numera utgör ett allvarligt samhällsekonomiskt och miljömässigt problem kan inte ifrågasättas; det avgörande spörsmålet i föreliggande sammanhang är emellertid i vilken grad småhusuppvärmningen bidrar till luftföroreningarna. En annan minst lika viktig synpunkt är i vad mån alternativa värmeformer, t ex elvärme via el från oljebaserade värmekraftverk,

från vattenkraft och från kärnkraft är gynnsammare ur miljö-  
vårdssynpunkt.

Vid förbränningen av svavelhaltiga bränslen, särskilt eldningsolja, alstras bl a svaveldioxid, och detta ger upphov till dels ett globalt eller regionalt, dels ett lokalt föroreningsproblem. Det förstnämnda påverkas av den totala förbränningen av svavelhaltiga bränslen inom vidsträckta geografiska områden, eftersom förbränningsprodukterna sprider sig i atmosfären mycket långt. Exempelvis har på senare tid uppmärksamats att svaveldioxidutsläppen från så pass avlägsna trakter som de centraleuropeiska industriområdena, t ex Ruhr, i avgörande grad förorenat luften i stora områden i Sverige. Naturligtvis gäller motsvarande om svaveldioxidutsläpp i det egna landet. Dessa luftföroreningar är en direkt följd av den snabbt ökande förbränningen av eldningsolja, framförallt de svavelrikare skottkolvorna (Eo 3 - Eo 5). Denna ökning sker nu exponentiellt med tiden med en ökningstakt av 6-7 % pr år motsvarande en fördubbling på 12 - 10 år. Hur olika förbrukningsställen inom landet bidrar till dessa mycket allvarliga luftföroreningar framgår av officiell statistik (SCB) över förbrukning av olika typer

TABELL D. Leveranser av eldningsolja med fördelning på varuslag och förbrukargrupp. 1968.

Eldningsolja nr d:o, volymvikt, $\delta \rightarrow$ d:o, svavelhalt vikts-% (p) $\rightarrow$	Leveransvolym, 1000-tal $m^3 = Q$					Svavelinnehåll, $Q \cdot p \cdot \gamma$ , ton				
	Eo 1	Eo 3	Eo 4	Eo 5	Summa olja 1000-tal $\frac{m^3}{Q}$	Eo 1	Eo 3	Eo 4	Eo 5	Summa svavel ton
<b>Förbrukningsgrupp</b>										
Kraft- och elverk	13	22	560	459	1054	50	400	12000	10400	} 39830
Kraftvärmeverk	2	6	143	613	764	10	110	3060	13800	
Industrier	809	637	2195	2904	6545	3360	11600	47000	65700	127660
Fastigheter (bostads-, affärs-, kontors- e.d.)	5554	1179	760	43	7536	23000	21500	16300	970	61770
Institutioner (statliga, kommunala etc.)	553	462	570	72	1657	2300	8410	12200	1620	24530
Övrigt	143	37	39	17	236	600	680	830	380	2490
<b>Summa:</b>	7074	2343	4267	4108	17792					256280
Därav för småhusupp- värmning	3000					12500				12500

$$\text{Svavelmängd från småhusuppvärmning i \% av total svavelmängd: } \frac{12500}{256280} = \underline{4,9 \%}$$

av eldningsolja. Aktuella siffror från denna statistik gällande år 1968 återges i ovanstående Tabell D.

För förbrukningen av den vid småhusuppvärmningen använda tunna eldningsoljan Eo 1 finns ingen separat siffra i statistiken, men om man antar att varje småhus förbrukar i medeltal 4.000 liter olja Eo 1 pr år (en hög siffra) och vidare att 750.000 svenska småhus f n (1968) enligt SCB uppvärms med enbart oljevärme, så skulle det åtgå ca 3,0 miljon m<sup>3</sup> Eo 1 för småhusuppvärmningen (högt räknat). Med en genomsnittlig svavelhalt för denna olja av 0,5 % (viktsprocent) motsvarar detta en förbränning av sammanlagt ca 12.500 ton svavel pr år. Totala mängden svavel vid samtliga förbrukningsformer är enligt tabellen ca 256.000 ton, därav för elkraftverk och kraftvärmeverk ca 40.000 ton.

De regionala luftföroreningarna på grund av direkt oljeeldning vid småhus är sålunda endast  $12.500/256.000 = 4,9\%$  av de totala, alltså relativt sett en obetydlighet. Omvänt följer härav att man via småhusuppvärmningen endast obetydligt kan påverka de totala (regionala) svavelutsläppen. Drivs småhusen enligt en huvudtes i skriften med oljevärme endast under förutnämnda "bortamorteringstid" minskas svavelutsläppen till ca 0,8 % av de totala!

Anmärkningsvärt är också att småhusuppvärmningens totala bidrag till svavelföroreningarna i atmosfären f n endast utgör en mindre bråkdel av bidragen från oljeeldade kraftverk för generering av elenergi, enligt tabellen  $12.500/39.830$  eller ungefär  $1/3$  à  $1/4$  av elkraftverkens sammanlagda bidrag.

De lokala luftföroreningarna vid småhusuppvärmning kan vara relativt sett betydelsefullare, men även betr dessa bör ett förhållande observeras, som föga beaktats i den allmänna diskussionen. Till skillnad från de mycket allvarliga regionala luftföroreningarna från alla slag av oljeförbränning växer luftföroreningarna på grund av oljeeldning vid småhus inom lokalt begränsade småhusområden inte exponentiellt med tiden - snart kan de väntas sjunka! I den mån det handlar om någorlunda färdigbyggda småhusområden eller nybyggda områden, som på en gång byggts ut - det är här fråga om ganska små arealkomplex - så ökas nämligen inte antalet immisionskällor (värmeanläggningar) inom området nämnvärt med tiden, eftersom

varje hus redan från början måste vara försett med sin värmeanläggning och dennas kapacitet inte heller ökas med tiden. Däremot kan en viss minskning tänkas inträda i den mån successivt byte sker till modernare oljebrännare - dessa har en relativt kort ekonomisk livslängd bland en oljeeldningsanläggnings olika komponenter.

Innebörden av ovanstående skulle då vara att om ett nytt småhusområde utbygges och förses med direkt oljeeldning - tillfälligt eller mera permanent - så bör detta inte innebära allvarligare lokala luftföroreningsproblem än de som så länge utan att nämnvärt observeras existerat vid mängder av tidigare utbyggda småhusområden världen över. Någon direkt försämring av den lokalt betonade luftföroreningssituationen är logiskt sett inte sannolik.

I rapporten understrykes emellertid vikten av omsorgsfull skötsel och service av oljebrännare för undvikande av onödiga förorenings effekter.

I rapporten uppmärksammas även att det av ekonomiska skäl kan vara önskvärt att väga olika miljövårdseffekter mot varandra. Om vid nuvarande (1968) ca 750.000 oljeeldade småhus oljevärmen generellt skulle tänkas utbytt mot elvärme, så ökas enligt i Kap. II angivna kostnadssiffror årskostnaden med ca 510 millioner kr. Frågan kan då ställas: Är det ur miljövårdssynpunkt optimalt att använda de 510 millionerna pr år för minskning av de lokala luftföroreningarna till följd av småhusuppvärmning med oljeeldning - eller kan samma belopp användas bättre i annat miljövårdssammanhang, t. ex. rening av avloppsvatten, minskad nedskräpning i naturen etc ?? (För avloppsrening användes f n ca 200 millioner kr/år.)

Miljöskadorna vid småhusuppvärmning med oljeeldning jämföres i rapporten slutligen med skadorna vid alternativa uppvärmningsmetoder, nämligen elvärme baserad på olika typer av elkraftverk.

Elgenerering via oljeeldade värmekraftverk vållar regionalt sett större svavelutsläpp än vid direkteldade småhuspannor med svavelfattig eldningsolja - orsaken är bl a att verkningensgraden vid värmekraftverk är endast ca 40 %, och framme hos abonnenten endast ca 35 % mot ca 75 % vid direkt oljeeldning.

Elgenerering via vattenkraft vållar varken regionalt eller lokalt några luftföroreningar. Miljöskadorna hänför sig här i stället till ingreppen i naturen vid reglering av forsar och vattenfall. Karaktären av dylika miljöskador har ingående belysts i samband med den s k Vindelälvsdebatten.

Elgenerering via kärnkraft vållar inte heller luftföroreningar, men kan däremot påverka berörda vattendrag genom utsläpp av stora mängder avsevärt uppvärmt kylvatten (av storleksordningen en ordinär Norrlandsälv!). I USA har denna typ av förorening, "thermal pollution", som bl a kan påskynda alg-tillväxt och förslumning av vissa vattendrag, redan blivit ett stort och svårbedömbart bekymmer. Dessutom inkräktar kärnkraftverken, som av kylvattenskäl helst bör förläggas vid kusterna, på en rad av våra alltmer krympande fria kustområden.

Miljövårdsfrågan i samband med småhusuppvärmning är sålunda mycket mera komplicerad än att avse enbart den luftföroreningsfråga, som åtminstone tidigare nästan helt dominerat debatten på detta speciella område.

Omvänt synes härav kunna dras slutsatsen, att det inte torde innebära någon avgörande olägenhet ur miljövårdssynpunkt att - som ovan föreslagits - under några få år driva ett för alla energiformer, inklusive el, användbart uppvärmningssystem för småhus med oljevärme, om man därigenom kan utan ekonomiska uppoffringar ur vare sig årskostnads- eller investeringssynpunkt möjliggöra ett allmännare installerande av ett ur energisynpunkt och miljövårdssynpunkt mera flexibelt och därför tryggare uppvärmningssystem, "indirekt (el)värme", i stället för det mera ensidigt användbara systemet "direkt elvärme".

#### Kap. V. Ett kombinationsvärmesystem

Enligt en huvudtes i den föreliggande rapporten bör uppvärmningssystem för småhus utföras så att de lika väl lämpar sig för elvärme som för andra energiformer och detta utan att fördenskull dra ökad investeringskostnad. Hittills marknadsförda vattenvärmepannor uppfyller i allmänhet inte alla dessa krav, bl a har konventionella småhuspannor med elektriska tillsatselement vanligen inte varit särskilt ekonomiska för elvärme på grund av att en betydande del av de dyrbara elkalorierna försvunnit till ingen nytta med skorstensdraget.

I Kap. V beskrives ett värmesystem för vattenburen värme, vid vilket eftersträvats lika hög verkningsgrad för eluppvärmning som vid "direkt elvärme" men utan investeringsmässigt merkostnad. Det beskrivna systemet bör uppfattas enbart som ett exempel på att en dylik kombination redan nu är möjlig; finns det en lösning kommer det säkert att framkomma flera om fördelen av kombinerad olje- och elvärmedrift mera uppmärksammas. Det beskrivna systemet har hittills icke serietillverkats, däremot några år och i några få prototypexemplar varit i drift i ett par olika villor och i övrigt studerats laboratoriemässigt rätt ingående.<sup>x)</sup> Hittillsvarande driftresultat antyder möjlighet till höga verkningsgrader såväl vid oljevärme som vid elvärmedrift och tillika möjlighet att kombinera elvärmens driftsäkerhet med oljevärmens ekonomi.

I Kap. V framhålls även att ytterligare utveckling av reglerbarheten vid vattenradiatorer är viktig för att möjliggöra ekonomisk elvärmedrift vid system vattenburen värme. En stor del av det i Kap. V omnämnda utvecklingsarbetet har därför ägnats just olika regleringsmetoder för vattenburen värme. En detaljbeskrivning av dessa avses dock ske i en separat artikel.

- - - - -

Avslutningsvis må till viss illustration av de här angivna synpunkterna åberopas officiell statistik (SCB) över det faktiska valet av värmeanläggningar för småhus åren 1966-68: Siffrorna gäller statligt belånade småhus (ca 85 % av samtliga), omkring 22.000 pr år, varav ungefär hälften s k grupphus och hälften styckehus.

År	Oljepanna i varje hus	Gemensam värmecentral	Elvärme	Annat vär- mesystem
<u>Grupphus:</u>				
1966	42 %	30 %	17 %	11 %
1967	35	25	29	11
1968	30	15	37	18
<u>Styckehus:</u>				
1966	89 %	-	9 %	2 %
1967	81	-	17	2
1968	80	-	17	3

<sup>x)</sup> Sedan detta skrivits har HSB erhållit option till systemet.

Av de redovisade siffrorna kan dras åtskilliga slutsatser.

Vid grupphusbyggen, där valet av värmesystem bestäms av en större byggnadsproducent, som däremot inte behöver svara för de blivande årskostnaderna, har både individuell oljeeldning och för en grupp av småhus gemensam oljeeldad värmecentral gått starkt tillbaka medan individuell elvärme i motsvarande mån ökat. Elvärmens lägre anskaffningskostnader ha här helt naturligt varit av stor betydelse, medan de högre årskostnaderna inte tillmätts samma vikt.

Vid stykkehus, där även valet av den blivande värmeanläggningen bestäms av den blivande husägaren, är siffrorna helt annorlunda. Värmecentral förekommer helt naturligt inte alls i detta sammanhang, men däremot är skillnaden mellan valet av oljevärme och elvärme signifikativt. De lägre årskostnaderna för oljevärme har här synbarligen varit avgörande. Man observerar även att elvärmens fortsatta frammarsch vid grupphusbyggen inte har samma motsvarighet vid styckehus; en stagnation har här inträtt mellan 1967 och 1968, förmodligen också den en kostnadsreaktion.

De anförda statistiksiffrorna understryker ytterligare angelägenheten av att använda för alla energiformer användbara värmesystem som tillika förenar både gynnsam anläggningsekonomi och god driftekonomi.





ENERGIVAL VID SMÅHUSUPPVÄRMNING

Direkt elvärme eller flexibel vattenburen värme?

Del B

UNDERSÖKNINGSRAPPORT



INLEDNING

Framställningen i denna rapport utgår som en avgörande förutsättning från att elektrisk uppvärmning av permanentbebodda småhus av vissa storleksklasser utgör ett helt nödvändigt alternativ, om särskilt de framtida energiproblemen överhuvudtaget skall kunna nöjaktigt lösas. De värmeanläggningar för sådana småhus, som nu planeras, bör därför utformas så, att de möjliggör ekonomisk uppvärmning med elenergi. Enligt en huvudtes i rapporten, i och för sig ingalunda någon nyhet, bör de emellertid utformas så, att de av trygghetsskäl möjliggör uppvärmning också med andra energiformer, t. ex. oljevärme, gas, fasta bränslen eller t o m fjärrvärme, med andra ord att de utförs med hög grad av flexibilitet. Detta får dock inte öka nuvarande vare sig installations- eller driftkostnader för värmesystemet.

Flexibilitetssynpunkten har fått sin särskilda belysning genom 1970 års elransonering. De i rapporten framlagda tekniska och ekonomiska teserna är dock inte något utslag av senvunnen efterklokhet, skapad av elransoneringens erfarenheter. Rapportens huvudsynpunkter, som baserats på undersökningar huvudsakligen under åren 1966-68, har nämligen tidigare i olika sammanhang publicerats, dels som duplicerade underhandsupplagor fr o m slutet av 1967, dels i starkt koncentrerad form i en uppsats "Utvecklingsmöjligheter vid oljevärme för småhus" i tidskriften Byggnadsindustrin 1968. De i rapporten framlagda kostnadsuppgifterna hänför sig normalt till kostnads- och ränteläget 1968.

Ett "flexibelt" värmesystem, som skall kunna drivas både med brännbara bränslen och med elvärme, måste utnyttja ett materiellt transportmedium för värmen, t ex vatten eller luft. Eftersom varmluftssystem har vissa nackdelar har denna undersökning inskränkts till system "vattenburen värme", d v s ett system, där vatten uppvärms i en panna och med hjälp av en cirkulationspump distribueras till ett antal vattenradiatorer i byggnadens olika utrymmen. Pannan kan därvid alternativt uppvärmas med olja, gas, fasta bränslen, fjärrvärme m m men också med elenergi. Vid de f n vanligaste systemen med vattenburen värme, oljeeldningssystemen, erfordras förutom värmepannan diverse kompletteringsorgan: oljebrännare, oljetank, skorsten, cirkulationspump m m, i fortsättningen vanligen sammanfattade under benämningen "pannrumsinstallationer".

System med vattenburen värme är dyrare i anskaffning för den enskilde husägaren än "direkt elvärme" men kan vid oljeeldning drivas med lägre energikostnader. En huvuduppgift för den i skriften framlagda utredningen har därvid varit att undersöka huruvida det mångsidigare användbara systemet med vattenburen värme kan mera allmänt införas utan ekonomiska eller miljömässiga uppföringar för vare sig den enskilde husägaren eller samhället.

I skriften behandlas kostnadsfrågan dels ur den enskilde husägarens synpunkt (KAP. II), dels ur samhällsekonomisk synpunkt (KAP. III). KAP. IV behandlar miljöproblemen i samband med de olika uppvärmningssystemen och KAP. V vissa tekniska lösningar som förutsättning för det eftersträvade flexibla värmesystemet.

I skriften diskuteras konstruktiva utföringsformer av värmesystem, för- och nackdelar hos olika energiformer, driftkostnader och investeringskostnader m. m., delvis på grundval av relativt ingående nya undersökningar. Skriften har därigenom blivit tämligen omfattande och måhända svåröversiktlig, men förf. har ansett angeläget att på väsentliga punkter i möjligaste mån och i ett sammanhang dokumentariskt belägga de uppgifter av olika slag som framförs. Skriften får därför uppfattas som ett referensarbete, till vilket hänvisningar kan göras såväl från en relativt utförlig sammanfattning som vid en planerad fortsatt behandling av olika detaljfrågor i form av kortare specialartiklar. Detta gäller även en mängd allmänt kända uppgifter, som medtagits för att i en sammanhängande framställning samla och sammanfatta de data och uppgifter, som kan anses erforderliga som bedömningsunderlag för den i skriften diskuterade huvudtesen.

De i skriften framlagda kostnadsuppgifterna hänför sig normalt till kostnads- och ränteläget 1968. Viktigare förändringar av kostnadsunderlaget, som sedan dess inträffat t ex ändringar av räntefoten, har berörts i ett antal fotnoter, medan däremot omräkning av primärsiffrorna icke ägt rum vid t ex de olika ränteändringarna. En del uppgifter av mera allmän karaktär, som icke påverkar de redovisade kostnadssambanden, har i samband med skriftens tryckning inarbetats i den löpande texten.

## KAP. I. JÄMFÖRELSE MELLAN "DIREKT ELVÄRME" OCH "INDIREKT (EL)-VÄRME"

### Den direkta elvärmens för- och nackdelar

Elvärmens fördelar överhuvudtaget, särskilt bekvämlighet, renlighet, driftsäkerhet och goda reglerbarhet, är så allmänt kända att de knappast här behöver upprepas.

Elvärmen i form av "direkt elvärme" har emellertid också vissa påtagliga men delvis kanske mindre allmänt observerade nackdelar, som det vore önskvärt att kunna undvika.

1) En av de allvarligaste nackdelarna vid uppvärmning enbart genom direktvärmda elradiatorer är att vederbörande byggnad för all framtid - försåvitt inte omfattande, tidskrävande och dyrbara ombyggnader av hela värmesystemet och delar av husstommen företas - låses till en enda energiform och en enda energileverantör, om vars situation några årtionden senare man vet allt för litet idag. Detta absoluta beroende av ett enda företag och en enda energiform innebär en allvarlig begränsning med hänsyn till framtida risker för handelsavspärrningar, kraftransoneringar, aggregathaverier, strömavbrott m. m. och kanske också ändrade prisrelationer mellan olika energiformer. Beaktansvärt i detta sammanhang är, att under den hittills förflutna delen av detta århundrade har det under sammanlagt ungefär en fjärdedel av tiden förekommit olika slag av handelsavspärrningar, bristsituationer och ransoneringar av olika slag också på energiområdet. Hur framtiden gestaltar sig i detta avseende vet vi inte nu, men däremot vet vi att frihet i valet av uppvärmningsenergi kommer att avgörande förbättra våra möjligheter att i en brist- eller krissituation överhuvudtaget få våra småhus uppvärmda och tillika att få dem uppvärmda på under varje tidsperiod mest ekonomiska sätt.

Vad nu anförts är inte uttryck för något privat tyckande. Överstyrelsen för ekonomisk försvarsberedskap, som har att ansvara för planeringen på lång sikt för säkerställande av bl a den livsviktiga frågan om uppvärmning av bostäder, har, som framgår av i samråd med Kungl. Byggnadsstyrelsen utfärdade anvis-

ningar till byggnadsstadgan (Byggnorm 67, BABS), ännu inte ansett sig kunna medge definitivt godkännande av direkt elvärme som enda värmekälla för uppvärmning av småhus, vilket framgår bl a därav att enligt nyssnämnda anvisningar byggnader, som anordnas för enbart elektrisk uppvärmning, endast tillsvidare i avvaktan på den fortsatta utvecklingen undantagits från tillämpningen av bestämmelserna i BABS. Nämnda förhållande torde utan närmare kommentar illustrera att man ur beredskapssynpunkt från ansvariga statliga myndigheters sida ser ganska allvarligt på detta problem. Detta beror dock icke på att man skulle anse elvärme sämre ställd än t ex oljevärme i en avspärrningssituation - tvärtom kan t ex kärnkraftgenererad elenergi anses ha fördelar i detta avseende - utan betänkligheterna hänför sig till det förhållandet, att man vid bostadsuppvärmning enbart via direktvärmda elradiatorer erhåller ett bestånd av bostäder, som saknar eldstad med skorsten för fasta bränslen. Som framgår av publicerade officiella uppgifter (senast vid konferensen Folk och Försvar i Storlien i januari 1970) planeras nämligen att uppvärmningen av våra bostäder vid en förnyad långvarigare krigstida avspärrning av vårt land väsentligen kommer att baseras på våra egna tillgångar av ved.

Det kan inte heller helt bortses från, att det då och då under vanliga fredsförhållanden inträffar ibland dock rätt så långvariga driftsavbrott på det elektriska nätet åtminstone utanför tätortsområdena: veckolånga avbrott vintern 1966/67 på grund av skador på elnätet i Sundsvalls-Härnösandsområdet och vintern 1967/68 i södra och västra Sverige<sup>x)</sup> med utkylning av elektriskt uppvärmda småhus utan reservuppvärmningsmöjlighet är aktuella exempel härpå.

En utbyggnad enligt det vattenburna systemet "indirekt (el)värme", som möjliggör uppvärmning både med elenergi och genom förbränning av bränsle alltefter vilken energiform som för tillfället är bäst disponibel, innebär inga sådana problem. Husen kan alltid uppvärmas med den energiform, som överhuvudtaget är tillgänglig och som erbjuder de vid en viss tidsperiod största fördelarna ur såväl ekonomiska som andra synpunkter. Vid till-

---

x) Fotnot: Även hösten 1969 i både västra och östra Sverige.

fällig brist på den normalt använda uppvärmningsenergin, t ex vid strömavbrott, energiransonering etc, eller vid inbördes ändringar av energipriset kan man omedelbart och utan ändringar av husets värmesystem övergå till tillgänglig alternativ energiform. T o m fjärrvärme kan införas utan större ingrepp i byggnadens konstruktion. Valfriheten är vid system "indirekt (el)värme" ur husägarens synpunkt nästan obegränsad. Här bör kanske tilläggas, att detta system - i motsats till vad som ibland brukat uppges - också kan möjliggöra distribution av värme till radiatorerna även vid komplett strömavbrott t o m vid källarlösa hus. Som i fortsättningen skall påvisas innebär systemet "indirekt (el)värme" inte heller ur ekonomisk synpunkt några faktiska uppoffringar utan i verkligheten snarare tvärtom.

2) Den andra allvarliga nackdelen hos direkt elvärme - detta gäller dock elvärme överhuvudtaget - är elenergens trots gynn samma elvärmemetaxor än så länge relativt sett höga kalorikostnader framme hos konsumenten. Enligt en nyligen företagen inventering av ett stort antal elvärmda hus i mellansverige, bl a genom Statens Institut för Byggnadsforskning, uppgick medelkostnaden för elektrisk energi för dessa hus under åren 1965-1966 till knappt 7,5 öre/kWh.

Motsvarande kostnad för oljeeldning vid en årsmedelverkningsgrad, som försiktigtvis antagits endast till 75 % (jämför nedan), utgör vid nuvarande årsmedelpris på eldningsolja Eo 1 av ungefär 165:- kr/m<sup>3</sup> x) ca 2,5 öre/Mcal eller ca 2,2 öre/kWh. Räknas med en årsmedelverkningsgrad av 85 % - ett värde som visserligen kan synas orimligt högt men vid ett rationellt utformat värmesystem ingalunda är orealistiskt - och ett pris på eldningsolja, som återgått till det före Suez-krisen gällande värdet av ca 150:- kr/m<sup>3</sup>, så minskas caloripriset vid oljeeldning ända ned till ca 1,7 öre/kWh. Härav framgår att elvärmens pr värmekalori räknat är mer än 3 ggr och under vissa förhållanden ända till 4 ggr så dyr som oljevärmen, allt räknat som medelkostnad hos konsumenten.

---

x) I detta pris ingår energiskatt med 25:- kr/m<sup>3</sup> eller med ca 15 % medan energiskatten för elenergi utgör 7 %.



Fr.o.m. den 1 oktober noterar vi nettopriser för varje kommun  
Nedan några exempel på våra nya nettopriser per kommun:  
Oavsett leveransstorlek tillkommer 20:— per leverans.

KOMMUN	Nettopris eldningsolja				
	Kval. 1	Kval. 3	Kval. 4	Kval. 5	Kval. BC
Stockholm	140:—	105:—	95:—	93:—	89:—
Göteborg	138:—	103:—	93:—	91:—	87:—
Malmö	140:—	106:—	96:—	94:—	90:—
Nyköping	143:—	108:—	98:—	—	—
Örebro	157:—	119:—	109:—	—	—
Karlstad	147:—	116:—	106:—	—	—
Gävle	142:—	107:—	97:—	95:—	91:—
Östersund	159:—	137:—	127:—	—	—
Luleå	143:—	111:—	101:—	99:—	95:—
Kiruna	180:—	153:—	143:—	—	—

Eldningsolja 5 och Bunker C noteras endast i importhamnarna. I priserna ovan ingår energiskatt för Eo1 25:—/m<sup>3</sup> och för Eo3 — Bunker C 16:—/m<sup>3</sup>.

leveranskvantiteten uppgår till 2,5 m<sup>3</sup> - vilket med gängse oljetankar av 3 m<sup>3</sup> volym inte bör erbjuda några svårigheter - blir tillkommande leveranskostnad enligt annonserbjudandet =  $\frac{20}{2,5} = 8:—$  kr/m<sup>3</sup>, totalkostnad alltså 141 + 8 = 149:— kr/m<sup>3</sup>. "För-Suez-priset" av ca 150:— kr/m<sup>3</sup> skulle enligt dessa uppgifter sålunda både ha uppnåtts och underskridits för ifrågavarande områden.

I det angivna priset ingår energiskatt med 25:— kr/m<sup>3</sup>. Priset för Eo1 exklusive skatt utgör i detta fall alltså 149 - 25 = 124:— kr/m<sup>3</sup>. Roar man sig nu med att på detta pris beräkna endast samma skattesats som utgår på elenergi, 7 %, skulle ett "hypotetiskt" jämförelsepris för Eo1 i nämnda områden bli 1,07 x 124 eller ca 133:— kr/m<sup>3</sup>, vilket vid 75 % verkningsgrad motsvarar ca 2 öre/Mcal (1,75 öre/kWh). Vid 85 % verkningsgrad motsvarar priset endast ca 1,55 öre/kWh, dvs inte stort mer än 1/5 av nuvarande medelpris för elvärmeenergi hos konsumenten. Siffran har givetvis med faktiskt rådande värde på energiskatt för eldningsolja endast teoretiskt intresse, men den kan vara värd att hålla i minnet vid de fortsatta kostnadsberäkningarna i denna skrift, som i samtliga huvudalternativ baserats på ett oljemedelpris av 165:— kr/m<sup>3</sup> (och en verkningsgrad av 75 %). Vore den nyssnämnda oljekostnaden tillämplig skulle den i efterföljande kostnadsberäkningar beräknade årskostnaden för "indirekt värme" vid källarlösa hus med 110 m<sup>2</sup> lägenhetsyta minskas med drygt 140:— kr/år relativt de i skriften redovisade jämförelsekostnaderna.

### Anmärkning

Sedan ovanstående skrivits har bl a vidstående annons från Esso publicerats i dagspressen. För de 6 kustkommunerna Stockholm, Göteborg, Malmö Nyköping, Gävle, Luleå, som tillsammans torde innesluta en avsevärd del av det här aktuella småhusbeståndet, blir medelnettopriset pr m<sup>3</sup> eldningsolja Eo1 enligt ifrågavarande erbjudande endast 141:— kr/m<sup>3</sup>.

Antas att medel-

De höga energipriserna för elvärme relativt oljevärme motvägs emellertid vid låga totalförbruknings siffror i viss utsträckning av en del förhållandevis höga "engångskostnader" vid oljevärme, nämligen för hushållsel, för service vid oljeeldning o d samt - för den enskilde husägaren - högre kapitalkostnader än vid direkt elvärme. Detta är i sin tur orsaken till att den direkta elvärmens trots sitt väsentligt högre energipris kunnat hävda sig kostnadsmässigt gentemot oljevärme vid små totalförbrukningar, dvs vid små och välisolerade hus. När inverkan av nyssnämnda "engångskostnader" vid oljeeldning en gång diskonterats, springer emellertid de relativa elvärmekostnaderna i höjden. Elvärmens än så länge höga energipris hos konsumenten relativt oljevärme gör sig därför gällande som en påtaglig nackdel när det gäller "marginalvärme", t ex vid större hustyper, tillbyggnader, ökad varmvattenförbrukning, ökade krav på rumstemperatur o d. Av samma skäl kräver emellertid elvärmens också en del omsorg ifråga om värmeregleringen; den nyssnämnda inventeringen har visat att vid hushåll där man inte särskilt vinnlagt sig om värmebesparing har elkostnaderna avsevärt - med flera hundra kronor pr år även vid småhus - överstigit de i kalkylerna använda medelvärdena.

3) Som något mindre väsentliga olägenheter vid direkt elvärme kan betecknas ljudstörningar vid avkoppling av värmen till vissa typer av elradiatorer, högre yt-temperatur på radiatorerna (vid övertäckning kan detta dock ibland leda till ökad brandrisk), bristande elasticitet vid mera extrema belastningar m. m. Även om dessa nackdelar är mindre väsentliga jämförda med de under 1) och 2) behandlade, gäller det dock problem, som inte har samma motsvarighet vid "indirekt (el)värme".

4) Beredningen av varmvatten vid "direkt elvärme" har i trakter med kalkhaltigt friskvatten mött oförutsedda svårigheter, då varmvattenberedningen sker i en konventionell elektrisk varmvattenberedare. Denna brukar bestå av en välisolerad vattenbehållare och genomströmmas av friskvatten, vilket uppvärms av i behållaren införda elektriska instickselement. Vid dessas upphettning kan kalk e d utfällas på elementen, som därvid successivt täckes av ett allt tjockare kalklager. Genom dessas värmeisoleringsseffekt höjes temperaturen hos instickselemen-

tens inre delar onormalt, vilket dels kan negativt påverka elementens livslängd och dels minska deras uppvärmningseffektivitet. I många fall har dessa förhållanden nödvändiggjort anskaffande av särskilda friskvattenrenare eller andra åtgärder.

#### Den "indirekta (el)värmens" för- och nackdelar

Med "indirekt (el)värme" har som redan nämnts här förståtts ett uppvärmningssystem, där värmen alstras i en vattenvärme-panna och från denna distribueras till husets olika utrymmen via vattenradiatorsystem. I sin ur elvärmesynpunkt mest utpräglade form uppvärms härvid värmepannans vattenmagasin helelektriskt med lämpliga elektriska värmeelement. I föreliggande sammanhang har emellertid benämningen "indirekt (el)värme" tolkats i ganska vidsträckt bemärkelse från hel-elektrisk uppvärmning av vattenvärme pannan till en värmepanna, som normalt eldas med olja eller eventuellt gas, fasta bränslen etc men vilken panna också är försedd med elektriska värmeelement som reservuppvärmningsaggregat vid eventuellt avbrott i de andra värmeanordningarna.

"Indirekt (el)värme" enligt nu nämnda definition kan utföras på flera olika sätt.

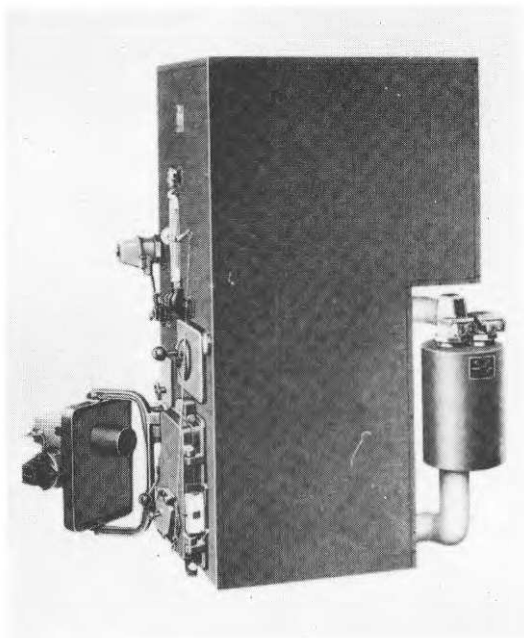


FIG. 1.

Enligt den på sätt och vis enklaste metoden förses vanliga konventionella oljeeldade "villapannor" med i dessas vattenmagasin anbragta elektriska värme- patroner (instickselement) eller också anslutes en med sådana patroner uppvärmd separat vattenbehållare av koncentrerat format, en "el-panna", till villapannans vattensystem, FIG. 1. Villapannan kan då värmas alternativt med oljeeldning (ev fasta bränslen) och el.

Konventionella villapannor brukar bestå av ett vattenmagasin eller vattenkylt hölje, som omger en eldstad med tillhörande rökgaskanaler och ofta också nedre delen av ett skorstensrör. I vattenmagasinet är också inrymt en varmvattenberedare av genomströmnings- eller förrådstyp. Vattenmagasinet hålls året runt, sålunda även under den varmare årstiden, vid relativt hög temperatur bl a för varmvattenberedningens skull. Ur driftsekonomisk synpunkt har denna pannotyp den nackdelen, att den höga vattentemperaturen ständigt underhåller ett avsevärt skorstensdrag, som under oljebrännarens långvariga stilleståndsperioder - dessa utgör vid småhus vanligen 80-85 % av totala tiden - ventilerar bort icke obetydliga mängder värme utan nytta genom värmeöverföring från vattnet till eldstadens och rökgaskanalernas värmeytor. Av nu nämnda skäl lämpar sig denna typ av konventionella oljeeldningspannor inte särskilt väl för elektrisk uppvärmning, emedan väl mycket av den dyrbara elenergin försvinner till ingen nytta med skorstensdraget.

Nämnda dragförluster uppkommer också vid enbart oljeledning av pannan och inverkar även i detta fall negativt på pannans verkningsgrad, men spelar då inte samma stora roll som vid elektrisk uppvärmning på grund av oljekaloriernas lägre pris.

Uppvärmningen kan också ske helelektriskt, varvid kan användas dels en elpanna med en eller flera elpatroner, FIG. 2 (jfr

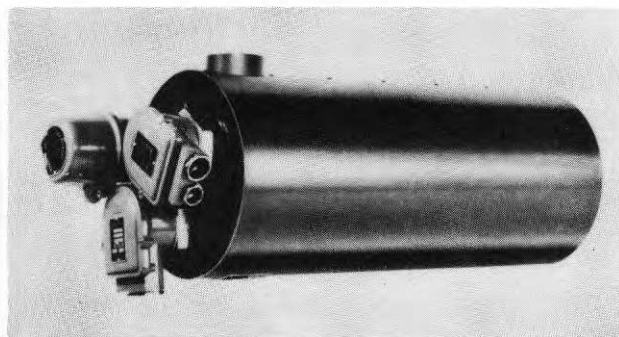


FIG. 2.

även FIG. 1), dels en lämplig varmvattenberedare. Med detta system erhålles hög verkningsgrad (inmot 100 %), eftersom nyssnämnda dragförluster här helt saknas. Å andra sidan kan systemet endast värmas elektriskt och har ur denna synpunkt samma begränsning som uppvärmning med direktvärmda elradiatorer men är likväl dyrare i anskaffning än sistnämnda system.

Mångsidigare användbart och samtidigt mera driftekonomiskt är därför det i FIG. 3 visade systemet, enligt vilket en elpanna är

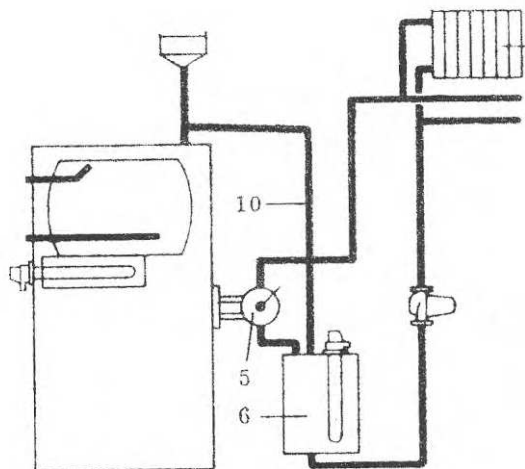


FIG. 3.

anordnad parallellt med en konventionell villa-panna för oljeeldning e d. Man kan då alternativt använda uppvärmning med el eller olja (fasta bränslen), men elpannan beröres ej av dragförlusterna i oljepannan, varför praktiskt taget hela dess energitillförsel utnyttjas som effektiv värme. I gengäld är dock anläggningskostnaden störst för detta sys-

tem, som också kräver större installationsutrymme.

En sammanfattning av de här beskrivna systemens för- och nackdelar visar att intet av systemen är helt tillfredsställande.

Direktvärmda elradiatorer är det - ur den enskilde huseägarens synpunkt - billigaste systemet med avseende på anskaffningskostnad men har höga energikostnader (driftkostnader) och är för all framtid låst till enbart elvärme.

"Indirekt (el)värme" med enbart elpanna och v. v. -beredare (FIG. 2) drar lika höga energikostnader som "direkt elvärme", är dyrare än detta i anskaffning men har vissa andra förtjänster.

Parallellt anordnad elpanna och konventionell oljepanna (FIG. 3) förenar möjligheterna att alternativt utnyttja både oljeeldningens låga energikostnader och elvärmens driftsäkerhet m. m. men synes också vara det ur anskaffningssynpunkt dyraste systemet. Verkningsgraden påverkas dock vid oljeeldning negativt av de förutnämnda dragförlusterna.

Konventionell oljepanna kompletterad med instickselement eller ansluten elpanna (FIG. 1) är den ur anskaffningssynpunkt minst kostnadskrävande lösningen på kombinationen elvärme - oljevärme men anses icke helt ekonomisk för elvärme på grund av

dragförlusterna.

Samtliga uppvärmningssystem av den "indirekta" typen, typ "vattenburen värme", som möjliggör uppvärmning också med oljeeldning, är för den enskilde husägaren dyrare i anskaffning än system "direkt elvärme". Vid det prisbilligaste utförandet, konventionell oljepanna med elektriska instickselement, är merkostnaden för anskaffningen av storleksordningen 4.000:- kronor. Denna merkostnad - eller omvänt "mindrekostnad" vid "direkt elvärme" - måste uppfattas som en bestämd nackdel vid system med vattenburen värme och har varit av stor betydelse för de senare årens val av "direkt elvärme" vid småhus. Merkostnaden ifråga kommer att mera ingående diskuteras i ett senare sammanhang. Mot nackdelen av större investeringskostnad vid "indirekta" uppvärmningssystem, "vattenburen värme", svarar emellertid fördelen av att dessa system kan användas för alla slags "bränslen" och därmed sammanhängande lägre årskostnader.

Oljeeldning överhuvudtaget anses oavsett kostnaderna ha vissa nackdelar relativt elvärme: mindre renlighet, rökgaser, som vållar vissa luftföroreningar, mindre driftsäkerhet på grund av större risk för driftstopp hos oljebrännaren än för elstopp, ljudstörningar, behov av regelbunden service, besväret att ringa efter oljepåfyllning o d. I stället är energikostnaderna för oljevärme som tidigare nämnts avsevärt lägre än för elvärme.

Vidare erfordrar den konventionella oljepannan i allmänhet ett "pannrum" av något slag. I flera hittills publicerade kostnadsjämförelser mellan "direkt elvärme" och oljevärme belastas oljevärmen ej oväsentligt av "utrymmeskostnad" för pannrummet, åtminstone vid de små källarlösa husen där varje kvadrat är dyrbar. Detta har i hittillsvarande kalkyler ofta bidragit till att utjämna årskostnadsskillnaden mellan den dyrare elenergin och den billigare oljeenergin.

Vid "direkt elvärme" erfordras inget särskilt sådant pannrum; däremot måste finnas en separat elektrisk varmvattenberedare. Denna utföres vanligen som en mycket välisolerad vattenbehållare av vanligen 350-500 liters rymd, som uppvärms med

elektriska värmeelement och som oftast brukar uppställas i tvättstugan eller liknande utrymme. Även den kräver därför normalt ett visst planutrymme, åtminstone ca 0,7 x 0,7 m.

— · — · — · — · —

Det kan mot bakgrunden av ovanstående översikt vara frestande att ställa frågan: är det möjligt att kombinera de olika systemens fördelar men undvika åtminstone huvudparten av deras nackdelar? Utan tvivel är det möjligt att både rationalisera den konventionella oljevärmen i många avseenden och att också kombinera den med elvärmens viktigaste fördelar. Att någon både ur kostnadssynpunkt och med hänsyn till driftsegenskaperna helt tillfredsställande småhusvärmeanläggning av den kombinerade typen "indirekt (el)värme" veterligen ännu inte marknadsförts torde mest bero på att elvärmen är så pass ny, att någon optimal och icke kostnadsfördyrande lösning på systemet "indirekt (el)värme" ännu inte presenterats. Ett nytt förslag till en kombination av elvärme och oljevärme kommer emellertid att beskrivas i slutet av denna skrift, KAP. V, men oavsett detta speciella förslag kan man nog göra den förmodan, att om en kombination mellan elvärme och oljevärme visar sig ha påtagliga fördelar så kommer också ett flertal andra ur kostnadssynpunkt gynnsamma konstruktiva lösningar av en sådan kombination att framkomma. Med denna utgångspunkt har i de följande tre kapitlen, II - IV, behandlats vissa jämförelser mellan "direkt elvärme" och "indirekt (el)värme" under antagandet tillsvärdare att det sistnämnda systemet kan utföras till i huvudsak samma installationskostnad som konventionella oljevärme-system. Det kostnadsproblem, som därvid i första hand kommer att behandlas, kan lämpligen sammanfattas i form av följande fråga:

Innebär det någon ekonomisk uppoffring - för husägaren eller för samhället - att installera det för alla energiformer inklusive el användbara flexibla systemet "indirekt (el)värme" med vattenradiatorsystem - "vattenburen värme" - istället för det enbart för el användbara systemet "direkt elvärme"?

Den ställda frågan kan inte vederhäftigt besvaras genom angivande av en eller några få preciserade kostnadssiffror, efter-

1 som ett stort antal variabla faktorer påverkar kostnaden. För att möjliggöra ett rättvisande svar måste en rad sådana faktorer ingående analyseras och preciseras. Detta har skett i efterföljande KAP. II. Det bör poängteras att detta avsnitt inte avser att utgöra ett nytt bidrag till mängden av publicerade kostnadsjämförelser oljevärme-elvärme utan endast syftar till att besvara den här ovan ställda principfrågan. Vissa kostnadsjämförelser kan dock härvidlag inte undvikas som underlag för det här efterfrågade svaret.

De läsare, som inte önskar fördjupa sig i de tämligen omständliga efterföljande analyserna av de olika kostnadsfaktorena kan lämpligen direkt hänvisas till KAP. II, moment 11: "Sammanfattande och jämförande kostnadsdiskussion", sid 57.



## KAP. II. VÄRMEKOSTNADER VID "DIREKT ELVÄRME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME" UR DEN ENSKILDE HUSÄGARENS SYNPUNKT

Den huvudtes som ur kostnadssynpunkt kommer att diskuteras i föreliggande undersökning är huruvida den högre investeringskostnaden vid system med vattenburen värme relativt "direkt elvärme" kan kompenseras med de lägre energikostnaderna för oljevärme. Detta förutsätter vissa kostnadsjämförelser mellan uppvärmning med elvärme och oljevärme. Få byggnadsekonomiskt betonade kostnadsfrågor har emellertid på senare tid blivit föremål för så många kontroversiellt betonade diskussionsinlägg som kostnadsjämförelser mellan oljevärme och elvärme vid småhus, och i få dylika frågor har man från olika sidor haft så olika uppfattning. Vid publicering av ytterligare undersökningar och beräkningar som berör detta ämne är man därför inne på ett mycket ömtåligt område. Desto angelägnare är det att ingående analysera de många olika kostnadsfaktorer, som bestämmer det slutliga resultatet.

Ett mycket stort antal variabla faktorer påverkar i verkligheten de olika jämförelsekostnaderna, exempelvis de jämförda husens storlek, värmeisoleringsgrad och byggnadstekniska beskaffenhet i andra avseenden, förekomst av källarutrymmen, geografisk belägenhet och däremot svarande klimatologiska faktorer, familjens storlek och sammansättning och därmed sammanhängande varmvattenförbrukning samt förbrukning av s k hushållsel m. m. Särskilt viktiga faktorer är naturligtvis också gällande eltariffer och oljepriser. I många avseenden förutsätter rättvisande jämförelser tillgång till en rad statistiska uppgifter, som tyvärr alltför ofta är otillräckligt tillgängliga. Det är därför i och för sig naturligt att redovisade jämförelser ofta avsevärt skiljer sig från varandra, och reservation måste också i föreliggande sammanhang göras för brister i det statistiska underlaget.

I den mån de här behandlade kostnaderna inte kan beräknas på grundval av lätt kontrollerbara prisuppgifter o d, t ex fasta eltaxor, marknadspriser på eldningsolja etc, utan beror på mät-

resultat eller uppskattningar har kostnadsunderlaget i största möjliga utsträckning hämtats från eller jämförts med kraftverks- och elindustrins skrifter. Härvid har för de slutliga beräkningarna framförallt utnyttjats publikationerna "Byggtjänst/Råd 5", utgiven i slutet av 1968 av Svensk Byggtjänst och FERA (Föreningen för elektricitetens rationella användning), vidare "Aktuella värmefrågor inför morgondagens samhälle", utgiven av kraftproducenter, eldistributörer och FERA samt "Elförsörjningen under 1970-talet", utgiven av Svenska Kraftverksföreningen.

Att börja med kan man konstatera, att de kostnader som bör studeras lämpligen kan uppdelas på tre skilda kategorier:

- A) Husägarens investeringar
- B) Husägarens årliga kostnader
- C) Energileverantörens och det allmännas investeringar.

De sistnämnda är av stor betydelse vid rättvisande kostnadsjämförelser men har i tidigare publicerade jämförelser relativt litet beaktats. De har i föreliggande skrift tämligen ingående behandlats i KAP. III. I föreliggande KAP. II kommer i första hand kostnadsposterna A) och B) härövan att behandlas.

### 1. Val av "jämförelsehus" (referenshus)

Av största betydelse för en riktig och mera generellt betonad kostnadsbedömning är valet av representativ hustyp. Publicerade kostnadsjämförelser har ofta inriktats på hus med liten yta eller liten uppvärmd volym. I den mån också slutsatserna begränsas till sådana hus finns naturligtvis intet att erinra mot valet av dylika jämförelsehus, men ej sällan har det förelegat en tendens att generalisera resultaten från sådana hus med liten yta och litet värmebehov till att gälla småhusbebyggelse överhuvudtaget, och i så fall kan jämförelserna lätt misstolkas. Exempelvis anges i sammanfattningen till en så auktoritativ skrift som den av Svensk Byggtjänst och FERA (Föreningen för elektricitetens rationella användning) i slutet av 1968 utgivna informationsskriften "Byggtjänst/Råd 5" följande (sid 25): "I nyproducerade småhus med god värmeisolering kostar elvärme och oljevärme ungefär lika mycket". Formuleringen ger onekligen intrycket att avse välisolerade småhus i allmänhet men

avser i verkligheten uppenbarligen närmast källarlösa hus med relativt liten planyta (ca 100 m<sup>2</sup>). En väsentlig fråga är då om sådana hus är representativa för det nyproducerade byggnadsbeståndet av småhus.

Följande uppgifter från tillgänglig officiell statistik beträffande nuvarande nybebyggelse är av intresse för bedömning av frågan. År 1967 byggdes i landet 28.306 bostadslägenheter i småhus, varav 9.034 i form av sk grupphusbebyggelse och ca 19.000 hus av sk "styckehus"-typ. Genomsnittliga bostadsytan för grupphusbebyggelsen uppgick till 108 m<sup>2</sup> i medeltal för hela landet och 115 m<sup>2</sup> i medeltal för Stockholmsområdet. Småhusbebyggelsen av typ "styckehus" hade något större genomsnittlig bostadsyta, 110 m<sup>2</sup> i medeltal för hela landet.

Vid grupphusbebyggelsen dominerar f n sk källarlösa hus; enligt statistik från Statistiska centralbyrån uppfördes 1966 65 % av dessa hus "källarlöst" och sålunda endast 35 % med källare. Vid styckehusbebyggelsen är förhållandet omvänt: 19 % av husen utfördes 1966 utan källare och 81 % med. Med dessa värden tillämpade på 1967 års byggande skulle för närvarande sammanlagt ca 9.500 hus byggas "källarlösa" och ca 19.000 med källare. Ungefär 2/3 av de nybyggda husen är alltså f n källarförsedda hus.

Betraktas nu den fortsatta utvecklingen så är bl a två faktorer av betydelse. Den ena gäller den allmänna levnadsstandarden, där på sikt en fortgående ökning äger rum. Detta kan beräknas medverka till en ökning av bostadsytan i framtida småhus.

Den andra faktorn har samband med andelen källarförsedda hus. I valet mellan källarlösa och källarförsedda hus, som starkt påverkar den totala värmeåtgången, förefinnes f n en klart skönjbar tendens till ökad återgång till den tidigare helt dominerande småhustypen med källare. En av de stora fördelarna med "eget hus" är just tillgången till utrymmen; det blir därför allt vanligare att använda eventuella källarlokalerna som relativt prisbilliga "extrautrymmen" för gillestuga, hobbyrum, verkstad, förvaringsutrymmen etc. Som jämförelse kan nämnas, att denna tendens redan blivit mycket tydlig i USA och Kanada. År

1966 utfördes enligt officiell statistik inte mindre än ca 90 % av samtliga nybyggda småhus i USA och Kanada med källare, medan något 10-tal år tidigare andelen källarförsedda småhus i dessa länder varit mindre än 50 %. Tendensen till övergång till källarförsedda hus har i dessa länder alltså varit mycket accentuerad.

När nu denna tendens också börjat göra sig starkt gällande i Sverige och man vidare beaktar, att metoden att bygga "källarlöst" (enligt modernare metoder) i huvudsak importerats till Sverige så sent som under 1950-talet just från USA och Kanada, finns det anledning att ifrågasätta huruvida inte de källarlösa husen till betydande del utgör en övergående företeelse, som småningom åter kommer att mer eller mindre försvinna från nyproduktionen.

Fördelningen redan nu mellan de båda hustyperna vid resp gruppshusbebyggelse och styckehusbyggande ger därvidlag ytterligare fingervisningar om utvecklingsriktningen. Vid styckehusbyggande bestäms valet av hustyp mera direkt av den blivande husägaren-konsumenten. De källarförsedda husen utgjorde där redan 1966 enligt ovan inte mindre än 81 % av samtliga styckehus. Det är endast vid gruppshusbebyggelsen, där bebyggelse-typen inte bestäms av husägaren utan av ett större byggnadsföretag, kommunen etc, som de källarlösa husen dominerar. Konsumenten måste där finna vad som erbjuds. Man kan därför med viss sannolikhet räkna med att, när bostadsmarknaden blir mera fri och en husköpare i högre grad kan göra sina egna önskningsgällande, man även vid gruppshusbyggen kommer att i ökad utsträckning övergå till källarförsedda hus.

Redan under nuvarande förhållanden utgör emellertid som redan nämnts de källarförsedda husen totalt inte mindre än ca 2/3 av nybyggda småhus. Mycket talar med hänsyn till det nu anförda för att denna andel kommer att relativt snart väsentligt ökas och måhända närma sig de siffror, som redan fin uppnåtts i USA och Kanada.

Sedan ovanstående skrivits har statistiksiffror från 1968 års småhusbyggande blivit tillgängliga. Dessa bekräftar den tendens

mot ökade andelar källarförsedda hus, som ovan förespåtts. Sålunda hade antalet källarförsedda hus vid "stykkehusen" år 1968 ökat till 83 % (1966 - 81 %). För grupphusen hade de källarförsedda husen ökat till 46 % (1966 - 35 %). Däremot var andelen styckehus detta år väsentligt mindre än 1966.

Ser man på utvecklingen under en något längre tid framträder de här antydda utvecklingstendenserna ännu tydligare. Sålunda utgjorde år 1961 vid grupphusbygge andelen källarförsedda hus endast 28 %, som alltså 1966 ökat till 35 % och 1968 ökat till 46 %.

Det blivande totala byggnadsbeståndet av småhus består emellertid inte bara av - från nuet räknat - nybyggda hus utan också, och i själva verket till största delen, av redan befintliga hus. Eftersom värmesystemen normalt har en betydligt kortare livslängd än husen i övrigt, kommer en valsituation mellan olika uppvärmningssystem att bli aktuell också vid ett stort antal redan befintliga småhus. I själva verket representerar t ex nya värmepannor för sådana befintliga byggnader, sk utbytespannor, en större marknad än nybyggnadsmarknaden. Tar man hänsyn till även sådana äldre småhus, som före 1950-talet nästan genomgående utfördes med källare, så kommer de källarlösa husens andel av småhusbeståndet synbarligen att bli ännu mycket mindre än i nybyggnadsbeståndet. För att icke ytterligare komplicera den efterföljande utredningen kommer sistnämnda förhållande dock icke att beaktas i utredningen i annan mån än genom detta påpekande.

Det är emellertid uppenbart, att både med hänsyn till nybyggnadsbeståndets redan nu aktuella sammansättning och ännu mer med hänsyn till den pågående utvecklingen, så måste vid valet av representativ hustyp för de efterföljande beräkningarna alldeles särskild hänsyn tas till den stora grupp av småhus, som är av typen källarförsedda hus. Källaren kräver nämligen, som senare kommer att belysas, i allmänhet så pass mycket värmestillskott, att detta i väsentlig mån påverkar för husbeståndet representativa kostnadsjämförelser mellan uppvärmningssystem av typen "direkt" resp "indirekt (el)värme".

Av det ovan sagda framgår, att det källarförsedda huset är det

ojämförligt mest representativa för det aktuella småhusbeståndet. Med hänsyn härtill har i denna utredning som jämförelsehus eller referenshus i första hand valts ett friliggande källarförsett 1-planshus om  $110 \text{ m}^2$  bostadsyta. Ytan har valts lika med det statistiska medelvärdet av bostadsytorna för f n byggda småhus.

En rättvisande och generellt betonad bestämning av representativ värmeåtgång vid källarförsedda hus är emellertid med den metodik, som i denna undersökning tillämpats, rätt svår att åstadkomma. Som i annat sammanhang närmare motiverats har värmeåtgången för de här undersökta husen i första hand bestämts inte genom teoretiska beräkningar utan genom direkt uppmätning av förbrukad elenergi i ett större antal elvärmda småhus. För att därvidlag kunna åstadkomma önskvärd jämförbarhet av de olika objekten är det nödvändigt att så mycket som möjligt begränsa antalet byggnadsmässiga variabler.

De källarförsedda husen representerar ur denna synpunkt så pass många nya variationer i utförandet, att de icke särskilt väl lämpar sig för direkta jämförande uppmätningar av värme- förbrukningen. Det är ur denna synpunkt lättare att begränsa sig till källarlösa hus som mätobjekt - erfarenheten visar dock att antalet varierande utföranden även vid dessa är så pass stort, att det möter betydande svårigheter att åstadkomma fullt jämförbara förhållanden för de undersökta husen. I föreliggande undersökning har förbrukningen av el för småhusuppvärmningen endast kunnat för ett större husbestånd mätas vid källarlösa hus. Till de uppmätta siffrorna för källarlösa hus har då sedan enligt den metodik som här tillämpats lagts teoretiskt beräknade enhetliga siffror för en "standardkällare" med byggnadstekniskt sett genomsnittligt utförande och med samma grundyta som för de källarlösa husen.

Med hänsyn till de ovan anförda synpunkterna har i denna utredning som referenshus egentligen valts två bestämda hustyper: dels ett friliggande källarförsett 1-planshus om  $110 \text{ m}^2$  bostadsyta, vilket är det ojämförligt mest representativa för det aktuella småhusbeståndet och därför är av särskilt

intresse ur kostnads synpunkt,

dels ett precis likadant hus men källarlöst, vilket är av särskilt intresse med hänsyn till möjligheterna att uppmäta energiförbrukningen.

Byggnadstekniska data för referenshuset har bestämts som ett statistiskt medeltal av motsvarande data för ca 800 i en särskild undersökning (se mom 7) studerade elvärmda hus. I enlighet härmed har följande värden använts:

Längd x bredd:	12,2 x 9 m (invändiga huvudmått)
Bostadsyta:	110 m <sup>2</sup>
Ytterväggar:	k-värde 0,30
Takbjälklag:	k-värde 0,24
Bottenbjälklag:	k-värde 0,30
Ventilerad husvolym:	275 m <sup>3</sup>
Fönsterarea:	15 % av ytterväggsytan.

För hus av annan yta eller typ än referenshusen kan jämförelsekostnader erhållas genom vissa tillägg eller avdrag i förhållande till kostnaderna för referenshusen.

Geografiskt och klimatologiskt förutsättes jämförelsehuset beläget i mellansverige, närmare bestämt i ett klimatområde med ett normalt antal graddagar av ca 3.600. Den genomsnittliga värmeåtgången för husuppvärmningen i på andra orter belägna hus kan alltså beräknas genom proportionering av husuppvärmningsenergin (obs ej andelen för varmvattenberedning och hushållsel) i förhållande till ortens normala antal graddagar. Vid bedömning av värmeåtgången under speciella år måste givetvis aktuella värden på antalet graddagar beaktas.

## 2. Beräkning av värmebehov

Enligt hittills vanligast publicerade beräkningsmetoder har man först sökt teoretiskt beräkna resp byggnads energibehov på grund av transmissionsförluster, ventilation, varmvattenuppvärmning och hushållsel, därefter har avdrag gjorts för utnyttjningsbar sk "gratisvärme" genom solinstrålning, värmeavgivning från hushållsapparater och människor, och slutligen

har kostnaderna för att producera det resulterande värmebehovet beräknats. För att kunna genomföra alla dessa beräkningar måste för det mesta vissa antaganden till grund för beräkningarna göras, och om dessa antaganden blir mer eller mindre oriktiga eller verklighetsfrämmande kan slutresultatet bli ganska missvisande.

För att i möjligaste mån undvika dylika felaktigheter har vid de efterföljande beräkningarna som redan nämnts tillämpats en något annan metod, som i och för sig möjliggjorts genom att det numera finns ett betydande antal elvärmda hus utförda.

På årskostnadssidan har utgått från faktiskt uppmätta förbrukningssiffror på elenergin för elvärmda källarlösa småhus av den här aktuella storleken. Tyvärr är dock antalet varianter av olika hustyper så stort att det möter betydande svårigheter att ännu få önskvärt antal uppmättningsresultat från helt jämförbara byggnader. En del småhus är friliggande, en del utförda som 1-plans hus, en del som 1 1/2-planshus, en del som radhus och andra som kedjehus etc. Det har därför varit ofrånkomligt att utföra vissa omräkningar mellan olika hustyper för att få möjligast enhetliga resultat, men då sådana omräkningar till stor del har karaktären av "korrektioner" av faktiska mätresultat bör detta dock ge säkrare värden än enbart teoretiskt beräknade. Hur omräkningen utförts behandlas kortfattat i mom 7 av detta kapitel.

För energiåtgång vid källarförsedda hus finns få ytterst få separata uppmättningsvärden. Av denna anledning och för att i möjligaste mån undvika kontroversiella uppfattningar har beräkningen av energiåtgången för källaruppvärmningen baserats på en uppgift i FERA:s förutnämnda skrift "Byggtjänst/Råd 5", vilken här må citeras: "Ett källarförsett småhus i mellansverige på ca 100 m<sup>2</sup> kan beräknas förbruka 5000 - 8000 kWh mer energi per år än ett källarlöst hus." För beräkningarna i föreliggande utredning har då (något i underkant med hänsyn till husytan) helt enkelt valts medelvärdet av de nyssnämnda energikvantiteterna, dvs 6.500 kWh/år. Självfallet är det av intresse att småningom söka belägga även denna beräknade siffra med speciella mätningar, som för tyvärr saknas.



Elenergiförbrukningen för det källarförsedda referenshuset har alltså här beräknats som summan av uppmätt och korrigerad elenergi för ett källarlöst hus av samma yta som referenshuset,  $110 \text{ m}^2$ , ökad med 6.500 kWh för referenshusets källarvåning.

Förbrukningen av oljeenergi för samma referenshus har sedan beräknats genom omräkning av elenergin till oljeenergi för exakt samma hus.

För att rättvisande kunna göra en omräkning från uppmätt elenergi till oljeenergi måste man noggrant känna den faktiska verkningsgraden både vid elvärme - som dock kan antas till ca 100 % - och vid oljevärme. Den sistnämnda varierar mera än vid elvärme, men den är numera särskilt för moderna typer av oljepannor känd inom ganska trånga gränser, vilka för övrigt lätt kan beaktas vid omräkningen. Vid de efterföljande beräkningarna för "vattenburen värme" har i allmänhet räknats med 75 % verkningsgrad vid oljeeldning.

En delfaktor, som kan vålla viss osäkerhet, är den sk gratisvärmens, dvs värmestillskott från solinstrålning, sk hushållsel, människor m. m. Termostatreglerade elradiatorer anses bättre kunna utnyttja dylik gratisvärme, och elvärmda hus har därför tillgodoräknats fulla beloppet av beräknad utnyttjningsbar gratisvärme, medan vid oljevärme endast medräknats hälften av samma gratisvärme. Även vid oljevärme (eller "indirekt (el)värme") med vattenvärmda radiatorer förekommer dock numera också termostatreglerade radiatorer. Som omnämnts i KAP. V pågår fö sådan utveckling betr reglering av vattenradiatorer, att på någon sikt någon nämnvärd skillnad mellan nyttiggörande av gratisvärme vid vattenradiatorer och vid elradiatorer knappast kommer att föreligga.

Den absoluta storleken av "gratisvärme" har i en artikel "Elektrisk bostadsuppvärmning" av J Norrby, Teknisk Tidskrift, 1964, H 22, "försiktigt räknat" antagits till 3.500 kWh per år, i andra uppgifter skattats till det högre värdet 6.000 kWh per år. I föreliggande beräkningar har för jämförelsehuset valts värdet 5.000 kWh per år för elvärme och sålunda 2.500 kWh per år vid oljevärme utan termostatreglerade vattenradiatorer. Siffran har

hämtats ur skriften "Aktuella värmefrågor inför morgondagens samhälle", utgiven av kraftproducenter, eldistributörer och FERA.

En för beräkningen av energibehovet viktig faktor gäller förbrukningen av sk hushållsel, dvs för elspis, belysning, apparater o d. Vid elvärmda hus gäller i allmänhet samma taxa för all elförbrukning, dvs både för elvärme och för hushållsel, och någon separat mätning av hushållselförbrukningen förekommer därför oftast ej. Endast vid specialstuderade hus kan därför mätvärden på hushållselförbrukningen erhållas.

Publicerade uppgifter om direkt uppmätning av förbrukningen av hushållsel är emellertid sparsamma. För en grupp om 10 källarlösa elvärmda villor om ca 95 m<sup>2</sup> bostadsyta i Tillberga har N E Lindskoug i Teknisk Tidskrift 1966, nr 8, redovisat en uppmätt hushållsförbrukning av i medeltal för samtliga villor 2.470 kWh per år.

Utöver dessa uppgifter har förf. endast lyckats få kännedom om ytterligare en större undersökning, där förbrukningen av hushållsel direktmätts, nämligen för en grupp om 20 likadana småhus i Höganäs med en bostadsyta av 110 m<sup>2</sup>. För dessa redovisas förbrukningen av hushållsel åren 1963-1966 med följande medelvärden för samtliga 20 hus:

1963	2.379 kWh
1964	2.578 kWh
1965	2.705 kWh
1966	2.701 kWh
<hr/>	
1963 - 1966	2.591 kWh

Medelvärdena från Höganäs-villorna stämmer ganska väl med medelvärdet från Tillberga, särskilt om det beaktas, att Höganäs-villorna är något större än Tillbergavillorna. Spridningen mellan de enskilda mätvärdena är dock ganska avsevärd. Ett studium av de här ej återgivna detaljsiffrorna visar, att "hushållsel-vanorna" håller sig ganska likformiga från år till år för en och samma husägare; de villor som haft extremt låga eller extremt höga förbrukningssiffror under första mätperioden 1963 behåller dessa tendenser under de följande åren. Det kan vara

av intresse att återge förbrukningssiffrorna för de båda "extremvillorna":

År	1963	1964	1965	1966
"Minimivillan"	1.100	1.621	1.816	1.430 kWh/år
"Maximivillan"	2.814	3.597	4.190	4.238

Hushållsförbrukningen kan förväntas stiga med ökande villastorlek och också med tiden i samband med ökad användning av elektriska apparater. Den största förbrukaren i detta fall är dock den elektriska spisen, som kan anses vara en elförbrukare av "engångskaraktär". Hushållsförbrukningen av el drabbar kostnadsmässigt de enbart oljevärmda husen betydligt hårdare än de elvärmda, eftersom enbart hushållsel debiteras enligt en väsentligt högre taxa än el inkluderande elvärme. Storleksordningen av kostnaderna för en förbrukning av enbart hushållsel i hus med oljevärme utgör vid den vid Tillbergavillorna uppmätta kvantiteten ca 14 öre/kWh mot endast 7 öre för samma förbrukning i hus med elvärme. På grund av det höga kWh-priset för hushållsel vid enbart oljevärmda hus ökar totala årskostnaden vid dessa desto mer ju högre hushållselförbrukningen antas vara. En riktig bedömning av denna är därför av betydelse för ett rättvisande jämförelseresultat.

Vid oljeeldade hus tillkommer vissa elförbrukningsposter, som ej ingår i detaljredovisningen för de elvärmda husen, nämligen el för oljebrännaren och för den ständigt inkopplade cirkulationspumpen för distribution av värmepannans uppvärmda vatten till radiatorena. Dessa poster kan beräknas till:

För oljebrännaren	45 kWh per år
För cirkulationspumpen	250 kWh per år
Summa ca	<u>300 kWh per år</u>

Om denna elförbrukning lägges till medelvärdet för de härovan omnämnda sammanlagt 30 villorna, för vilka hushållsförbrukningen separat uppmätts, 2.550 kWh/år, erhålles totala medelhushållsförbrukningen för oljevärmda villor = 2.850 kWh/år. Siffran har här avrundats uppåt till jämnt 3.000 kWh/år.

I bl a en av FERA publicerad beräkning har förbrukningen av

hushållsel för villor av här avsedd storlek antagits till 4.000 kWh per år istället för det här redovisade värdet 3.000 kWh. Hittills tillgängliga uppmätningar av enbart hushållsel vid hus av jämförelsehusets storlek ger dock inte belägg för den högre siffran. I föreliggande undersökning har därför räknats med den på hittills tillgängliga mätningar baserade siffran 3.000 kWh/år. Ett vidgat undersökningsmaterial är dock i detta liksom i flera andra avseenden önskvärt, varför ytterligare mätningar även i denna speciella fråga efterlyses.

I detta sammanhang bör lämpligen även behandlas en detalj rörande taxorna för hushållsel, ehuru denna fråga egentligen närmast tillhör det senare behandlade avsnittet "Energipriser".

Vid oljevärmda hus utgår kostnaderna för hushållsel efter två ganska olika taxor för å ena sidan vissa större bostadsområden, t ex Stockholm och Göteborg, och å andra sidan en del industri- eller landsortsdistrikt, där t ex Vattenfall tillämpar andra taxor än i de förstnämnda områdena.

För Stockholmsområdet har före den 1 februari 1968 tillämpats en fast grundavgift baserad på bostadsytan, som för ett  $110 \text{ m}^2$  hus uppgick till  $21 \times 2,4 = 50,40$  kr per år. Härtill kom under samma period rörlig avgift av 9 öre per kWh + 1,9 % skattetillegg å avgifterna (5 % skatt ingår redan i avgifterna). För en total hushållselförbrukning av 3.000 kWh/år motsvarar dessa avgifter tillsammans en kostnad av ca 326 kr/år.

Efter den 1 februari 1968 har den på husytan baserade fasta grundavgiften höjts, för ett hus av jämförelsehusets storlek  $110 \text{ m}^2$  till 82,80 kr/år. Däremot har den rörliga avgiften sänkts från 9 till 8 öre/kWh, medan energiskatten, 7 %, skall belasta både fast och rörlig avgift. För en total hushållselförbrukning av 3.000 kWh/år motsvarar den nya taxan en totalkostnad av 345 kr/år.

Enligt den av Vattenfall vanligen tillämpade taxan för enbart hushållsel utgår grundavgiften inte efter bostadsytan utan efter andra grunder; minimiavgiften är här 132 kr/år. Härtill kommer samma rörliga energiavgift som i närmast föregående fall, dvs 8 öre/kWh + 7 % skatt. Totalt blir detta för 3.000 kWh hushålls-

el 398 kr/år.

Det framgår av ovanstående att den fasta grundavgiften enligt Vattenfalls taxa relativt hårt drabbar lägre förbrukningar, och att en ganska avsevärd skillnad förefinnes mellan de olika taxorna (före den 1/2 1968 inte mindre än 72 kr/år mellan högsta resp lägsta taxan).

I de efterföljande beräkningarna har därför medtagits bägge de här redovisade nu gällande alternativa taxorna, resp 345 och 398 kr/år för den genomsnittliga hushållselförbrukningen av 3.000 kWh/år.

Större delen av hushållselförbrukningen omsätts i värme, varav viss del kan utnyttjas för husets värmebalans. Den har i beräkningarna ansetts ingå i beloppet för "gratisvärme". Som förut nämnts har av denna gratisvärme elvärmda hus tillgodoräknats fulla beloppet medan oljevärmda hus med vanliga radiatorer tillgodoräknats hälften av samma belopp.

### 3. Tilläggsisolering av elvärmda hus?

Som i olika sammanhang framhållits ställer sig elenergin för närvarande för konsumenten per kalori räknat betydligt dyrare än oljeenergin, normalt 3 gånger, och under extrema förhållanden ända till 4 gånger så dyr. Det brukar därför anses lönande att förse elektriskt värmda hus med kraftigare värmeisolering, "tilläggsisolering", än oljevärmda hus. Sålunda anges i den förut citerade artikeln "Elektrisk bostadsuppvärmning" av J Norrby (Teknisk Tidskrift 1964) en kostnad för "Optimal isolering" vid elvärmda hus av inte mindre än 4.000 kronor utöver "Normal isolering" vid oljevärmda hus. Detta skulle betyda en mycket avsevärd merinvestering vid elvärmda hus som, om siffran alltjämt vore tillämplig, skulle direkt kompensera den ungefär lika stora merinvesteringen för oljevärmeutrustning relativt "direkt elvärme".

Av flera skäl är det emellertid tveksamt om det lönar sig att nämnvärt differentiera värmeisoleringsgraden vid småhus med hänsyn till arten av det i byggnaden i sinom tid installerade uppvärmningssystemet.

För det första tillverkas många småhus seriemässigt i fabrik, varvid man vid utformningen av väggar och bjälklagskonstruktioner inte på förhand vet om resp husdetalj kommer att användas i ett elvärt eller oljevärmt hus. Det komplicerar produktionen alltför mycket att arbeta med olika vägg- och bjälklags-system; man föredrar därför att utföra alla leveranser lika. En tilläggsisolering på byggnadsplatsen av fabriksstillverkade konstruktioner är naturligtvis teoretiskt tänkbar men för många väggtyper i praktiken alltför svår genomförbar.

För det andra är det tänkbart - i föreliggande skrift t o m rekommenderat - att man efter viss övergångstid bör vara beredd att övergå från oljevärme till elvärme. Det blir då både dyrbart och tekniskt svår genomförbart att i efterhand öka värmeisoleringsgraden för t ex ytterväggarna. Bättre är då i allmänhet att redan från början utföra väggarna med relativt hög isoleringsgrad.

För det tredje blir de teoretiskt "optimala" isolertjocklekarna för särskilt ytterväggar så stora, att på så sätt utförda väggar skulle bli alltför klumpiga och inattraktiva ur andra synpunkter än med hänsyn till strikt värmeisoleringsekonomi.

För det fjärde anser husfabrikanterna ofta att ett tillgodoseende av elvärmens "optimala ekonomi" vid utformning av väggkonstruktioner o d i alltför hög grad belastar kostnaderna för deras egna produkter, varigenom dessa blir mera svårsålda.

Resultatet av dessa och andra överväganden torde ha blivit, att de flesta småhus utförs med i stort sett samma konstruktioner vare sig de kommer att förses med oljevärme eller elvärme. Man eftersträvar dock i bägge fallen god värmeisolering för både väggar och bjälklag. Den enda mera allmänt förekommande olikheten vid de båda uppvärmningssätten är att elvärmda hus brukar förses med en förstärkning av vindsbjälklagets isolering, eftersom denna kan utföras relativt enkelt genom t ex ett extra lager av mineralullsmattor. Stundom förekommer också att normalt förekommande 2-glasfönster utbytes mot 3-glas, men därvidlag förekommer visst motstånd med hänsyn till såväl kostnad som det ökade rengöringsbesväret vid 3-glasfönster.

De nu sist angivna förhållandena har vad beträffar föreliggande skrift undersökts genom inventering av ett stort antal småhus, utförd i anslutning till ett examensarbete vid institutionen för byggnadsteknik vid KTH.

Med hänsyn till de anförda synpunkterna har elvärmda hus i föreliggande kostnadsundersökning ej belastats med några tilläggskostnader för extra värmeisolering; omvänt har värmeförbrukningen på grund av transmissionsförluster antagits lika vid oljevärme och elvärme. Med hänsyn till de olikheter i isoleringsgraden som dock förekommer och med hänsyn till den stora skillnaden i energikostnad hos konsumenten för de båda energiformerna gynnar det använda beräkningssättet i någon mån elvärmen.

#### 4. Årskostnader för service och sotning

Utöver energikostnaderna för värme, varmvatten, hushållsel m. m. belastas oljeuppvärmningen av återkommande kostnader för sotning och service, som inte i samma mån belastar elvärmen.

Kostnaderna för sotning är i huvudsak fixerade genom fasta taxor och kan därför relativt säkert beräknas. Till storleksordningen uppgår denna kostnad till ca 30 kr per år.

Kostnaderna för service är däremot mera svårbedömbara. En modern oljebrännare kan ibland fungera utan störningar år efter år utan några som helst ingripanden, i andra fall justeras oftare. För vidmakthållande av god verkningsgrad och driftsäkerhet är dock regelbunden service normalt att rekommendera. Enligt annonser i fackpressen tillhandahålls numera regelbunden service av ett flertal av de större oljebolagen till ett fast pris av endast 65 kr per år, innefattande en fullständig genomgång av brännarsystemet, kontroll av på verkningsgraden inverkan funktioner o d. Normalt torde en dylik service täcka behövliga serviceåtgärder vid oljeeldningssystem. Enligt inhämtad uppgift är denna typ av service-kontrakt den vanligaste formen för service.

Totalkostnaderna för sotning och service synes därför rimligen

böra beräknas till  $30 + 65 = 95$  kr, avrundat 100 kronor per år.

I en del publicerade kostnadsberäkningar har denna delkostnad upptagits till 200 kr/år. Det kan naturligtvis diskuteras huruvida den av oljebolagen erbjudna servicen från bolagens egen synpunkt kostnadsmässigt täckes av omannonserad avgift. Omvänt är servicen inte mera komplicerad än att åtskilliga husägare utför den själva som hobbybetonat arbete på fritid. I föreliggande sammanhang har det därför bedömts rättvist att endast belasta serviceposten med det kostnadsbelopp, som för närvarande av flera inbördes konkurrerande oljebolag begäres av konsumenten.

Utöver servicekostnader kan kostnader för reparationer förekomma både vid oljeeldningsanläggningar och elvärmesystem. Tyvärr finns för närvarande ingen åtkomlig pålitlig statistik beträffande dylika kostnader och inte heller några uppgifter om någon markerad olikhet beträffande samma kostnader. I brist på sådana uppgifter har någon åtskillnad mellan dylika kostnader vid de bägge systemen tillsvidare icke kunnat redovisas. Självfallet innebär detta ett visst osäkerhetsmoment i de redovisade kostnadsberäkningarna; det har dock förutsatts att i den mån nya erfarenhetssiffror framkomma betr såväl denna som andra kostnadsfaktorer korrektion för ev avvikelser relativt lätt kan införas på de här tillämpade utgångssiffrorna.

##### 5. Inverkan av beskattning och inflation

Kostnadsjämförelser mellan "direkt elvärme" och oljevärme - "indirekt (el)värme" - kompliceras av ett antal faktorer, som försvårar de direkta jämförelserna. En sådan är att oljevärmesystem belastas av högre investeringskostnader för den enskilda husägaren än elvärmesystem, medan däremot omvänt samhällets investeringskostnader är högre för elvärme än för oljevärme - vid elvärme krävs nämligen stora investeringar för kraftverk och ledningssystem för att alstra och till de olika husen distribuera den för elvärmens erforderliga elenergin, medan motsvarande kostnader för oljeenergin är mera begränsade.

Denna sistnämnda faktor behandlas närmare i KAP. III.



Den enskilde husägarens högre investeringar för oljevärme, som enligt undersökningar av Kungl Bostadsstyrelsen är av den genomsnittliga storleksordningen 4.000 kr per hus, täcks i regel genom högre belåning, vilket i sin tur vållar högre ränteutgifter. Här kommer både inflationsprocessen och beskattningen in som betydelsefulla faktorer för den enskilde, som bägge kan minska dennes kostnadsbelastning genom överförande av vissa delar av investerings- resp årskostnaderna på samhällsekonomin. För samhällsekonomin innebär de båda nämnda faktorerna däremot ingen "besparing".

Inflationsprocessen har betydelse om den enskilde, som vanligast är fallet, finansierar sina investeringar genom amorteringslån löpande på en längre tid. Han amorterar då lånet med avbetalningar vars realvärde ständigt minskas. Hur detta påverkar en merinvestering kommer att diskuteras i mom 11 efter kostnadssammanfattningen i mom 10.

Ränteutgifterna för en belåning är avdragsgilla vid beskattning. Däremot är amorteringarna ej avdragsgilla. Under de första åren av ett långårigt amorteringslån med lika stora annuiteter under amorteringstiden utgör emellertid räntedelen den helt dominerande delen av annuiteterna. FIG. 4 visar grafiskt hur ränteandelen resp amorteringsandelen varierar för ett 40-årigt amorteringslån med 6 %<sup>x)</sup> räntefot. Man finner att under de första ca 10 åren räntedelen i medeltal utgör drygt 87 % av hela annuiteten. Som i ett senare sammanhang kommer att påvisas kan i allmänhet merinvesteringen för en oljevärmeinstallation - vattenburen värme - "bortamorteras" på långt kortare tid än nu nämnda 10 år. Att ränteandelen under amorteringstidens senaste skede hastigt minskas har därför mindre betydelse för de här aktuella skatteavdragsberäkningarna.

Minskningen av ränteutgifterna för den enskilde på grund av skattereduktionen har beräknats på basis av en beräknad årsinkomst för villaägare med hustru av genomsnittligt 30.000 kr/år. Marginalskatten utgör då nästan exakt 50 %<sup>xx)</sup>. För ett

---

x) Observera fotnoten å sid 47.

xx) Sedan tryckningen av skriften redan påbörjats har förslag framlagts som motsvarar en ökning av nämnda marginalskatt till 60 %.

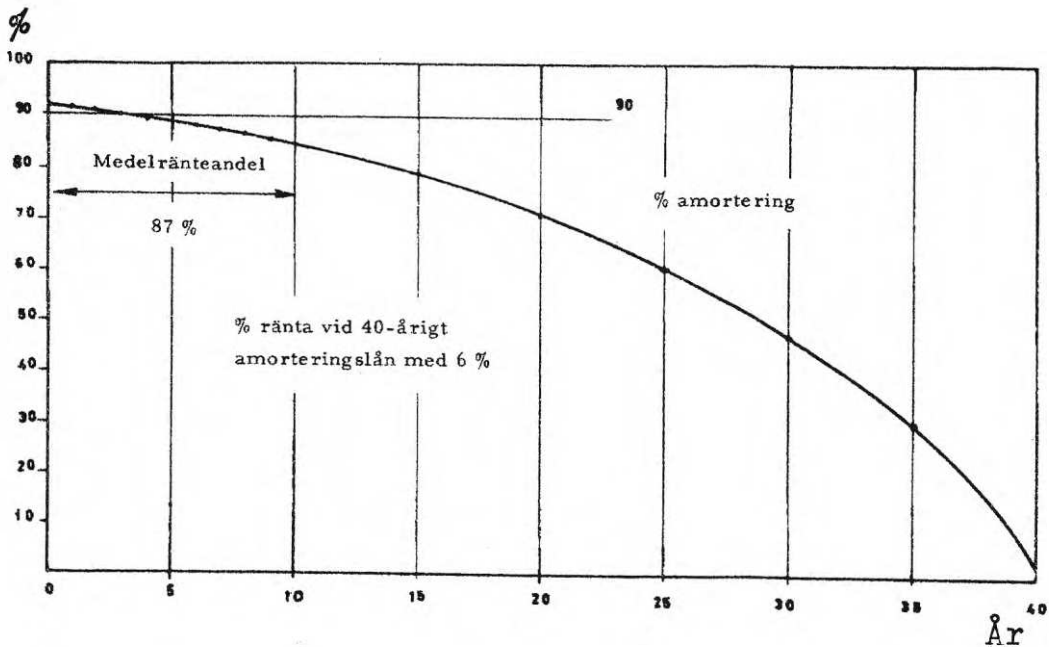


FIG. 4.

40-årigt amorteringslån med 6 % räntefot och lika stora årliga amorteringar (annuiteter) under lånets hela löptid uppgår de årliga annuiteterna till 6,65 % av lånesumman. Räntedelen under de 10 första åren utgör då genomsnittligt ca  $0,87 \times 6,65 =$  ca 5,8 % eller mycket nära totala räntefoten 6 %. Genomsnittliga skattereduktionen blir därvid  $0,50 \times 5,8 = 2,9$  % av lånesumman eller - vilket är detsamma -  $0,50 \times 0,87 = 0,435$  eller 43,5 % av de årliga kapitalkostnaderna (annuiteterna på lånet). Vid ett 30-årigt amorteringslån med samma räntefot blir siffrorna ca 5,6 % av lånesumman och ca 77 % av annuiteterna, motsvarande ca 38,5 % skattereduktion å annuiteten.<sup>x)</sup>

Eftersom vissa efterföljande resonemang blir överskådligare att följa om man räknar med 30 års amorteringstid på lånen - vilken tidsperiod rätt väl överensstämmer med genomsnittliga livslängden på komponenterna i en värmeanläggning - har vid efterföljande beräkningar av "skattereduktionens" inverkan räknats med 30-åriga amorteringslån, trots att de i praktiken nog vanligare 40-åriga amorteringslånen ur skattesynpunkt

x) Sedan detta skrivits har man vid statlig belåning alltmåra övergått till en belåningsform, s k paritetslån, där ränta och amortering fördelas i tiden efter något andra grunder än ovan nämnts. Hur detta inverkar på här aktuella beräkningar behandlas kortfattat i fotnot å sid 72.

ställer sig något gynnsammare. Annuiteten för ett 30-års-lån med 6 % räntefot utgör 7,26 % av lånesumman och skattereduktionen sålunda 50 % av 7,26 % av lånet (50 % av räntedelen 5,6 %), allt gällande som medeltal under de första 10 åren.

## 6. Energipriser

### a) Elvärme

Sedan totala elförbrukningen i de elvärmda husen bestämts genom direkt mätning på elmätarna kan kostnaden för den förbrukade elenergin i princip beräknas genom att multiplicera antalet förbrukade kWh-enheter med priset per kWh. I verkligheten kompliceras emellertid en sådan beräkning av att det i regel inte finns något visst bestämt kWh-pris, utan att det slutliga priset sammansätts av såväl fasta som mot energiuttaget proportionella kostnader.

Värre är emellertid att en del av den uttagna energin, nämligen den som ligger över en viss abonnerad effekt (vid "effektgränstaxa"), regelmässigt betalas efter ett avsevärt högre pris än energiuttaget under abonnemangsgränsen (t ex 14 öre/kWh över 4 öre/kWh under abonnemangsgränserna). Vid en möjligast rationellt skött elvärmeanläggning strävar man efter att hålla nere "överförbrukningen" över abonnemangsgränsen så effektivt som möjligt, t ex genom att inte samtidigt använda en större del av den elektriska spisens kapacitet och tvättmaskinen (som kan dra stor effekt) eller genom att inte kombinera dylika effektuttag med samtidig varmvattenberedning i varmvattenberedaren. Överförbrukningsuttaget är alltså i hög grad beroende av hur vederbörande sköter sin anläggning och kan alltså inte teoretiskt beräknas utan måste baseras på faktiska uppmätningar. Härav följer också att "kilowatt-priset" inte är någon konstant faktor utan varierar från hus till hus.

I praktiken mäts vid den nu beskrivna taxetyperna både den totala elförbrukningen och överförbrukningen över abonnemangsgränsen medelst separata räkneverk, varefter det med kännedom om dessa mätvärden är lätt att för varje enskild husägare beräkna

elkostnaden. Tyvärr anger tillgänglig statistik i flertalet fall endast totalförbrukningen. För att i sådana fall kunna beräkna totalkostnaden erfordras en på statistiska uppgifter grundad kännedom om ett mot totalförbrukningen svarande medelpris, som tar hänsyn till både fasta avgifter och till genomsnittlig fördelning av förbrukningen över och under abonnemangsgränsen. Det följer också av de vanligen använda taxornas konstruktion med vissa fasta avgifter, att genomsnittspriset per kWh minskar med ökande förbrukning. Man kan därför inte multiplicera totala energiförbrukningen med ett och samma genomsnittspris vid varierande storlek på totaluttaget.

I föreliggande undersökning har, som närmare framgår av ett efterföljande avsnitt, totala genomsnittsförbrukningen för ett källarlöst hus av jämförelsehusets storlek ( $110 \text{ m}^2$ ) befunnits uppgå till storleksordningen 23.000 kWh/år. (För det källarförsedda referenshuset blir genomsnittsförbrukningen då  $23.000 + 6.500 = 29.500 \text{ kWh/år}$ .) Medelpriset per kWh vid ett uttag av förstnämnda storlek har vid ett stort antal undersökta elvärmda villor i mellan- och sydsverige befunnits ligga omkring 7,35 öre per kWh. I de efterföljande kostnadsberäkningarna har tillämpats ett till 7,3 öre/kWh preciserat medelpris vid en totalförbrukning av nyssnämnda storlek (23.000 kWh/år). I den mån avvikelser från detta medelpris äger rum kan energikostnaden enkelt omräknas genom direkt proportionering.

Vid elvärmda hus ingår "hushållsel" i totala förbrukningen och betalas efter samma å-pris som elvärmen och kan därför också mätas gemensamt med denna. Vid oljevärmda hus utgör däremot enbart hushållsel endast drygt 10 % av elförbrukningen vid elvärmda hus och betalas därvid också med ett betydligt högre genomsnittligt kWh-pris. Detta har dock redan behandlats i samband med en redogörelse för förbrukningen av hushållsel, till vilken här hänvisas.

#### b) Oljevärme

Priset för oljevärme är såtillvida enklare, att priset i allmänhet kan uttryckas som ett enda  $\text{m}^3$ -pris. Priset varierar emel-

lertid både under årets olika delar, under olika år och med resp byggnads geografiska belägenhet. Då bedömningen av ett rimligt jämförelsepris helt naturligt är av största betydelse för ett riktigt slutresultat, skall de olika på  $m^3$ -priset inverkan faktorerna här något diskuteras.

Årstidsvariationen betingas huvudsakligen av högre frakt- och lagringskostnader under vinterperioden. Den geografiska belägenheten inverkar huvudsakligast så, att oljepriset ökas med sk "inlandstillägg", dvs med en merkostnad som växer med avståndet från resp importhamn. Priset är alltså som regel lägst för orter nära en sådan hamn; däremot är skillnaderna i båtfrakt till olika hamnar i landet relativt små under den egentliga seglationssäsongen. Ibland kan också särskilda kvantitetsrabatter inverka på priset. Våren 1967, dvs före nuvarande Suez-krisen, angavs normalpriset för eldningsolja Eo 1 utan inlandstillägg och vintertillägg av ett flertal oljebolag till 143 kr/ $m^3$ . På basis av detta angavs samtidigt ett medelpris per år för genomsnittsorter (dvs inklusive genomsnittligt inlandstillägg) till ca 150 kr/ $m^3$ .

1967 års Suez-kris, som ännu fortsätter, ökade kraftigt oljepriserna i Sverige. De har numera åter sjunkit men ännu ej återgått till priserna före sommaren 1967; ett genomsnittligt årskontraktpris av 165 kr/ $m^3$  x) anses för närvarande utgöra ett normalt genomsnittspris och motsvara "före-Suez"-priset av 150 kr/ $m^3$ . Vid en undersökning som den föreliggande, vars målsättning är att söka bedöma en möjligast lämplig utformning av uppvärmningssystem för det blivande byggnadsbeståndet, kan det emellertid vara önskvärt att mera beakta långsiktiga prisförhållanden än priser, som påverkats av mera tillfälliga företeelser. Några av de oljebolag som tillfrågats rörande deras bedömning av prisutvecklingen under den närmast överblickbara framtiden har angett att man inte ser någon anledning varför oljepriserna inte återigen skulle återgå till "före-Suez"-nivån sedan nuvarande Mellan-Östern-kris på något sätt lösts.

I den föreliggande undersökningen har dessa överväganden för-

---

x) Fotnot: Jämför dock "Anmärkning" å sid 6.

anlett att kostnadsberäkningarna utförts för två olika prisalternativ: ett huvudalternativ med  $165 \text{ kr/m}^3$  och ett mera extremt alternativ med  $150 \text{ kr/m}^3$ . x)

Värmeinnehållet i olja Eo 1 har antagits till 8700 kcal per liter, verkningsgraden till 75 % och i ett extremt men dock icke realistiskt alternativ till 85 % (vid "kombinationsvärmesystemet", se KAP. V, har erhållits en beräknad årsmedelverkningsgrad av denna storlek). Eftersom  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$  motsvarar sålunda 1 liter Eo 1  $\frac{0,75 \cdot 8700}{860}$  resp  $\frac{0,85 \cdot 8700}{860}$  eller 7,6 resp 8,6 kWh.

### 7. Uppmätt elförbrukning vid elvärmda småhus

Antalet elvärmda objekt, vid vilka elåtgången studerats och gjorts tillgänglig för analyser, växer för närvarande från år till år men är ännu ej så omfattande som önskvärt vore. Totala elåtgången är visserligen oftast känd, men däremot saknas vanligen detaljuppgifter om hur elförbrukningen fördelar sig på hushållsvärmning, varmvattenberedning och övrig förbrukning, dvs sk hushållsel, förbrukning över och under abonnemangseffekten m.m. Bostadsytan för de studerade objekten är i de flesta fall redovisad men varierar i rätt hög grad och dessutom varierar belägenheten. Tillsammans leder detta till en relativt stark begränsning av antalet objekt inom samma klimatområde, vilket försvårar en statistisk bearbetning och detaljanalys av elförbrukningens fördelning.

I alltför stor utsträckning har det också varit svårt att tillförlärligt klarlägga olikheter i värmeisoleringsgrad, som bör beaktas vid jämförelse mellan olika värden på totala förbrukningen. (Olikheter i isolering spelar däremot som tidigare framhållits, i allmänhet inte så särskilt stor roll med hänsyn till den totala årskostnaden, eftersom den lägre elkostnaden vid ett bättre isolerat hus motverkas av högre kapitalkostnader för isoleringsförbättringen.) Vid analyser av elförbrukningen bör vidare det första eller de båda första årens förbrukningsuppgifter helst lämnas åsido, eftersom en del av värmeförbrukningen under denna tid åtgår till att värma upp huskroppen omgivande jord-

---

x) Fotnot: Jämför dock "Anmärkning" å sid 6.

massor, till byggnadens uttorkning m. m. Även sistnämnda förhållanden bidrar till att minska mängden användbart observationsmaterial.

Trots ovan påtalade brister i underlagsmaterialet, som i viss mån försvårar en del detaljanalyser, känner man dock numera ganska väl storleksordningarna av elvärmeförbrukningen vid representativa småhus. När det gäller kostnadsjämförelser mellan elvärme och oljevärme vid ett och samma hus kan i själva verket mycket god jämförelsenoggrannhet erhållas med den ovan beskrivna metodik, vid vilken på basis av kända data omräkning sker från uppmätt elvärme till oljevärme för exakt samma hus. I viss mån svårare är det emellertid att bestämma vad som är representativ värmeförbrukning för ett hus av representativ storlek och belägenhet, t ex det ovan omnämnda "jämförelsehuset". Värdet på denna "representativa värmeförbrukning" är nämligen, som senare skall accentueras, av särskilt stort intresse för utfallet också av kostnadsjämförelsen mellan de båda värmeformerna och därmed också för tiden för "bortamortering" av merinvesteringen för vattenburen värme. En möjligast riktig bestämning av denna representativa värmeförbrukning kommer därför att vara en viktig del av den följande undersökningen.

I det följande kommer först tre skilda större undersökningar att refereras. Dessa avser dels en grupp om 10 småhus i Tillberga, redovisade i en skrift av N E Lindskoug (Teknisk Tidskrift 1966, nr 8), dels en grupp av 18 småhus i Bollnäs, som studerats av Statens Institut för byggnadsforskning och redovisats i ett meddelande från institutet, dels en undersökning genom ett examensarbete vid institutionen för byggnadsteknik vid KTH, som behandlat ca 800 småhus i olika områden.

De viktigaste resultaten från undersökningen i Tillberga framgår av nedanstående tabell och anger uppmätta elförbrukningsvärden under 1 års tid under perioden april eller maj 1964 till samma tidpunkt 1965. Vid bedömning av nedanstående mätvärden bör noteras att den mellanliggande vintern 1964/65 var förhållandevis mild. De undersökta inbördes lika småhusen var av typ källarlösa hus med  $95,6 \text{ m}^2$  lägenhetsyta och utförda med

Tabell 2. Avläst, ej korrigerad energiförbrukning

Hus nr	Period	Energiförbrukning Värme kWh	Varmvatten kWh	Övrigt kWh	Totalt kWh	Inställd effektgräns kW	Energi över effektgräns kWh
1	20.4—20.4	12 417	4 048	2 364	18 829	3,5	1 214
2	13.5—10.5	13 254	3 503	2 724	19 481	3,5	1 410
3	20.4—20.4	13 300	5 307	2 757	21 364	3,5	1 795
4	13.5—10.5	13 337	3 530	2 175	19 042	3,5	1 419
5	13.5—10.5	13 515	5 088	1 658	20 261	3,5	1 480
6	20.4—20.4	14 815	5 365	2 308	22 488	3,5	2 350
7	20.4—20.4	12 929	4 026	3 719	20 674	3,5	2 782
8	13.5—10.5	11 997	3 782	1 855	17 634	3,5	1 294
9	20.4—20.4	12 800	3 300	1 906	18 006	3,5	1 293
10	20.4—20.4	15 445	4 848	3 263	23 556	3,5	3 101
Medelvärde	....	13 381	4 280	2 473	20 134	3,5	1 814

relativt god värmeisolering, t ex 3-glasfönster och förstärkt isolering av vindsbjälklaget. Däremot var ytterväggarna av standardtyp från leverantören, AB Borohus.

Den totala elförbrukningen vid Tillbergahusen 1964/65 är representerad grafiskt som ett stapeldiagram för de olika husen, FIG. 5. Man observerar särskilt den relativt stora spridningen

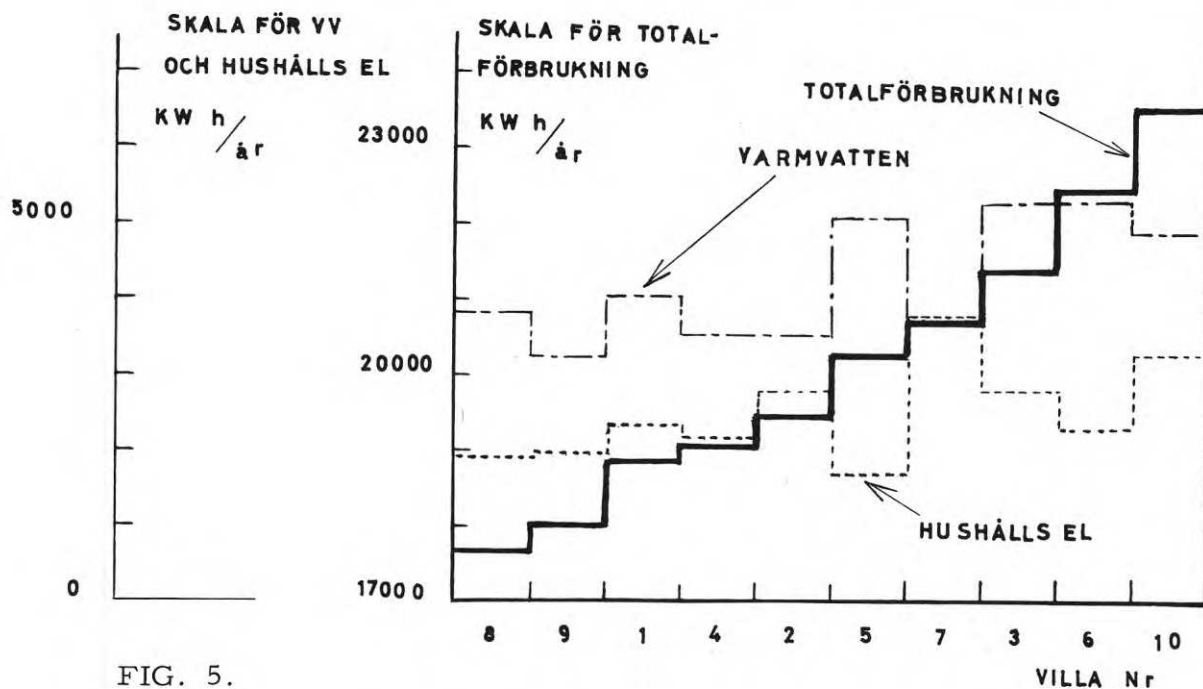


FIG. 5.

mellan de uppmätta årsförbrukningsvärdena i de inbördes lika villorna. Sålunda är avvikelserna mellan högsta och lägsta värde ifråga om totalförbrukningen ca 30 % av medelvärdet. Ännu större är spridningen beträffande elåtgången för varmvattenbe-



redningen, nära 50 % av medelvärdet. För enbart el för uppvärmningen utgör spridningen ca 25 %.

Av uppmätningssiffrorna framgår ytterligare, att varmvattenförbrukningen krävt i medeltal ca 4.300 kWh och hushållsförbrukningen, inkl elspis, knappt 2.500 kWh. Totalförbrukningens medelsiffra utgör 20.134 kWh. Söker man approximativt omräkna denna siffra till det i denna skrift valda jämförelsehuset om 110 m<sup>2</sup> lägenhetsyta och med 2-glasfönster erhålles ungefärliga totalförbrukningen 23.000 kWh, vilket stämmer rätt väl med andra tillgängliga motsvarande mätvärden om det observeras att vintern 1964/65, som ingick i mätperioden, var en relativt mild vinter.

Sedermera har mätningar utförts också för året 1965/66, inkluderande en relativt sträng vinter. Totalförbrukningens medelsiffra för detta år utgjorde 22.615 kWh istället för 20.134 kWh närmast föregående år. Omräknat till referenshusets mått och data motsvarar detta ca 25.300 kWh/år.

I Bollnäsprojektet har på liknande sätt under ledning av Statens Institut för byggnadsforskning verkställt en noggrann uppmätning av den totalt förbrukade elenergin vid 18 inbördes ungefär likadana villor.

Bollnäshusen utgöres av 1 1/2-plans kedjehus belägna i slänt och med 98 m<sup>2</sup> lägenhetsyta, delvis i souterrängvåning, samt 22 m<sup>2</sup> delvis uppvärmd källare. På grund av hustypens art är det svårt att jämföra dess värmeförbrukning med t ex friliggande villors, men däremot möjliggör mätningarna inbördes jämförelser mellan olika lägenheter och olika år inom en och samma husgrupp.

Mätningen omfattar i detta fall två årslånga delvis överlappande perioder, nämligen dels november 1964 - november 1965, dels maj 1965 - maj 1966. I den förra perioden ingår en tämligen mild, i den senare en ganska sträng vinter. Mätresultatet återges grafiskt för vardera året i FIG. 6. För året 1964/65 är mätresultaten för varje lägenhet ordnade efter stigande storlek (heldragen stapellinje). För året 1965/66 tänkes lägenheterna behålla samma nummer som i föregående års serie; förbruk-

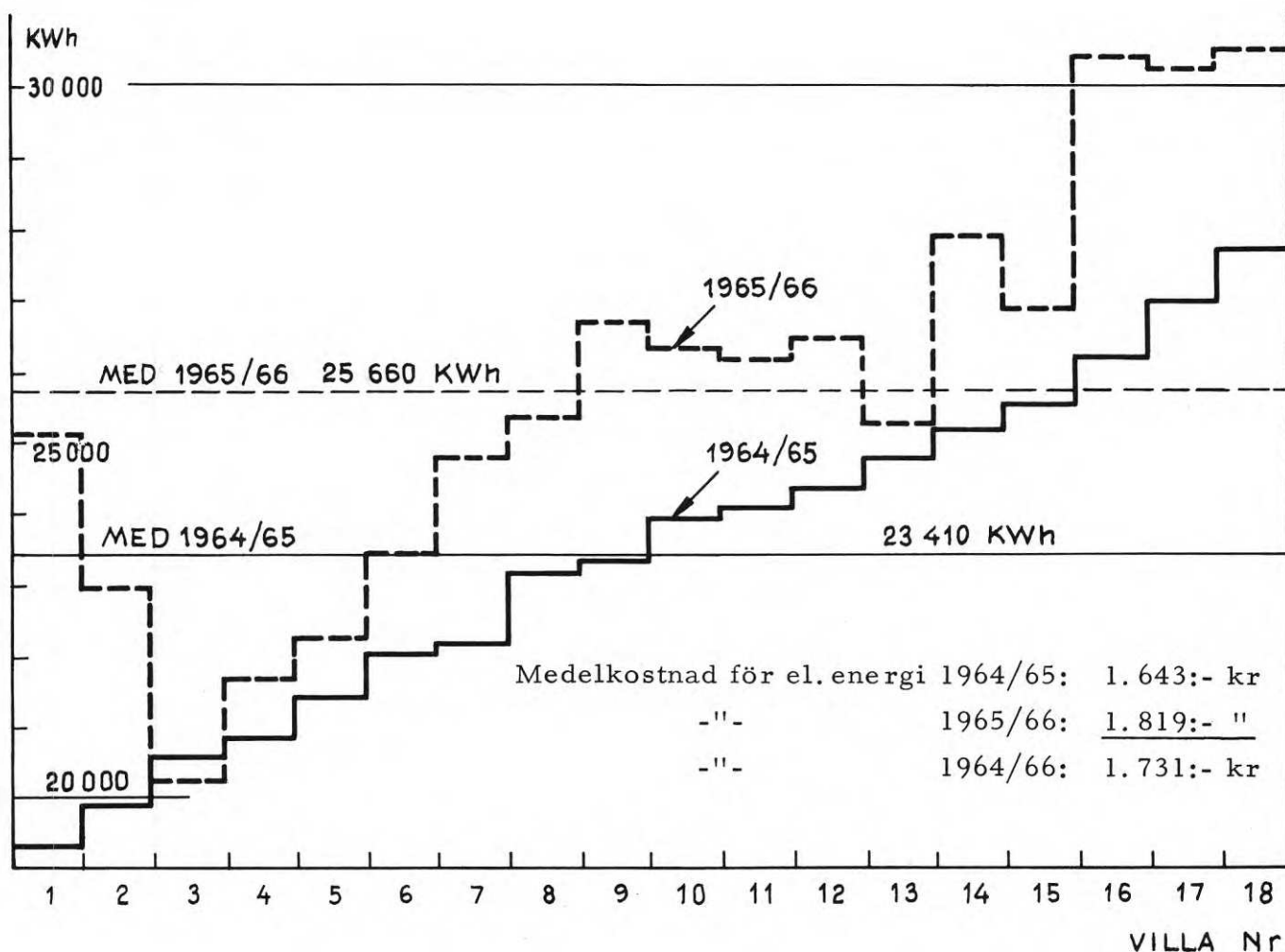


FIG. 6.

ningen (streckad stapellinje) blir då för sistnämnda år ej ordnad efter stigande storlek utan efter lägenhetsnumret i föregående års serie.

I diagrammen är också angivna totalförbrukningens medelvärden för samtliga hus för bägge åren (23.410 kWh 1964/65, 25.660 kWh 1965/66. För hela mätperioden 1964/66 utgör medelvärdet 24.540 kWh).

En intressant iakttagelse vid såväl Tillbergahusen som Bollnäs-villorna är den avsevärda spridningen mellan de uppmätta årsförbrukningsvärdena. Sålunda är spridningen vid Bollnäs-husen ännu större än vid Tillberga-projektet eller inte mindre än ca 40 % av medelvärdet. I det stora hela står sig tendensen ifråga om olika lägenheter från det ena året till det andra; även lägenhetsförbrukningarna för det senare året 1965/66 stiger på unge-

fär liknande sätt som 1964/65, dvs de som varit sparsamma med elvärmen 1964/65 har också varit det 1965/66. Två markerade undantag från denna allmänna tendens framgår dock av diagrammet: de båda lägst liggande lägenheterna 1964/65 har följande år ryckt upp avsevärt. Eftersom de undersökta husen byggnadstekniskt sett varit åtminstone tekniskt sett lika måste skillnaderna i elförbrukning huvudsakligast bero på skillnader i förbrukningsvanor hos de boende.

Ytterligare ett projekt, som ingår som del i den förutnämnda som examensarbete utförda undersökningen och som omfattar 20 likadana villor om  $110 \text{ m}^2$  i Höganäs, bekräftar erfarenheterna från Tillberga- och Bollnäs-villorna beträffande spridningen av mätvärdena; vid Höganäs-villorna utgör denna ca 37 % av medelvärdet. Totalförbrukningens medelvärde uppgår vid dessa villor under åren 1964/66 till 25.560 kWh, varvid måste bemärkas dels att antalet graddagar under denna tid uppgått till i medeltal 3.060, dels att elvärmeanläggningen vid Höganäs-villorna har varit av ackumulerande typ, vilket något förändrar förutsättningarna för elförbrukningen på sätt senare kommer att diskuteras.

Vid Bollnäs-projektet har man sökt analysera orsaken till den nu påtalade stora spridningen. Detta har skett dels genom intervjuundersökningar, dels genom att vid personliga besök av undersökningspersonalen stickprovsvis studera temperaturerna i de olika rummen. Det har därvid framkommit, att i husen med de låga årsförbrukningssiffrorna har man mer eller mindre konsekvent sökt hålla nere temperaturerna i de rum där man för tillfället inte så mycket vistats. Det rapporterades också att det i husen med låga förbrukningssiffror i allmänhet "varit ganska kallt" vid nämnda inspektionsbesök.

Detta är en fråga av betydande intresse för en ur alla synpunkter rättvisande jämförelse mellan de båda systemen. I det långa loppet och för det stora flertalet människor är det nog tveksamt om man vill ägna bostadens uppvärmning särskild omsorg och besvär. Erfarenheten talar snarare för att gemene man vill slippa befatta sig med åtgärder, som visserligen kan fånga intresset så länge en viss teknik är någorlunda ny men som se-

dan helst glöms bort till vardags. De här refererade intervjuresultaten talar därför för uppfattningen, att de låga siffrorna har erhållits i sådana hus, vars innevånare haft särskilt intresse att sköta värmeanläggningen på ett sparbefrämjande sätt. De "mera vanliga" eller "normalt slarviga" människorna är de som inte alltför mycket bekymrat sig om strikt värmeekonomi. Exempelvis var medelårskostnaden för de tre minst sparsamma villaägarna i de 18 Bollnäs-villorna under bränsleåret 1965/66 inte mindre än 498 kronor högre än för de tre sparsammaste och 260 kronor högre än medelvärdet för samtliga.

Vid oljevärme har denna typ av sparsamhet långt mindre intresse, eftersom tillskottsvärmen, marginalvärmen, där kostar blott 1/3 eller mindre än elvärmen.

Den extremt stora spridningen av hittills uppmätta förbruknings-siffror vid elvärme torde med betydande sannolikhet just sammanhånga med att en del av husägarna idkar stark sparsamhet med elvärmeenergin. Denna eventuellt som extrem ansedda återhållsamhet påverkar emellertid i rätt hög grad de medelvärden av uppmättningsresultaten, som ensamma brukat tas som uttryck för den "normala" energiförbrukningen. Bortses exempelvis från enbart de tre "sparsammaste" villaägarna i Bollnäs-projektet 1965/66 så växer medel siffran för de återstående 15 med hela 859 kWh per år, vilket i sin tur motsvarar en ökning av medelkostnaden med inte mindre än 60 kr/år.

Exemplet visar att den extremt stora spridningen av uppmätta elförbrukningssiffror vid elvärme kan bero på andra faktorer än den mera ordinära slumpmässiga spridningen; i det föreliggande fallet kan alltså de låga värdena vara starkt påverkade av tvång till sparsamhet på grund av elenergens relativt höga å-pris.

Omvänt har elvärmen på visst sätt en fördel genom sina höga kalorikostnader. Just genom att dessa kostnader är höga och betydligt högre än vid oljevärme kan det löna sig att spara energi genom att "stänga av värmen" (eller minska på varmvattenförbrukningen). En sparsam husägare kan alltså vid elvärme påtagligt nedbringa sitt värmekonto genom att hålla nere

temperaturen i vissa utrymmen eller genom att stänga av vissa radiatorer eller hushålla med varmvattnet. Vid oljevärme ger sådan avstängning ringa effekt på grund av "oljekaloriernas" billiga pris. Det synes vara ganska sannolikt att ovanstående är en väsentlig förklaring till den stora spridningen av uppmätta värden på elförbrukning vid elvärme.

Det ligger nära till hands att i detta sammanhang också något diskutera vissa erfarenheter, som gjorts vid elvärmeanläggningar med s k ackumulerande system. Vid dessa användes fortfarande helelektrisk uppvärmning, men uppvärmningen sker ej genom direktvärmda elradiatorer utan medelst vattenradiatorer, som matas från en elvärmd större vattenbehållare, en s k ackumulator. Avsikten med systemet är att kunna effektivt nyttiggöra elenergi, som särskilt nattetid kan säljas till konsumenten betydligt billigare än under högbelastningstid. Elvärmen måste då kunna på något sätt magasineras, vilket enklast kan ske genom uppvärmning av vatten i en välisolerad större behållare, som senare under dygnet förser radiatorer och varmvattenberedare med värme. För att möjliggöra energimagasinering av erforderlig storlek erfordras vid detta system relativt stora magasinsbehållare, ca 3.000 liter vid ett hus av här behandlad storlek. Anläggningskostnaderna för ett sådant system blir därvid högre än vid system "direkt elvärme", vilket emellertid kompenseras av de väsentligt lägre elenergikostnaderna under natten eller annan lågbelastningstid.

Nu har man vid på detta sätt utförda ackumulerande elvärmeanläggningar konstaterat betydligt större elåtgång i kWh räknat än vid anläggningar av typen "direkt elvärme". Konstaterandet har hittills ofta tolkats så, att en värmeanläggning av typ "direkt elvärme" genom sin automatiska individuella reglerbarhet bättre utnyttjar s k "gratisvärme" av hushållsel, sol etc än värme distribuerad från en central värmepanna eller en ackumulatoranläggning via vattenradiatorer. Delvis kan naturligtvis denna förklaring vara riktig, men de ovan påvisade stora spridningarna av elvärmeförbrukningen vid system "direkt elvärme" vid inbördes likadana hus gör också en helt annan förklaring trolig. Vid system "direkt elvärme" är elenergin så pass dyr, att sparsamma husägare söker i möjligaste mån spara på elvärmen -

- genom avstängning eller temperatursänkning i enstaka rum. Eftersom mindre sparsamma husägare underlåter sådan sparsamhet blir spridningen av årsförbrukningsvärden mellan olika hus särskilt stor vid system "direkt elvärme".

Vid ackumulatorsystem förefinnes inte denna drivkraft för sparsandet. Elenergin utgår här till större delen efter en taxa som relativt litet skiljer energikostnaden från den vid oljevärme. Särskild sparsamhet blir då i viss mån obehövlig. Resultatet blir då helt naturligt högre årsförbrukning i antal kWh räknat, däremot ej i motsvarande kostnad. Det anförda får tills vidare endast uppfattas som en hypotes, men det finns flera skäl - det skulle föra för långt att här gå in på samtliga dessa - som talar för hypotesens sannolikhet.

Det bör emellertid observeras, att om ovanstående är riktigt, så förefinnes ej full värmekvalitativ jämförbarhet mellan "direkt elvärme" och "ackumulerad elvärme" och inte heller mellan "direkt elvärme" och "oljevärme". Den "direkta elvärmen" leder av kostnadsskäl till lägre "värmekvalitet" än vid de uppvärmningsformer, där värmeenergens marginalkostnad är liten.

För undvikande av misstolkningar bör emellertid understrykas att i här föreliggande kostnadsberäkningar hänsyn ej tagits till olikhet i ev sparsamhet resp olikhet i värmestandard vid de jämförda värmeformerna. Använda medelvärden inkluderar därför samtliga mätobjekt inklusive de "extremt sparsamma".

Den tredje större här behandlade undersökningen av elförbrukningen vid småhus är den som utförts som examensarbete vid institutionen för byggnadsteknik vid KTH och från vilken vissa resultat från Höganäsvillorna redan omnämnts. Vid denna undersökning har man sökt utnyttja alla överhuvudtaget hittills tillgängliga uppmättningsvärden för elförbrukning vid elvärmda småhus, framför allt av källarlös typ. Undersökningen omfattar ca 800 villor, varav dock mätning av elförbrukningen endast finns från ca 160 villor. Det har då visat sig ofrånkomligt att det undersökta materialet varierar ganska avsevärt i avseende på bostadsytans storlek, klimatläge, fönsterprocent, allmän anord-

ning (friliggande småhus, radhus, 1 1/2-planshus o d) m. m. Inhämtade uppgifter om total elförbrukning är därför inte utan vidare inbördes jämförbara.

I en del publikationer har man sökt redovisa elförbrukningen från ett större antal dylika inbördes icke jämförbara småhus genom att uttrycka elförbrukningen i kWh/m<sup>2</sup> bostadsyta i de undersökta husen. Det är alldeles uppenbart att sådana beräkningar kan bli ganska missvisande, eftersom m<sup>2</sup> bostadsyta är ett alltför dåligt mått på värmeförbrukningen i ett hus. Spridningen i på sådant sätt redovisade värden i kWh/m<sup>2</sup> är därför både stor och oregelbunden och därför också föga upplysande om representativ elvärmeförbrukning. Det enda som egentligen kan motivera en dylik redovisningsmetod är att metoden är enkel och baserad på relativt lättillgängliga data.

I det nyssnämnda examensarbetet har man istället utgått från två dimensionerande begrepp, dels " $\Sigma k \cdot A$ ", dels uppvärmd byggnadsvolym " $V$ ". I det förra uttrycket bildas summan av produkterna av  $k$ -värden och ytor av de byggnadselement, som omgränsar den uppvärmda volymen  $V$ . För varje analyserat hus beräknas ytorna  $A$  från sammanställningsritningar, och  $k$ -värdena för ytterväggar, vinds- och bottenbjälklag samt fönster beräknas med stöd av inhämtade uppgifter om resp byggnadselements konstruktiva utförande. Man får på detta sätt ett relativt gott uttryck för de kvantiteter, som bestämmer byggnaders transmissionsförluster.

Den uppvärmda volymen  $V$  multipliceras med en faktor för genomsnittliga luftomsättningen och utgör ett nöjaktigt mått på värmebehovet för ventilationen (som genomsnittligt sett är av nästan samma storleksordning som totala transmissionsförlusterna).

Både transmissionsförluster och ventilationsförluster har ansetts proportionella mot antalet graddagar för resp ort. El för varmvattenberedning och hushållsel antas till fasta genomsnittsvärden.

Värmeförbrukningen för varje analyserat hus kan nu med stöd av de ovannämnda inte alltför svårbestämbara uttrycken omräk-

nas till förhållandena vid det använda "jämförelsehuset" exklusive källare. Detta har den redan förut angivna bostadsytan,  $110 \text{ m}^2$ , men är ytterligare preciserat genom fastlagda k-värden, vägg- och fönsterytor etc, ventilationsvolym m. m. Dessa värden har bestämts som medeltal av i praktiken funna utföringsformer (se sid 20). För varje analyserat hus erhålles då ett omräkningsvärde gällande för "jämförelsehuset". Spridningen i dessa omräkningsvärden har ganska naturligt befunnits mycket mindre än enligt den primitiva metoden att redovisa elåtgången i  $\text{kWh/m}^2$ . Medeltalet av omräkningsvärdena utgör det till "jämförelsehuset" omräknade värdet av uppmätningresultaten från de analyserade husen, dvs "representativ elförbrukning" för det behandlade källarlösa jämförelsehuset. Till de sålunda genom mätning och omräkning bestämda värdena för energiförbrukningen i bostadsplanet har lagts den å sid 21 definierade medelsiffran för energiförbrukningen i källarplanet,  $6.500 \text{ kWh/år}$ .

Representativa förbrukningssiffror för hus utförda på annat sätt än det sålunda preciserade "jämförelsehuset" kan nu relativt lätt beräknas genom korrektioner för det aktuella husets avvikelser från "jämförelsehuset".

De i ovannämnda examensarbete erhållna resultaten och den vid detta använda omräkningsmetoden, som härövan i princip kortfattat beskrivits, avses att publiceras som en separat skrift, eftersom det av bl a utrymmesskäl inte bedömts möjligt att här behandla denna undersökning i detalj. Framhållas bör emellertid, att underlagsmaterialet fortfarande måste betecknas som otillräckligt med hänsyn till det stora antalet variabler i detta material och osäkerheten i bedömningen av en del av dem. De här ifrågavarande undersökningarna kommer därför att fortsättas i den mån ytterligare primärmaterial jämte förbrukningsmätningar härifrån blir tillgängligt. De hittills erhållna slutresultaten för "jämförelsehuset" ansluter sig emellertid nära till de redan omnämnda resultaten från de tre grupphusen i Tillberga, Bollnäs och i tillämpliga delar Höganäs och som i ett senare sammanhang skall påvisas också till resultat publicerade i Svensk Byggtjänsts och FERA:s förutnämnda skrift. Som resultat av dessa undersökningar har medelelförbrukningen för jäm-



förelsehuset om  $110 \text{ m}^2$  exkl källardelen tillsvärdare beräknats till ca  $23.000 \text{ kWh/år}$ . Denna siffra innesluter sålunda både el för uppvärmning, för varmvatten och för hushållsel.

Totalt erhålles därmed en elförbrukning för det källarförsedda referenshuset om  $110 \text{ m}^2$  bostadsyta av  $23.000 + 6.500 = 29.500 \text{ kWh/år}$ .

#### 8. Beräknad oljeförbrukning vid oljevärmda hus

Med utgångspunkt från den sålunda genom direkta mätningar bestämda totala elförbrukningen för uppvärmning, varmvattenberedning och hushållsel vid ett källarlöst hus av "jämförelsehusets" storlek samt de ytterligare uppgifter, som i det föregående behandlats, kan nu motsvarande oljeförbrukning vid ett likadant oljevärmt hus bestämmas.

Total netto-elförbrukning vid källarlöst $110 \text{ m}^2$ hus	23.000 kWh/år
Däruv hushållselförbrukning vid både olje- och elvärmda hus (jfr sid 24), ca	. / . <u>3.000</u> "
Elförbrukning för enbart värme och varmvatten	20.000 "
a) Energiförbrukning vid motsvarande oljevärmda hus = $20.000 +$ skillnaden i utnyttjad "gratisvärme" = $2.500 \text{ kWh}$ (sid 22)	22.500 "
b) Oljeförbrukning i fallet a) ovan vid 75 % årsmedelverkningsgrad, sid 35 = $22.500/7,6 = 2.960 \text{ lit/år}$	2.960 lit/år
[c) Dito vid 85 % verkningsgrad, sid 35 = $22.500/8,6 = 2.610 \text{ lit/år}$	2.610 " ]

Med ovanstående har de huvudsakliga komponenterna i den efterföljande kostnadsjämförelsen mellan oljevärme och elvärme vid småhus tämligen utförligt diskuterats och preciserats. I den mån nya och avvikande mätresultat och andra grunduppgifter blir tillgängliga kan slutkalkylen med ledning härav omräknas.

I fortsättningen kan nu sammanfattas de i inledningen till KAP. II angivna huvudposterna: A) Husägarens investeringar, B) Husägarens årskostnader.

## 9. Kostnadssammanställningar

### A. Husägarens investeringar

a) Direkt elvärme. Husägarens egna investeringar är - som i flera tidigare sammanhang omnämnts - jämförligt lägst vid system "direkt elvärme" med direktvärmda elradiatorer (elpaneler). Erforderliga installationer utgörs av elektriska radiatorer, försedda med individuella termostater, en elektrisk varmvattenberedare om ca 350 liter samt erforderliga ledningar, kopplingar, säkerhetsanordningar o d.

De totala installationskostnaderna för direkt elvärme vid ett källarlöst hus av jämförelsehusets storlek kan med stöd av uppgifter från ett flertal olika håll för närvarande beräknas till ca 4.000 kronor per hus. Siffran har bl a redovisats av FERA samt av K. Bostadsstyrelsen på basis av ett omfattande undersökningsmaterial. Till samma belopp har författaren kommit på basis av analys av entreprenadanbud beträffande ett större antal lägenheter. Grovt räknat fördelar sig elvärmeinstallationerna på två huvudposter: elradiatorer jämte installationsledningar etc ca 2.500 kronor, och varmvattenberedare med installation ca 1.500 kronor. Livslängden på de olika komponenterna är däremot något olika; med stöd av uppgifter från på detta område sakkunniga har amorteringstider och annuiteter för elvärmeinstallationen enligt TAB. A-a använts vid de fortsatta beräkningarna (räntefot 6 %):<sup>x)</sup>

---

x) Fotnot: Sedan föreliggande utredning genomförts, till större delen under 1968, och vid vilken räntefoten 6 % använts i ett stort antal sammanhang, har räntefoten för långtids amorteringslån höjts till 6,25 % i samband med den allmänna räntehöjningen den 1 juli 1969. Från vederbörligt håll har uppgivits, att räntefoten ifråga åter kan väntas sänkt, om det allmänna ränteläget sjunker igen. Om däremot så ej sker ökas kapitalkostnaderna för den enskilde husägaren genom den högre räntan. Bemärkas bör emellertid, att en mera långvarigt förhöjd ränta påverkar inte bara husägarens direkta kapitalkostnader utan även energiproducentens investeringar. För elenergi är dessa ännu större pr hus räknat än vid oljevärme (se närmare KAP. III). Den i föreliggande skrift framförda huvudtesen påverkas därför inte "negativt" av ev långvarig räntehöjning. Detta gäller även vid ytterligare förhöjd långtidsränta.

Fotnot 2: Sedan ovanstående fotnot skrivits har återigen en ny räntehöjning skett, denna gång till 7,5 %. Samtidigt har också

Forts å sid 48

TAB. A-a. Kapitalkostnader vid "direkt elvärme" vid källarlöst hus om 110 m<sup>2</sup>. (Räntefot 6 %.)

	Avskrivnings- tid och annui- tet		Investerings- kostnad	Års- kost- nad	K · T
	T	K			
Elradiatorer + termostat	15 år	10,30 %	1.100:-	113:-	16.500:-
Ledningsinstallationer för dito	40 år	6,65 %	1.400:-	93:-	56.000:-
Elektrisk varmvattenberedare	30 år	7,26 %	1.300:-	94:-	39.000:-
Ledningsinstallationer för dito	40 år	6,65 %	200:-	13:-	8.000:-
			Summa 4.000:-	313:-	119.000:-

Härav beräknas, se närmare förklaring efter TAB. A-b å sid 50, värmesystemets genomsnittliga livslängd L enligt:

$$L = \frac{\sum K \cdot T}{\sum K} = \frac{119.000}{4.000} = 29,8 \text{ år}$$

b) Indirekt (el)värme. Installationskostnaderna för system "indirekt värme" med oljevärme synes vara mera varierande än för elvärmesystem. Förf har haft tillfälle att ta del av ett antal entreprenadanbud omfattande sammanlagt mer än 600 källarlösa småhus, uppförda i andra områden än de direkta storstadsregionerna. Medelinstallationskostnaderna har för dessa utgjort omkring 7.000:- per hus. Liknande storleksordning har rapporterats från en större småhustillverkare, som tillika utvecklat ett för seriebygge väl lämpat värmesystem på basis av oljeeldning

Fotnot forts från sid 47: annonserats en marginalskatteökning vid ca 30.000:- kr totalinkomst från i denna utredning antagna 50 % till ca 60 %. Eftersom det är "nettoräntan" som direkt belastar den enskilde husägaren har denna ändrats från 0,50 x 6,0 = 3,0 % som använts i denna utredning till 0,40 x 7,5 = 3,0 % efter den sista räntehöjningen. Någon nettoändring för den enskilde husägaren blir det därför ej. Däremot växer givetvis räntekostnaderna för kraftverks- och ledningsinvesteringar i den mån den högre räntan slår igenom. De snabba ändringarna av räntor, skatter etc gör det inte möjligt att i en utredning som denna ändra hela serien av påverkade detaljsiffror; eftersom de hittills inträffade ändringarna dessutom ytterligare förstärker tendensen i utredningens huvudteser har det även av denna anledning ansetts obehövt att genomföra det mycket tidskrävande arbetet att i sista stund omarbete samtliga sifferserier.

och vattenradiatorer. Å andra sidan visar en del kostnadsuppgifter framförallt från storstadsregionerna ej obetydligt högre värden.

K. Bostadsstyrelsen har på basis av omfattande undersökningar som underlag för belåningsvärderingar beräknat installationskostnaderna vid oljevärmesystem för källarlösa småhus av jämförelsehusets storlek till genomsnittligt 8.000 kr, varav grovt räknat ca 5.500 kr hänför sig till "pannrumsinstallationen" och ca 2.500 kr till radiatorsystem med ledningar.

Det är av intresse att konstatera att sistnämnda post till storleken väl överensstämmer med motsvarande kostnadspost vid elvärme. Merkostnaden vid oljevärmesystem hänför sig därför huvudsakligen till pannrummet inklusive skorsten, oljetank, cirkulationspump med regleranordningar o a.

Merkostnaden ifråga utgör enligt K. Byggnadsstyrelsens med fleras uppgifter sålunda ca  $8.000 - 4.000 = 4.000$  kronor. Det är därvidlag också av intresse att konstatera, att merkostnaden är relativt föga beroende av husets storlek; med ökande husstorlek eller tillägg för källare växer kostnaden huvudsakligen för "våningsinstallationerna", dvs radiatorer med ledningar, medan "engångskostnader" av pannrumsinstallationerna förblir i stort sett oförändrade. Eftersom enbart radiatorer med ledningar är ungefär desamma vid såväl direkt elvärme som indirekt värme växer dessa kostnader ungefär lika mycket vid stigande husstorlek, men kostnadsdifferensen (ca 4.000:-) mellan de båda systemen ändras ej nämnvärt vid ändrad husstorlek resp med eller utan källare. Detta konstaterande, som kunnat verifieras av ett stort antal entreprenadkostnadsuppgifter, är av stort intresse vid jämförande kostnadsberäkningar mellan de båda systemen.

I efterföljande kostnadssammanställning, TAB. A-b, har på basis av tillgängliga delkostnadsuppgifter angivits fördelningen av totala installationskostnader vid "indirekt värme" på olika delkostnader samt livslängd och annuiteter för de olika komponenterna.

TAB. A-b. Kapitalkostnader för "indirekt (el)värme" vid källarlöst hus om 110 m<sup>2</sup>. (Räntefot 6 %.)

	Avskrivnings- tid och annui- tet		Investerings- kostnad	Års- kost- nad	K · T
	T	K			
Eldstadsrum med byggnadsarbeten	60 år	6,19 %	600:-	37:20	36.000:-
Skorsten	30 år	7,26 %	750:-	53:40	22.500:-
Vattenvärmepanna inkl varmvattenbered.	15 år	10,30 %	1.300:-	134:--	19.500:-
Oljebrännare med instrumentering	10 år	13,59 %	700:-	95:30	7.000:-
Vattenradiatorer + ledningar	40 år	6,65 %	2.500:-	166:--	100.000:-
Övrig pannrumsinstallation	40 år	6,65 %	1.150:-	76:50	46.000:-
Oljetank	30 år	7,26 %	1.000:-	72:60	30.000:-
			Summa 8.000:-	635:--	261.000:-

För vissa av de efterföljande resonemangen är värmesystemets medellivslängd av intresse. Den har på basis av ovanstående kalkyl beräknats som ett vägt medelvärde av de olika komponenternas avskrivningstid, T, varvid viktsfaktorn för varje komponent varit komponentens kostnad K. Medellivslängden L för värmeanläggningen blir enligt denna beräkningsnorm

$$L = \frac{\sum K \cdot T}{\sum K}$$

Av tabellvärdena erhålles i detta fall  $L = \frac{261.000}{8.000} = \text{ca } 33 \text{ år.}$

Värdet på L har här avrundats nedåt till  $L = 30 \text{ år.}$

(Anm. Medellivslängden kan också beräknas på ett annat sätt, varvid erhålles ett något lägre värde än  $\frac{\sum K \cdot T}{\sum K}$ .)

### B. Husägarens årskostnader

I det föregående, mom 2-8, har de delkostnader, som tillsammans bildar husägarens årskostnader vid hus med resp "direkt elvärme" och "indirekt värme" med oljeeldning, relativt ingående diskuterats. Ifråga om några delkostnader förefinnes två

eller flera likvärdiga alternativ, t ex kostnader för hushållsel beräknade enligt resp Stockholms stads eller Vattenfalls taxor. I nedanstående TAB. B-a, B-b och B-c har de sålunda diskuterade olika delkostnaderna och eventuella alternativ vid dessa sammanställts, varvid hänvisning gjorts till de sidor i denna skrift, där delkostnaderna ifråga detaljdiskuterats. Vid hopsummeringen av delkostnaderna har olika kombinationer av alternativa delkostnader (alt k, l, m, n) beaktats.

TAB. B-a. Årskostnader vid "direkt elvärme" (källarlöst 110 m<sup>2</sup> hus)

K) Kapitalkostnader, sid 48	313:-
Avgår avdragsgill skatt å annuitetens räntandel, 50 % av 77 % av 7,26 % av 4.000:- (sid 32)	<u>././ 112:-</u>
Netto kapitalkostnad	201:-
Energikostnader, 23.000 kWh/år å 7,3 öre, sid 46 resp sid 33	1.680:-
Service och reparationer, sid 28	-
Summa årskostnad	1.880:-

TAB. B-b. Årskostnader vid "indirekt (el)värme" med oljeeldning (källarlöst 110 m<sup>2</sup> hus)

K) Kapitalkostnader, sid 50	635:-
Avgår avdragsgill skatt å annuitetens räntandel, 50 % av 77 % av 7,26 % av 8.000:- (sid 32)	<u>././ 224:-</u>
Netto kapitalkostnad	411:-
d) Oljeförbrukning enl fall b) sid 46, 75 % verkningsgrad, 1/2 "gratisvärme", 2,96 m <sup>3</sup> å 165:-, sid 34	487:-
[e) Dito enl fall c) sid 46, 85 % verkningsgrad, 1/2 "gratisvärme", 2,61 m <sup>3</sup> å 165:-	430:-]
[f) Dito enl fall c) sid 46, 85 % verkningsgrad, 1/2 "gratisvärme", 2,61 m <sup>3</sup> å 150:-	392:-]
g) Hushållsel, 3.000 kWh/år, enl Stockholms elverks m fl taxor, sid 25	345:-
h) Dito, 3.000 kWh/år, enl Vattenfalls taxor, sid 26	398:-
i) Sotning och service, sid 29	100:-
Reparationer, sid 29	-

(forts)

Summa årskostnad:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| k) $\Sigma K) + d) + h) + i) = 411 + 487 + 398 + 100 = 1.396:-$ | Medium<br>1.370:- |
| l) $\Sigma K) + d) + g) + i) = 411 + 487 + 345 + 100 = 1.343:-$ |                   |
| m) $\Sigma K) + e) + g) + i) = 411 + 430 + 345 + 100 = 1.286:-$ |                   |
| n) $\Sigma K) + f) + g) + i) = 411 + 392 + 345 + 100 = 1.248:-$ |                   |

TAB. B-c. Årskostnader vid "indirekt (el)värme" med oljeeldning vid källarförsett 110 m<sup>2</sup> hus.

Med stöd av ovanstående beräkningar för det källarlösa referenshuset om 110 m<sup>2</sup> kan kostnaderna för ett lika stort hus med källare beräknas på följande sätt:

Beträffande värmeinstallationerna ökas radiatorer och ledningar för såväl vattenradiatorer som elradiatorer medan "pannrumsinstallationerna" blir i stort sett oförändrade. Differensen i investeringskostnad och därmed även i årlig kapitalkostnad mellan de båda värmesystemen blir därvid i stort sett också oförändrad (sid 47).

Beträffande årskostnaderna ökas elvärmeförbrukningen enligt förutnämnda uppgifter i FERA (sid 21) med i medeltal 6.500 kWh, vilket vid oförändrat medelpris per kWh skulle bli  $6.500 \times 7,3$  öre = 475 kr. Motsvarande ökning av oljeförbrukningen i oljeeldade hus blir vid 75 % verkningsgrad  $\frac{6.500}{7,6} = 0,855 \text{ m}^3 \text{ a}$  165:- = 140 kronor.

Årskostnads differensen mellan de båda värmesystemen skulle alltså vid källarförsett "jämförelsehus" ökas med genomsnittligt  $475 - 140 = 335$  kronor.

Emellertid bör man kunna räkna med att marginalpriset för elenergi vid ett så pass avsevärt energitillskott som det för källaruppvärmningen erforderliga blir lägre än genomsnittspriset för "grundbelastningen" vid det källarlösa huset. Hur mycket lägre är svårt att beräkna, eftersom marginalpriset beror av flera i eltaxan ingående olika delpriset. Återigen har därför i denna utredning tillämpats en uppgift härom i FERA:s förutnämnda skrift "Byggtjänst/Råd 5", ur vilken må citeras (sid 15 i FERA:s skrift): "Större enfamiljshus och sådana med hel källare har ofta högre energiförbrukning än de som redovisas här ... En ökning av energiförbrukningen med 10.000 kWh motsvarar

ca 400 kronor per år till förmån för oljan."

En medelförbrukning av här förutsatta 6.500 kWh för källaruppvärmningen ökar alltså kostnadsdifferensen med ca  $\frac{6.500}{10.000} \cdot 400 = 260$  kronor per år, dvs med något mindre än vad som nyss beräknats på basis av oförändrat medelvärde av kWh-kostnaden (gäller egentligen hus med ytan 100 m<sup>2</sup>).

Vid de fortsatta kalkylerna har för källaruppvärmningsmerkostnaden vid elvärme tillämpats det lägre värdet, 260 kr/år.

#### 10. Sammanställning och felriskanalys av årskostnadsberäkningen

Slutresultatet av den ovan presenterade kostnadsjämförelsen mellan oljevärme - "indirekt (el)värme" och "direkt elvärme" vid det valda "jämförelsehuset" eller referenshuset om 110 m<sup>2</sup> bostadsyta i mellansverige, kan alltså uttryckas så, att mellan de båda värmesystemen förefinnes denna genomsnittliga årskostnadsskillnad:

$$\begin{aligned} \text{Vid ett källarförsett hus om } 110 \text{ m}^2 \text{ yta: } & 1.880 - 1.370 + 260 = \\ & \underline{\underline{= 770 \text{ kr/år}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vid ett källarlöst hus om } 110 \text{ m}^2 \text{ yta: } & 1.880 - 1.370 = \\ & \underline{\underline{= 510 \text{ kr/år}}} \end{aligned}$$

Vid beräkningen av denna genomsnittliga kostnadsskillnad har beaktats att uppskattningsvis hälften av småhusen betalar hushållsel enligt Stockholms stads, Göteborgs m fl större städers eltaxor och hälften enligt Vattenfalls taxor. Hushållselkostnaden har därför valts som medelvärde mellan dessa båda taxetyper. I speciella fall har tillämpats den för resp fall gällande hushållstaxan.

Författaren vill här understryka, att huvudavsikten med de här föreliggande kostnadsberäkningarna ej varit att presentera ytterligare en ny kostnadsjämförelse oljevärme - elvärme till mängden av tidigare redan publicerade sådana. För det fortsatta resonemanget är det emellertid nödvändigt att känna ett möjligast representativt värde på kostnadsskillnaden mellan de båda värmeformerna som här behandlats, eftersom nämnda kostnadsskillnad bildar förutsättningen för beräkning av tiden för "bort-



amorteringen" av den större investeringen vid "indirekt (el)värme", som är det centrala temat för denna skrift.

För att rätt kunna bedöma förutsättningarna för nämnda "bortamortering" är det motiverat att söka närmare analysera beräkningens felrisker.

Ett studium av TAB. B-a och B-b visar att den helt dominerande årskostnadsposten utgöres av kostnaden för elenergi. Pålitligheten av kostnadsjämförelsen är därför i särskilt hög grad beroende av att ett riktigt och representativt värde på totala elförbrukningen vid elvärme väljes. Den kostnadsposten skall därför senare ingående kommenteras.

Av övriga större kostnadsposter är naturligtvis anskaffningskostnaderna av särskilt stort intresse, eftersom de är så pass olika vid de båda systemen. Det intressanta är att dessa kostnader likväl har ganska begränsad betydelse för den totala årskostnadsdifferensen framförallt genom beskattningens reducerande verkan. Ytterligare utjämning av årskostnadsskillnaden mellan de båda värmesystemen åstadkommes härvidlag i praktiken genom inflationens inverkan, som dock ej beaktats i TAB. B-a och B-b, men som närmare diskuterats i efterföljande mom. 11. Av det sagda följer, att även om rätt stora procentuella fel skulle ha gjorts vid beräkning av anskaffningskostnaderna och dessas kapitalkostnader, så inverkar sådana fel betydligt mindre i slutkalkylen. Här kan tilläggas, att beräkningen av kapitalkostnaderna också kan ske på ett annat och mycket lättöverskådligt sätt, vilket närmare behandlas i mom 11.

Genomsnittskostnaderna för hushållsel kan anses vara kända med ganska stor säkerhet att döma av de mycket samstämmiga resultaten från undersökningarna av denna post. På grund av olikheten i Stockholms stads m fl taxor å ena sidan och Vattenfalls å andra sidan har i den slutliga jämförelsen utgåtts från medelvärdet av dessa båda taxor, dock att i speciella fall den gällande taxan tillämpats.

Kostnaden för service m. m. är som förut nämnts baserad på bl a erbjudanden från ett flertal oljebolag men kan givetvis inrymma osäkerhetsmoment och detsamma gäller kostnaden för

reparationer. Med hänsyn till vad som påpekats härovan i mom 4 av detta kapitel torde dock några större avvikelser från de angivna medelkostnaderna inte vara särskilt sannolika.

Vad nu anförts kan sammanfattas så, att felmarginalen har relativt begränsad betydelse för alla delkostnader utom för energikostnaden och då främst för elenergin. Som redan understrukits är det därför denna som betyder ojämeförlligt mest för utfallet av kostnadsjämförelsen olja-el. Särskild omsorg har därför också i denna utredning nedlagts på att få fram underlag för en riktig bestämning av energiförbrukningen.

De värden på totala elförbrukningen för jämförelsehuset, som här med stöd av egna undersökningar tillämpats, ha även jämförts med uppgifterna i den här ofta åberopade skriften från Svensk Byggtjänst och elindustrins eget informationsorgan FERA, ur vilken må citeras (sid 22): "I mellansvenskt klimat och för "normalisolerade" småhus åtgår alltså brutto för hus utan källare 28.000 - 30.000 kWh/år, för hus med hel källare 33.000 - 38.000 kWh/år. Solvärme, värme från människor m. m. minskar dessa belopp med säg 6.000 kWh/år. Netto åtgår alltså kalkylmässigt (inklusive ca 4.000 kWh hushållselektricitet) för hus utan källare 22.000 - 24.000 kWh/år, för hus med hel källare 27.000 - 32.000 kWh/år."

Medelvärdena av de av FERA redovisade nettoförbrukningarna utgör sålunda 23.000 kWh/år för källarlösa hus och 29.500 kWh/år för hus med källare, dvs exakt samma värden som författaren kommit fram till på grundval av förut refererade egna undersökningar. Emellertid har FERA:s värden framkommit efter avdrag från bruttoförbrukningen med 6.000 kWh/år för "gratisvärmen" medan författaren - med stöd av en annan skrift från FERA m fl (sid 22) - använt värdet 5.000 kWh/år.

Vidare framgår av FERA:s skrift att sifferuppgifterna förutsättes gälla ett hus om 100 m<sup>2</sup>, medan författaren använt hus med ytan 110 m<sup>2</sup>, eftersom sistnämnda värde motsvarar medelytan av småhus i Sverige enligt den officiella statistiken (från Statistiska Centralbyrån). Den större husstorleken för referenshuset enligt författarens beräkningar motsvarar för ökad transmission

och ventilationsvärme 1.500 à 2.000 kWh/år.

För att förutsättningarna för de båda beräkningarna, författarens och FERA:s, skulle bli lika, borde således FERA:s värden egentligen ökas med  $1.000 + (1.500 \text{ à } 2.000) = 2.500 \text{ à } 3.000$  kWh/år för det källarlösa huset, dvs till i medeltal 25.500 à 26.000 kWh/år.

FERA:s siffror visar sålunda att de av författaren tillämpade elförbrukningssiffrorna inte är högre än FERA:s utan tvärtom ligger avsevärt i underkant av dessa.

Värmeenergitillskottet för uppvärmd källare, 6.500 kWh/år, behöver i detta jämförande sammanhang knappast diskuteras, eftersom förf härvidlag helt enkelt valt medelvärdet av FERA:s siffror. Av flera skäl är dock den valda siffran att anse som väl låg. Egentligen avser den ett hus om ca  $100 \text{ m}^2$  medan det här behandlade referenshuset har ytan  $110 \text{ m}^2$ , och siffervärdet borde redan av denna anledning ökas med ca 10 % eller 600 à 700 kWh/år. En utredning av Axel Johnsson-institutet för industri-forskning i Nynäshamn har på basis av i och för sig tämligen rimliga antaganden kommit fram till ett värde om ca 11.000 kWh/år för källare i ett hus av referenshusets storlek och geografiska läge. För undvikande av tveksamhet har dock i den fortsatta undersökningen endast använts förutnämnda värde 6.500 kWh, men det bör alltså hållas i minnet att värmeförbrukningen i en källare av referenshusets yta sannolikt är betydligt större än det valda värdet anger.

Oljekostnaden har som förut nämnts beräknats genom omräkning från elenergi till oljeenergi. I kostnadssammanställningen sid 51 har ett antal olika alternativ d), e) och f) för beräkning av oljekostnaderna medtagits, motsvarande olika oljepriser och olika verkningsgrader. Försiktigtvis ur oljevärmesynpunkt har i slutjämförelsen endast beaktats det "dyraste" av dessa alternativ, alt d). Alternativen e) och f) (se även KAP. V) visar dock, att ytterligare minskning av oljevärmekostnaden på ca 100 kr per år och hus (vid källarlöst utförande) kan bli ett fullt realistiskt alternativ.

## 11. Sammanfattande och jämförande kostnadsdiskussion

Försök har i det föregående gjorts att analysera de olika kostnadskomponenter, som bestämmer totalkostnaderna för uppvärmning av småhus vid resp system "direkt elvärme" och "indirekt (el)värme". Likaledes har försök gjorts att bedöma noggrannheten och pålitligheten i de framtagna genomsnittssiffrorna. Med utgående från de så erhållna kostnaderna för de olika värmesystemen och med beaktande av spridningen resp osäkerheten i dessa kostnader, skall nu här diskuteras den primära frågeställningen för hela den föreliggande undersökningen:

Innebär det någon kostnadsuppoftning - för den enskilde eller för samhället - att mera allmänt installera det för alla energiformer användbara systemet "indirekt (el)värme" istället för det enbart för el användbara systemet "direkt elvärme"?

Den ställda frågan har många aspekter och skall här i första hand behandlas ur den enskilde husägarens synpunkt.

Om hänsyn enbart tas till å r s k o s t n a d e r n a (som också inkluderar kapitalkostnaderna) för de jämförda systemen blir svaret på frågan enkelt. Det för alla energiformer användbara värmesystemet "indirekt (el)värme" drar klart lägre årskostnad än system "direkt elvärme" så länge uppvärmningen sker med oljevärme. Kostnadsvinsten vid oljevärme har här beräknats till genomsnittligt ca 510 kr/år vid källarlösa hus i mellansverige av 110 m<sup>2</sup> bostadsyta, och till ca 770 kr/år vid lika stora hus med åtminstone delvis uppvärmd källare.

Även om de angivna genomsnittliga kostnadsdifferenserna kan tänkas fluktuera uppåt eller nedåt med kanske något 100-tal kronor per år (och naturligtvis mer vid geografiskt annorlunda belägna byggnader), så framstår det fullt klart, att det inte innebär någon kostnadsuppoftning ur nu behandlade synpunkt att använda system "indirekt (el)värme". Tvärtom leder det till en årlig vinst (vid oljevärme), som blir desto större ju större och mer värmekrävande huset är. Likväl behåller systemet "indirekt (el)värme" etc som främsta fördel flexibiliteten: det kan alltefter behov användas för flera olika energiformer eller "bränslen".

Om hänsyn bör tas till såväl års kostnader som investerings kostnader (installationskostnader), blir svaret på den ovan ställda frågan mera komplicerat.

Investeringskostnaden är i motsats till årskostnaden högre för "indirekt (el)värme" än för system "direkt elvärme". Merkostnaden utgör genomsnittligt ca 4.000 kronor och detta relativt oberoende av husstorleken resp om bägge de jämförda husen är utförda med eller utan källare.

Till synes är den högre investeringen för "indirekt (el)värme" en allvarlig belastning för dylika system. Denna merinvestering har också i praktiken varit av mycket stor betydelse för att man i många fall istället valt det ur investeringskostnadssynpunkt billigare systemet "direkt elvärme". Rent allmänt är det nämligen en mycket vanlig om än kortsynt inställning att tillmäta en lägre omedelbar engångskostnad större betydelse än årligen ständigt återkommande men icke omedelbart aktuella kostnader, även om de sistnämnda tillsammans skulle vara mångdubbelt större än den omedelbara engångsmerkostnaden. Kortsyntheten i en dylik inställning accentueras ur den enskildes synpunkt ytterligare av inflationsprocessen. Dennas inverkan skall senare något beröras.

Sett från byggnadsproducentens synpunkt är det ännu mera förståeligt att ett värmesystem med lägre investeringskostnader tillmätes särskild preferens. Byggnadsproducenten - varmed här närmast förstås producenter av större småhuskomplex, "grupphusbyggen" - drabbas nämligen i vanliga fall enbart av engångskostnaden men ej av de blivande årskostnaderna, som främst blir husägarens problem. Den sistnämnda har dock, åtminstone kortsiktigt, oftast föga möjlighet att vid grupphusbyggen påverka systemvalet. Vid grupphusbyggen bestäms nämligen valet av värmesystem inte av den, som i det långa loppet skall betala årskostnaderna, utan istället av byggnadsproducenten eller hans projektör.

I verkligheten bör den större investeringskostnaden för den enskilde av flera skäl inte tillmätas så stor betydelse som ofta synes ha skett.

a) Vid statsbelånade hus ökas belåningsvärdet med ungefär lika mycket som ökningen i investeringskostnad. Sålunda uppgår enligt Bostadsstyrelsens värderingsregler låneunderlaget för system "indirekt (el)värme", vattenburen värme, till just ett 4.000 kr större belopp än för system "direkt elvärme", dvs lika mycket som den ökade investeringen för "indirekt värme". För ett enskilt ägt småhus begränsas dock belåningen till 90 % av låneunderlaget, varför i detta fall den enskildes egna insats ökar med 10 % eller med 400:- kr, dvs ett relativt övriga husinvesteringar mycket litet belopp. Bortsett från denna investering i vissa fall drabbas alltså den enskilde inte av någon egen större kapitalinvestering, men däremot växer hans årliga ränte- och amorteringskostnader. Dessa ingår emellertid redan som komponenter i hans årskostnader (se TAB. B-b, sid 51), som ju totalt under alla förhållanden är lägre än vid system "direkt elvärme".

En husägare, som genom lån täcker merkostnaden för den högre investeringen vid "indirekt (el)värme" - vattenburen värme, kommer alltså egentligen inte ens "att märka" de högre investeringskostnaderna, eftersom de med nyssnämnda inskränkning täckas av lånen och annuiteterna på lånen ingår i årskostnaderna.

Uppenbarligen representerar vid denna finansieringsform inte heller investeringskostnaderna vid system "indirekt (el)värme" någon ekonomisk uppoffring av husägaren - tvärtom gör han vid oljeeldning en årligen återkommande ekonomisk vinst relativt system "direkt elvärme".

b) Husägaren kan emellertid också förfara på ett principiellt något annat sätt, om han nämligen under ett antal år använder de årliga besparingarna av "indirekt (el)värme" med oljeeldning relativt "direkt elvärme" till snabbamortering av de högre investeringarna vid system "indirekt värme". Sedan sådan amortering av investeringsmerkostnaderna vid "indirekt värme" - enligt ovan ca 4.000 kr - ägt rum, har husägaren vid system "indirekt värme" - vattenburen värme fördelen att äga ett värmesystem, som kan användas både för oljevärme och för elvärme utan att likväl belasta kvarvarande investeringskonto mer

än vid enbart "direkt elvärme". - Frågan är då bara hur lång tid det tar att på detta skäligen smärtfria sätt bortamortera merinvesteringen vid system "indirekt värme"??

Svaret på den frågan påverkas bl a av ev förändringar i penningvärdet.

I det enklaste fallet, varvid förutsättes fast penningvärde genom åren, avbetalar han sitt lån på merinvesteringen à 4.000 kr med genom oljeeldningen "inbesparade" medel, som ovan beräknats till ca 510 kr/år vid källarlösa hus och ca 770 kr/år vid källarförsedda hus - av jämförelsehusets storlek och belägenhet. Det tar då i förra fallet ca 7 år och i senare fallet ca 4 3/4 år att "bortamortera" merinvesteringen 4.000 kr vid system "indirekt värme". Jämfört med tiden för husets livslängd är det i bägge fallen fråga om ganska korta tider.

(Vid beräkningen av ovannämnda amorteringstider bör observeras, att den årliga räntebelastningen på de 4.000 kr redan ingår i de årskostnader, som resulterat i "besparingarna" 510 resp 770 kr/år. De 4.000 kr skall därför inte ökas med någon ränta. Däremot växer de årliga "avbetalningarna" å resp 510 och 770 kr med ca 3 % ränta på ränta under "bortamorteringstiden", (eg 6 % men minus skatt).

Så snart investeringskostnadsskillnaden på detta sätt amorterats kan husägaren alltså utan egen ekonomisk uppoffring ur investerings synpunkt övergå till helelektrisk uppvärmning av det "indirekta" systemet och med huvudsakligen samma egenskaper i övrigt som vid "direkt elvärme", om detta av någon anledning skulle befinnas motiverat (fördyrade oljepriser, lägre elpriser, ev lokala olägenheter av oljeeldningens rök-gaser e d). Hans årskostnad blir vid helelektrisk uppvärmning i fortsättningen principiellt praktiskt desamma som vid system "direkt elvärme".

Så länge uppvärmningen fortsätter att ske med oljevärme fortsätter han emellertid att göra en årligen återkommande besparing. Denna besparing är väl att märka rätt betydligt större än de förut beräknade kostnadsdifferenserna ca 510 resp 770 kr/år, eftersom de större kapitalkostnaderna vid systemen med vatten-

buren värme bortfaller sedan merinvesteringen för vattenburen värme bortamorterats. Enligt TAB. B-a och B-b å sid 51 utgör den nämnda kapitalkostnadsbelastningen efter skatt resp 201 kr/år för direkt elvärme och 411 kr/år för "indirekt värme", differens sålunda 210 kr/år. Kalkylmässigt ökar de förutnämnda besparingarna efter bortamorteringstiden med nämnda differens, alltså till resp  $510 + 210 = 720$  kr/år och  $770 + 210 = 980$  kr/år.

Redan efter ca 7 resp  $4 \frac{3}{4}$  år erhålles alltså vid fortsatt drift med oljevärme ganska väsentliga årliga kostnadsvinster, här beräknade till 720 kr/år vid källarlösa hus och 980 kr/år vid källarförsedda hus, samtidigt som systemen genom sin flexibilitet möjliggör övergång till hel-elektrisk uppvärmning utan uppoffringar ur investeringssynpunkt närhelst husägaren så skulle önska. Husägaren blir dessutom för all framtid mera oberoende av för honom ogynnsamma relativa prisförändringar, strömavbrott, energiransoneringar etc, eftersom han alltid kan använda det vid tillfället mest ekonomiska eller lättast tillgängliga "bränslet".

Den enskilde har sålunda mycket att vinna men praktiskt taget intet att förlora genom att från början installera det mångsidigare användbara systemet "indirekt (el)värme" med vattenburen värme istället för det enbart för el användbara systemet "direkt elvärme". Någon ekonomisk uppoffring har det med detta finansieringssätt inte heller varit fråga om. Husägarens enda "uppoffring" har varit att han under amorteringstiden haft att driva uppvärmningen med oljevärme - som miljoner husägare världen över gjort vid detta laget i åtskilliga decennier utan alltför stor känsla av uppoffring.

I den mån de här beräknade kostnadsdifferenserna mellan "indirekt" och "direkt" elvärme minskas eller ökas, ökas eller minskas givetvis de nyss beräknade amorteringstiderna i motsvarande mån.

Om man i motsats till föregående fall inte räknar med fast penningvärde utan tar hänsyn till den åtminstone hittills betydande genomsnittliga årliga inflationen-penningvärdes-



försämringen, inträder vissa förändringar, som ytterligare gynnar en högre engångsinvestering.

Inflationsprocessens inverkan är dels ofta tämligen förbisedd vid kostnadsjämförelser av här aktuell art, dels något omdiskuterad. Det kan därför vara motiverat att här något utförligare behandla inverkan av densamma, även om en sådan behandling för många kan synas innefatta rena självklarheter.

Inflationsprocessen har betydelse om den enskilde, som vanligast är fallet, finansierar sina investeringar genom amorteringslån löpande på en längre tid. Antag att en husägare beviljats ett 30-årigt amorteringslån. Räntefoten för ett sådant lån utgjorde enligt uppgift från K. Bostadsstyrelsen när detta skrivs just samma 6 %, som i föreliggande utredning lagts till grund för beräkning av kapitalkostnaderna.<sup>x)</sup> Lånet avbetalas genom lika stora amorteringar (annuiteter) under hela lånets löptid. Om fortlöpande inflation råder, minskas kontinuerligt realvärdet av amorteringarna i takt med inflationen, dvs låntagaren återbetalar lånet med "allt sämre penningar", vilket normalt också kan uttryckas så, att en allt mindre del av hans lön procentuellt räknat åtgår till amorteringarna (om hans reallön antas konstant).

Det kan vara lämpligt att i detta sammanhang innan inflationens inverkan ytterligare behandlas redovisa en årskostnads kalkyl för de båda jämförda värmesystemen, som torde vara både enklare och överskådligare än det traditionella sättet att jämföra årskostnaderna, vilket sistnämnda här tidigare tillämpats bl a i TAB. A-a och A-b samt B-a och B-b å sid 48 - 51. I TAB. A-a och A-b har kapitalkostnaderna bestämts genom en rad uppgifter om såväl kostnader som avskrivningstider för de många komponenterna i de båda värmesystemen. Dessa uppgifter kan vara svåra att i detalj kontrollera och följa för en läsare, som önskar själv kontrollera riktigheten av de framlagda kostnadssiffrorna.

---

x) Fotnot: Den 1 juli 1969 har denna räntefot höjts till 6,25 % i samband med den allmänna räntehöjning, som motiverats med kravet främst att stoppa ett alltför stort valutautflöde. Se även Fotnot å sid 31, sid 47 och sid 72.

Jämförelsekalkylen förenklas emellertid avsevärt och blir mer överskådlig om den begränsas till vad en husägare faktiskt betalar ut varje år för husets uppvärmning. Detta är naturligtvis först och främst olje- eller elräkningar, reparationer och service, men för själva installationerna betalar han inte så och så mycket för radiatorerna, så och så mycket för ledningarna, pannan etc utan han betalar - i det ojämförligt vanligaste fall då småhuset med dess installationer finansieras med lån - varje år ränta på lånet jämte viss årlig amortering, vanligen sammanfattade till en varje år lika stor annuitet. För ett lån med 30 års amorteringstid och 6 % räntefot blir denna annuitet 7,26 % av lånesumman. Som omnämnts i mom 5 utgörs under lånets tidigare år räntedelen den dominerande andelen av annuiteten, medan mot slutet av amorteringstiden amorteringsandelen dominerar. För "direkt elvärme" är den behövliga lånesumman ca 4.000 kr per hus, för "indirekt (el)värme" eller vattenburen värme överhuvudtaget ca 8.000 kr per hus, dvs ca 4.000 kr mer än för direkt elvärme. Det är denna merbelastning i lånesumma, som enligt huvudtesen i denna skrift skall "bortamorteras" med besparingarna genom oljeeldning under ett visst antal år.

Vad nu sagts innebär inte att uppgifterna i TAB. A-a och A-b är överflödiga, men det är tillräckligt att med stöd av tabellvärdena beräkna resp värmesystems genomsnittliga livslängd. Det intressanta är nu, att om denna beräknas som ett vägt genomsnitt av de olika komponenternas livslängder (avskrivningstider) i enlighet med sista kolumnen i nämnda tabeller (den kan också beräknas på ett något annat sätt), så erhålles både för "indirekt (el)värme" (ca 33 år) och "direkt elvärme" (29,8 år) en genomsnittlig livslängd som dels är inbördes tämligen lika, dels ganska nära motsvarar de 30 år, som här antagits som amorteringstid för lånet. Utan större fel kan därför genomsnittslivslängden för båda systemen antas till samma 30 år som amorteringstiden för lånet. Finansieringen av värmeanläggningarna kan då uppfattas så, att husägaren under en första låneperiod på 30 år dels jämt upp "bortamorterar" sitt lån på anläggningens hela investering, dels "sliter ut" anläggningen i sin helhet. Efter de 30 åren investerar han i en helt

ny värmeanläggning, som bekostas med ett nytt 30-års-lån etc.

Låt oss nu se vad som händer med husägarens annuiteter under de kommande 30 åren. I efterföljande TAB. C kan man direkt följa hur den ursprungliga lånesumman, som här må betecknas som  $a$  kronor, under de 30 åren bortamorteras. Det förutsättes att vid slutet av varje år erlägges dels ränta å (vid årets början) kvarvarande del av lånet, dels amortering, varvid summan av ränta och amortering är lika år från år, i detta fall  $7,26_5\%$  av lånesumman  $a$  eller  $0,0726_5 a$ . I tabellens kolumn I anges ränteandelen, i kolumn II amorteringsandelen, i kolumn III summa amortering, i kolumn V summan av ränte- och amorteringsdelen vilket  $= 0,0726_5$  för alla de 30 åren, och i kolumn IV kvarvarande del av lånet, "återstående skuld", på vilken alltså räntan under nästkommande år beräknas. Räntefot  $6\%$ .

Av tabellvärdena framgår tydligt det förut påpekade förhållandet, att ränteandelen till en början sjunker mycket långsamt för att mot slutet av amorteringsperioden sjunka allt snabbare.

Om nu penningvärdet att börja med antas fast bör summan av amorteringarna enligt kolumn II givetvis bli lika med lånesumman  $a$  och likaledes återstående skuld enligt kolumn IV till sist bli lika med noll. Som synes är detta också fallet. Av kolumn V framgår vidare, att husägaren varje år inbetalat  $0,0726_5 a$  kronor (i kolumnerna I-III avkortat till  $0,0726 a$ ), vilket under 30 år blir sammanlagt  $2,1795 a$ . Han har alltså erlagt sammanlagt  $1,1795 a$  kronor i räntor och  $1,000 a$  i sammanlagd amortering, allt räknat i fast penningvärde.

Tillämpas dessa siffror på det aktuella fallet med  $a = 8.000$  kronor för "indirekt värme" och  $a = 4.000$  kronor för system direkt elvärme, så blir de årliga kapitalkostnaderna (ränta och amortering) resp  $0,0726 \times 8.000 = 581$  kr och  $0,0726 \times 4.000 = 290,50$  kr/år. Med det beräkningssätt som använts i TAB. B-b resp B-a har motsvarande kostnader beräknats till resp 635 och 313 kronor. Överensstämmelsen mellan värdena enligt de båda metoderna är således ganska god; skillnaderna beror givetvis på att lånets amorteringstid 30 år inte exakt motsvarar den genomsnittliga livslängd, som svarar mot tabellvärdena i TAB.

TABELL C. AMORTERING AV 30-ÅRIGT AMORTERINGSLÅN A KR VID 6 % RÄNTEFOT. ANNUITET 7,26<sub>5</sub> %.

Slut av år nr	Räntedel I	Amorterings- del II	Summa amortering III	Aterstående låneskuld IV = a - III	(Total) annuitet V	Penningvärde vid 4 % infl. VI	Annuitets realvärde VII = V x VI
1	0,0600 a	0,0126 a	0,0126 a	0,9874 a	0,0726 <sub>5</sub> a	0,960	0,0698 · a
2	0,0593	0,0134	260	9740	"	0,923	670
3	584	142	402	9598	"	888	645
4	576	151	553	9447	"	853	620
5	566	160	713	9287	"	821	596
6	558	169	882	9118	"	789	573
7	547	179	1061	8939	"	759	551
8	537	190	1251	8749	"	730	530
9	524	202	1453	8547	"	701	509
10	513	214	1667	8333	"	674	490
11	499	227	1894	8106	"	649	472
12	487	240	2134	7866	"	624	453
13	472	254	2388	7612	"	600	436
14	457	270	2658	7342	"	577	419
15	440	286	2944	7056	"	554	402
16	424	303	3247	6753	"	533	388
17	405	321	3568	6432	"	513	373
18	386	341	3909	6091	"	493	358
19	365	361	4270	5730	"	474	344
20	344	383	4653	5347	"	456	332
21	320	406	5059	4941	"	438	319
22	297	430	5489	4511	"	421	306
23	270	456	5945	4055	"	405	294
24	244	483	6428	3572	"	389	283
25	214	512	6940	3060	"	374	272
26	184	543	7483	2517	"	360	262
27	151	575	8058	1942	"	346	251
28	117	610	8668	1332	"	333	242
29	79	647	9315	685	"	320	231
30	0,0042 a	0,0685 a	1,0000 a	0,0000 a	0,0726 <sub>5</sub> a	0,308	0,0224 · a
	Σ 1,1795 · a	Σ 1,0000 · a			Σ 2,1795 · a		Σ 1,2543 · a

A-a och A-b.

Nu är det emellertid föga sannolikt att penningvärdet förblir fast, vilket dock de facto förutsatts i praktiskt taget alla hittills publicerade kostnadsjämförelseberäkningar. Man är inför dessa frestad att ställa frågan: Är det någon som verkligen tror på ett fast penningvärde?

För dem som inte tror har TAB. C kompletterats med ytterligare några kolumner. Kolumn VI visar penningens realvärde vid slutet av vart och ett av de 30 åren, uttryckt som relativtal med värdet 1,000 vid början av första året och under antagande av en inflationsprocent av 4 % för samtliga år. Efter 30 år har då penningvärdet enligt kolumn VI sjunkit till 0,308 eller en knapp tredjedel av värdet vid 30-årsperiodens början.

(Anm. Åtskilliga personer, med vilka förf diskuterat inflationsproblemet, har ställt sig ganska tvivlande till att penningvärdet kunde försämrats så pass kraftigt som här angivits, men samtidigt har man ganska allmänt visat sig ha en tämligen diffus uppfattning om inflationens storlek i förfluten tid. Då denna dock torde ge en god vägledning för bedömning av fortsättningen kan det vara motiverat att här återge de officiella siffrorna (från Statistiska Centralbyrån) på levnadskostnadsindex under de senast förflutna 30 åren. Så har skett i nedanstående uppställning, där tillika angivits penningvärdesförsämringen (inflationsprocenten) varje enskilt år, beräknad som indexförändringen under året i procent av indexvärdet närmast föregående år. Levnadskostnadsindex har värdet 100 i juli 1914 och innefattar en "normalfamiljs" samtliga "normala" levnadskostnader exklusive skatt.

År	Index	Infl. %	År	Index	Infl. %	År	Index	Infl. %
1914	100	-						
1939	169	-	1949	256	1,6 %	1959	391	0,8 %
1940	190	12,4 %	1950	259	1,2	1960	407	4,1
1941	215	13,2	1951	300	15,8	1961	416	2,2
1942	232	7,9	1952	314	4,7	1962	436	4,8
1943	235	1,3	1953	328	4,4	1963	449	3,0
1944	234	-0,4	1954	330	0,6	1964	463	3,1
1945	233	-0,4	1955	339	2,7	1965	486	5,0
1946	234	-0,4	1956	356	5,0	1966	518	6,6
1947	240	2,6	1957	372	4,5	1967	540	4,2
1948	252	5,0	1958	388	4,3	1968	550	1,9
						juni 1969	563	-

Det framgår av tabellvärdena, att medelinflationen under tiden 1939 - juni 1969 (29 1/2 år) uppgått till ca 4,25 %, alltså t o m något mer än de i ovanstående beräkningar förutsatta 4 %. Man finner också att penningvärdet i juni 1969 utgjorde just 30 % av penningvärdet 1939 (dvs en något snabbare minskning av penning-

värdet än vad som förutsatts i föreliggande utredning för de kommande 30 åren).

Av tabellvärdena kan också utläsas några rätt intressanta detaljer. Man finner att inflationen från år till år varierat rätt avsevärt, från 15,8 % år 1951 ("engångsinflationen" i samband med Koreakriget) till -0,4 % under 1944-45 (prisstopp under kriget). Medelvärdet under längre tidsperioder håller sig däremot tämligen konstant omkring 4 %.

Eftersom indexserien är baserad på värdet i juli 1914 kan man också lätt beräkna medelinflationsprocenten under 25-årsperioden 1914-1939. Denna period inleddes liksom 30-årsperioden 1939-1969 med ett flerårigt världskrig, som ju i bägge fallen betytt mycket för prispförändringarna. Medelinflationsprocenten under tiden 1914-1939 utgjorde emellertid endast ca 2,1 %, dvs ungefär hälften av värdet under den följande 30-årsperioden. Att därav dra slutsatsen att inflationen återigen kan förväntas minska är sannolikt felaktigt, eftersom man numera för en helt annan ekonomisk politik än under tiden 1914-1939.

Övervägande sannolikhetsskäl talar därför att inflationen i fortsättningen kommer att hålla sig kring de 4 %, som karaktäriserat de närmast förflutna decennierna. Det kan därvid också vara av intresse att nämna, att de stora försäkringsbolagen enligt uppgift också räknar med en normal inflationsprocent av hittillsvarande ca 4 % under överskådlig framtid.)

För att därmed återgå till TAB. C, så har i kolumn VII husägarens årliga kapitalkostnad, dvs annuiteten  $0,0726_5 \cdot a$ , multiplicerats med penningvärdet för resp år för att få fram realvärdet av resp års annuitet. Summerar man dessa realvärden under de 30 åren erhålles slutsumman  $1,2543 \cdot a$ . Detta är endast 57,5 % av den ovan angivna slutsumman av samma annuiteter vid fast penningvärde,  $2,1795 \cdot a$ .

Vid en inflationsprocent av hittillsvarande ca 4 % per år utgör alltså realvärdet av summan av amorteringar och räntor vid ett lån med 30 års amorteringstid endast 57,5 % av samma summa vid fast penningvärde. Om husägaren finansierat hela sin ursprungliga värmeinstallation med ett dylikt långfristigt amorteringslån, återbetalar han i verkligheten alltså endast 57,5 % av lånets realvärde till långgivaren. "Inflationsförlusten", i exemplet 42,5 %, får bäras av långgivaren, dvs i regel ytterst av samhällsekonomin, medan den enskildes reella investeringsbelastning minskas i motsvarande mån. (Som senare skall påpekas gör dock knappast heller långgivaren någon reell förlust.)

Detta förhållande är av stor betydelse dels för att rätt bedöma den faktiska innebörden av en merinvestering av omedelbara 4.000 kr, dels för den här särskilt aktuella beräkningen av den tid som krävs för bortamortering ("pay-off-tid") av husägarens merinvestering av sagda belopp. Som förut behandlats förutsättes denna bortamortering ske med de årliga "besparingarna" vid oljeeldning kontra "direkt elvärme" under ett begränsat antal år.

Inflationsprocessen påverkar sålunda - i den mån den fortgår - ofrånkomligt realvärdet av husägarens samlade amorteringar (eller annorlunda uttryckt: hur stor del av hans lön under olika år som skall avsättas till amortering av lånet). Vid konstant penningvärde utgör merinvesteringen enligt ovan 4.000 kr för det "indirekta systemet". Husägaren-låntagaren återbetalar emellertid denna investering under exemplifierade 30 år med exemplifierad 4 % årlig inflation med amorteringar, vars sammanlagda realvärde endast är 57,5 % av 4.000 kr eller 2.300 kr. Man kan uttrycka detta så, att med utnyttjande av de årliga "besparingarna" av resp ca 510 kr vid källarlösa hus och 770 kr vid källarförsedda hus av referenshusets storlek och be-lägenhet, så avbetalas merinvesteringens realvärde under en "pay-off-tid" av approximativt  $2.300 : 510$  resp  $2.300 : 770$  eller 4,5 resp 3,0 års drift med oljevärme.

(Vid en något noggrannare beräkning av sistnämnda pay-off-tid bör observeras å ena sidan att även besparingarna 510 resp 770 kr sjunker i realvärde (allmän köpkraft) under det fåtal år som behövs för att med dem bortamortera realvärdet av de 4.000 kr. Å andra sidan ökas de nämnda besparingsbeloppen med vissa räntor under pay-off-tiden. Beaktas bägge dessa faktorer ökas de nyss beräknade pay-off-tiderna till resp ca 4,7 och 3,1 år.)

Det bör observeras, att det inte lönar sig att med de här om-nämnda besparingarna av 510 resp 770 kr per år omgående lösa in återstoden av 30-årslånet. Om den enskilde husägaren vill dra största möjliga fördel av inflationsprocessen bör han nämligen behålla lånet hela dess löptid, eftersom för varje år som går allt mindre realvärde - allt mindre del av hans lön -

åtgår till amorteringsannuiteten. De årliga "besparingarna" bör istället användas för realvärden. Detta är för övrigt en ytterligare tillämpning av den numera i allt vidare kretsar kända erfarenheten att vid inflation "lönar det sig" att ha skulder om mot skulden istället svarar ett verkligt realvärde. Värmeinstallationen är ett sådant realvärde, som tillika fungerar som säkerhet för och möjliggör erhållande av lån till gynnsam räntefot mot detta realvärde. Vilket "nyttigt" köp som helst eller placering i värdebeständig valuta utgör emellertid ur här aktuell synpunkt ett realvärde.

Inflationens inverkan på avskrivningstiden för ökade investeringar vid småhusvärme har tidigare mycket litet eller inte alls diskuterats i samband med den mångfald av kostnadsberäkningar som publicerats om ämnet oljvärme- elvärme, och det är därför troligt att de här framförda resonemangen kommer att möta åtskilliga invändningar.

En närliggande sådan är ungefär denna: inte kan man vid seriösa kostnadsberäkningar ta hänsyn till en så oviss faktor som inflationsprocessen! Svaret härpå är, att inflationen och särskilt dess absoluta värde naturligtvis är en osäker faktor. Som inte minst löntagarorganisationerna är beskaffade är det dock mycket litet sannolikt att inflationen upphör. Den har pågått i alla tider, även om den i modern ekonomi blivit särskilt accentuerad. Dess storlek kan variera - i det långa loppet finns dock inget som motsäger rimligheten i antagandet om en genomsnittligt ca 4-procentig inflation som hittills. Den kan tyvärr också bli större.

En annan invändning är att ovan hänsyn endast tagits till inflationens följder för husägaren-låntagaren, däremot inte för energileverantören eller samhällsintresset. Det sista skall särskilt behandlas i KAP. III, men betr energipriserna har dessa under en följd av år inte tillnärmelsevis berörts av prishöjningar i samma grad som andra konsumtionspriser. Snarare har det här varit fråga om prissänkningar - energipriserna har alltså till stor del gått emot den övriga trenden. Det torde därför knappast vara något större fel att för de mycket korta tider - 3 à 4 år - som den ovannämnda bortamorteringsperioden omfattar, tillsvidare räkna med relativt fasta energipriser. (Skulle energi-



priserna stiga till följd av inflationen är det lätt att visa att detta ytterligare gynnar systemet "indirekt (el)värme".)

En tredje invändning skulle kunna vara att det vore orimligt att låntagaren i längden skulle kunna hålla på och förtjäna på inflationen på långgivarens bekostnad. Inte heller långgivaren vill förlora på en praktiskt taget med säkerhet förutsebar inflation. Han betingar sig därför sådan ersättning i form av ränta, att ersättningen både täcker inflationsförlusten och skälig kapitalränta. Om långgivaren gjort en riktig långtidsbedömning förlorar han inte på inflationen - däremot kan naturligtvis diskuteras vad som är skälig kapitalränta.

Vid beräkning av de årliga kapitalkostnaderna (ränta + amortering) för här ifrågavarande värmeanläggningar har emellertid redan tillämpats den högre räntefot, som enligt direkt förfrågan på bankhåll tydligen ansetts täcka även inflationsförlusten. De i beräkningarna genom räntan pålagda kostnaderna på det investeringsmässigt dyrare systemet "indirekt (el)värme" inkluderar alltså redan även långgivarens uppskattade inflationsförluster.

En ytterligare invändning kunde vara, att på grund av inflationen måste husägaren betala blivande förnyelser av värmeanläggningen sedan livslängden för dess olika delar utgått, med ett större antal kronor än vad som beräknats vid fast penningvärde. Genomsnittliga amorteringstiden för en oljevärmeanläggning enligt kalkylerna å sid 48-50 utgör emellertid som förut framhållits ganska nära de 30 år, som här förutsatts vid beräkning av inflationsförlusterna. Beräkningen, som endast vill redovisa relevanta storleksordningar av inflationens inverkan, ej en matematiskt exakt kalkyl, kan som också redan påpekats, uppfattas så, att husägaren under en första låneperiod på 30 år dels jämt upp "bortamorterar" sitt lån på anläggningens hela investering, dels "sliter ut" anläggningen i sin helhet. Efter de 30 åren investerar han i en helt ny värmeanläggning, som bekostas med ett nytt 30-års-lån etc etc. Detta nya lån utgör på grund av inflationen ett större antal kronor än det ursprungliga, men realvärdet bör rimligen inte vara högre än för det ursprungliga - snarare lägre på grund av teknikens utveckling. (Troligen är efter 30 år också andra värmesystem aktuella!) Att husägaren i praktiken måste

räkna med kortare amorteringstid än 30 år på vissa delar av värmeanläggningen och längre amorteringstid på andra delar ändrar inte giltigheten för medelvärdet av amorteringstiden. Det bör också ihågkommas, att det enligt vad ovan påvisats endast erfordras en driftstid med oljevärme av några få år - 3 - 4 1/2 år - för "bortamortering" av merinvesteringen, alltså en tid som vida understiger de 30 åren.

Konsekvenserna av ett hänsynstagande till inflationsprocessen kan då uttryckas ungefär sålunda:

Merinvesteringen, i detta fall ca 4.000 kr för det mångsidigare systemet vattenburen "indirekt värme", kan "intjänas" på mycket kort tid, ca 4 1/2 år vid källarlösa och ca 3 år vid källarförsedda hus, genom att man under denna tid sparar in ca 510 resp 770 kr/år jämfört med årskostnaderna vid "direkt elvärme", om samtidigt inflationen under lånets hela löptid utgör i medeltal 4 % pr år. Vid lägre inflationsprocent ökas de angivna tiderna för att vid medelinflationsprocenten 0 uppgå till förut beräknade ca 7 resp 4 3/4 år.

Den centrala innebörden av ovan redovisade beräkningar kan då uttryckas med följande:

Ett allmänt införande av det för alla energiformer användbara systemet "indirekt (el)värme" - vattenburen värme innebär för den ojämförligt största gruppen av småhus, de källarförsedda, ur den enskilde husägarens synpunkt ingen kvarstående ökning i investeringsbelastningen relativt system "direkt elvärme", om resp hus under en mycket kort tid, ca 3 år, värmes med oljevärme innan ev övergång till helelektrisk uppvärmning äger rum.

Vid källarlösa hus och vid hus i varmare klimat ökas den angivna övergångstiden något, men den är i de flesta fall alltså mycket kort i jämförelse med resp hus' livslängd.

Värt att observera är vidare, att sedan (realvärdet av) merinvesteringen för systemet med vattenburen värme en gång bortamorterats så minskas årskostnaden för detta system med ca 210 kr/år (= kapitalmerkostnaderna för detta system). Den förut beräknade kostnadsdifferensen av 510 resp 770 kr/år mellan

oljevärme och direkt elvärme ökas sålunda till 720 resp 980 kr/år . För den vanligaste småhustypen, den källarförsedda, äger detta rum redan efter så kort tid som ca 3 år. x)

I sammanfattningen ovan har kostnadsfrågan än så länge endast behandlats ur den enskilde husägarens synpunkt.

Betraktas kostnadsfrågan ur samhällsekonomisk synpunkt, dvs innefattande både husägarens, energileverantörens och det allmännas kostnader, förändras bilden i vissa avseenden.

Å ena sidan måste till den enskilde husägarens egna investeringar läggas de investeringar, som av energileverantörer och samhället måste företas för att till husägaren kunna leverera energin för resp uppvärmningssystem. Dessa investeringar är med stöd av publicerade uppgifter från framförallt kraftverksindustrin behandlade i efterföljande KAP. III av denna skrift. Som där kommer att visas är de totala investeringarna, dvs summan av den enskilde husägarens och det allmännas motsvarande investeringar, betydligt större vid system "direkt elvärme" än vid system "indirekt värme", så länge det sistnämnda drives med huvudsakligen oljevärme.

Å andra sidan kan konstateras, att den enskildes "besparingar" genom avdragsrätt för skatt på ökade ränteutgifter vid högre investering och genom inflationens minskning av realvärdet av hans långtidslån inte har någon motsvarighet ur samhällsekonomisk synpunkt. Man kan emellertid inte heller anse att samhälls-

---

x) Fotnot: Som tidigare kortfattat omnämnts har, sedan detta skrivits, man vid statlig belåning alltmera övergått till en ny belåningsform, s k paritetslån. Huvudtanken vid dessa är att söka avlasta låntagaren från alltför dryga ränte- och amorteringskostnader i början av byggnads- och låneperioden, bl a eftersom låntagaren då i allmänhet är hårt pressad av andra utgifter. Ränta och amortering utgår därför vid paritetslån inte med de under lånets hela löptid lika stora annuiteter, som här förutsatts, utan med mindre annuiteter i början av låneperioden men med motsvarande större annuiteter senare. Uppenbarligen förstärker detta ytterligare de här påpekade effekterna av inflationen, eftersom en större del av amorteringarna återbetalas vid en senare tidpunkt än här förutsatts och således med ytterligare försämrat penningvärde. Eftersom emellertid hänsynstagande till inflationens inverkan vid paritetslån ytterligare komplicerar beräkningarna och försvårar överskådligheten har det här ansetts nog med detta påpekande.

ekonomin förlorar den del av realvärdet av den enskildes amorteringar, som husägaren "sparar" på grund av inflationen. Som närmare utvecklats härövan förlorar inte heller långgivaren-samhället på inflationen, om räntan är vald så att den anses också täcka inflationsförlusterna. För detta ändamål måste räntan vara så mycket högre än förväntad kapitalränta, att överskottet täcker inflationsförlusten. Denna högre ränta är emellertid inkluderad i husägarens annuiteter, som i sin tur belastar den dyrare värmeformen ("indirekt (el)värme") och som därför också redan beaktats i de kostnadssiffror, som resulterat i de årliga besparingarna på oljevärmesidan.

Däremot bör samhällsekonomin inklusive energiproducenten, i det fall att husägaren enligt huvudtemat i denna skrift allmänt övergår till elektrisk uppvärmning så snart han bortamorterat sina egna merinvesteringar för vattenburen värme, kunna göra inte oväsentliga besparingar i investeringar för elenergi och dess distribution. Vid "ren elvärme" måste energileverantören nämligen svara för investeringar som täcker hela toppbelastningen av elvärmens, medan enligt denna skrifs huvudtema det vid sidan av elkraftverken finns ett stort antal "lokala värmeverk", som även vid i huvudsak elektrisk uppvärmning dock kan medverka i att uppta mera utpräglade toppbelastningar. Rimligtvis bör detta kunna med lämplig organisation medverka till minskning av investeringarna för elkraftverk och distribution i förhållande till fallet "ren elvärme". Detta behandlas i någon mån också i efterföljande KAP. III.

KAP. II A. VÄRMEKOSTNADER FÖR "INDIREKT VÄRME"  
 VID RADHUS, KEDJEHUS O D MED FÖR TVÅ LÄGENHETER  
 GEMENSAM PANNINSTALLATION

Vid kostnadsberäkningarna i närmast föregående avsnitt, KAP. II, har hela tiden förutsatts att en komplett värmeanläggning förefunnits i vardera av de jämförda småhuslägenheterna. Vid grupphusbyggen av typen radhus, kedjehus och under vissa förutsättningar närbelägna fristående småhus är det dock rent tekniskt inte nödvändigt att varje lägenhet innehåller en komplett värmeanläggning; i många fall är det möjligt att en pannanläggning betjänar åtminstone två intilliggande lägenheter. Kostnadsförutsättningarna ändras då ganska radikalt, eftersom vid "indirekt värme" den stora engångsbetonade kostnaden för pannrum, panna, skorsten och pannrumsinstallationer då kan slås ut på två (under vissa omständigheter fler) lägenheter. Vid system "direkt elvärme" finns däremot inga motsvarande engångskostnader, som rimligen kan fördelas på två eller flera lägenheter. Innan kostnaderna under sålunda förändrade omständigheter redovisas skall dock möjliga anordningar av gemensam pannanläggning något beröras.

Grupphusbyggen, såväl med som utan källare, utgör f n en ganska stor del av den totala småhusproduktionen. Karakteristiskt för grupphusbygget är som regel att de olika småhusen ligger ganska tätt tillsammans. Vid radhus anordnas t ex en längre följd av radhuslägenheter omedelbart gränsande till varandra. För uppvärmningen användes flera olika system, av vilka de viktigaste är panna i varje hus, individuell elvärme (vanligen "direkt elvärme"), gemensam oljeeldad värmecentral för en småhusgrupp samt fjärrvärme. Av dessa fyra system är det de båda förstnämnda, som närmare behandlats i KAP. II.

Uppvärmning genom gemensam oljeeldad värmecentral för en småhusgrupp har ur kostnadssynpunkt behandlats i ett flertal utredningar. Kostnadsminskande för ett sådant system verkar att enbart en central värmepannanläggning erfordras med alla dessa olika tillbehör. Kostnadsminskningen är dock ej så stor som man kanske skulle vara benägen att anta eftersom den

större storleken och distributionsförhållandena drar med sig en rad kostnader för olika organ, som inte alls erfordras vid individuella anläggningar. Om den centrala anläggningen erfordrar tillgång till hel- eller deltidsanställd maskinist stiger årskostnaderna så snabbt, att ett mycket stort antal småhus måste anslutas till en gemensam anläggning för att god ekonomi skall uppnås.

Kostnadsfördyrande verkar vid centralanläggningar framförallt distributionsledningarna för värme och varmvatten. Förutom högre anläggningskostnader vållar distributionen även värmeförluster som ökar driftkostnaderna. Negativt ur kostnadssynpunkt verkar även att den kollektiva värmeservicen minskar den enskildes benägenhet att hushålla med värme och varmvatten; egna besparingsåtgärder inverkar föga på totalkostnaden för såvitt den individuella värmeförbrukningen inte mätes. Det sista drar dock med sig betydande kostnader för mätorgan och avläsningar.

Som en fördel brukar betraktas att den enskilde avlastas från allt besvär med värmeanläggningen, och för bostadsrättsföreningar utgör den gemensamma värmeanläggningen ett sammanhållande administrativt föreningsband.

Ur miljösynpunkt har inte sällan oljeeldade värmecentraler rekommenderats framför individuella oljeeldningsanläggningar, dels emedan de många rökgasutsläppen vid de sistnämnda reduceras i antal, dels emedan rökgaserna kan släppas ut genom högre skorstenar och därigenom anses vålla mindre lokala luftföroreningar. Däremot ökar den totala mängden utsläpp av t ex svavelföroreningar genom att totala värmemängden icke obetydligt ökar relativt vid individuella anläggningar, dels på grund av distributionsförlusterna, dels på grund av ökad individuell värmeförbrukning.

Summerar man de olika kostnaderna finner man vid utförda kostnadsutredningar att central värmeanläggning vid tillräckligt antal anslutna småhus kunnat kostnadsmässigt hävda sig vid användning av de billigare eldningsolja (tjockolja) som hittills kunnat användas i större värmecentraler. Med de nya bestämmel-

serna för eldningsoljor (se KAP. IV) måste dock i allra flesta fall vid småhusområden även vid centralvärmeanläggningar användas den dyrare eldningsoljan Eo 1, och då blir praktiskt taget undantagslöst en centralvärmeanläggning dyrare betr såväl anläggnings- som årskostnad per lägenhet jämfört med individuell oljevärme. Detta har i sin tur medverkat till snabbt ökad övergång till det ur anläggningskostnads synpunkt billigare systemet helelektrisk uppvärmning med "direkt elvärme" av radhus under senare år. Utvecklingen ifråga belyses mycket tydligt av nedan återgivna statistiksiffror för andelen av de olika uppvärmningssättens förekomst vid nybyggnader av småhus under åren 1966-1968, hämtade från Statistiska Centralbyrån. Siffrorna gäller enbart statligt belånade småhus, ca 85 % av samtliga, och är nedan uppdelade på "grupphus" (husbelåning "med 2 beslut", ett för byggnadsproducenten och ett för den blivande husägaren) och "styckehus" (husbelåning "med 1 beslut", direkt för husägaren).

TAB. II A.

Antal lghtr	Panna i varje hus		Gemensam värme- central	Fjärr- värme	Elvärme	Annat värme- system	
	Olje- eldn.	Fasta bränslen					
<u>Grupphus. ("2 beslut")</u>							
			År				
10.661	42 %	0 %	1966	30 %	9 %	17 %	2 %
11.930	35 %	3 %	1967	25 %	7 %	29 %	1 %
11.758	30 %	0 %	1968	15 %	15 %	37 %	1 %
<u>Styckehus. ("1 beslut")</u>							
11.625	89 %	0 %	1966	-	2 %	9 %	-
11.350	81 %	0 %	1967	-	1 %	17 %	1 %
10.620	80 %	1 %	1968	-	2 %	17 %	-

Av de redovisade siffrorna kan dras åtskilliga slutsatser.

Vid grupphusbyggen ("2 beslut"), där valet av värmesystem bestäms av en större byggnadsproducent, som däremot inte behöver svara för de blivande årskostnaderna, har både individuell oljeeldning och gemensam oljeeldad värmecentral gått starkt tillbaka medan individuell elvärme i motsvarande mån ökat. Elvärmens lägre anskaffningskostnader ha här helt naturligt varit

av stor betydelse, medan de högre driftkostnaderna inte tillmätts samma vikt.

Vid styckehus, där även valet av den blivande värmeanläggningen bestäms av den blivande husägaren, är siffrorna helt annorlunda. Värmecentral förekommer helt naturligt inte alls i detta sammanhang, men däremot är skillnaden mellan valet av oljevärme och elvärme signifikativt. De lägre årskostnaderna för oljevärme har här synbarligen varit avgörande. Man observerar även att elvärmens fortsatta frammarsch vid grupphusbyggen inte har samma motsvarighet vid styckehus; en stagnation har här inträtt mellan 1967 och 1968, förmodligen också den en kostnadsreaktion.

Med hittillsvarande värmesystem är det träffade valet oftast att betrakta som definitivt; den som valt "direkt elvärme" kan inte utan stora ombyggnader övergå till oljevärme, men detta gäller också i viss mån i motsatt riktning, de vanliga nuvarande oljeeldningssystemen är inte väl lämpade för elvärme. Även detta sistnämnda är att betrakta som mindre lyckligt; elvärme kan fortare än man kanske idag anar bli en både driftekonomisk och ur samhällelig energisynpunkt nödvändig värmeform.

De anförda statistiksiffrorna understryker ytterligare angelägenheten av att använda för alla energiformer användbara värmesystem som tillika förenar både gynnsam anläggningsekonomi och god driftekonomi. Nedan föreslagna system med en värmepannanläggning gemensam för två radhusenheter e d torde uppfylla bägge de nu nämnda kraven.

Pannan förlägges enligt detta system, grovt schematiskt visat i

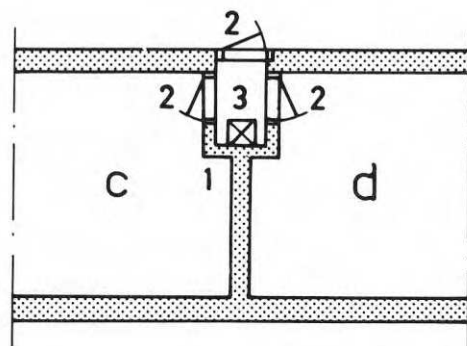
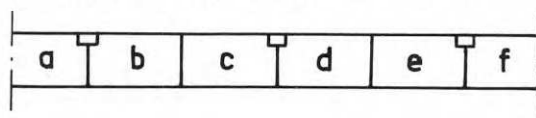


FIG. II-a.

FIG. II-a, företrädesvis i ett från bägge de angränsande radhus - eller kedjehus - enheterna åtkomligt men från vardera sidan låsbart utrymme i gränsen mellan rad-



husen etc, i källarplanet vid källarförsedda radhus och i bottenplanet vid källarlösa. Utrymmet kan lämpligen också vara åtkomligt "utifrån". Rökröret från pannan (skorstenen) uppdras ungefär i gränsen mellan radhusenheter.

I KAP. II har påvisats att kostnaderna för en individuell oljeeldad värmeanläggning med "vattenburen värme" i ett genomsnittligt källarlöst hus kan uppdelas i två huvudposter, en för rörledningar och radiatorer om ca 2.500:- och en för pannrumsinstallationer om ca 5.500:-. Den sistnämnda posten, som bl a också inkluderar pannrumsarbeten, skorsten, oljetank m. m. och i övrigt panna, oljebrännare, instrumentering, elutrustning m. m., är sålunda den dominerande kostnadsposten. Det ur föreliggande synpunkt intressanta är, att denna post inte påtagligt ändras om pannan betjänar två i stället för en lägenhet. Kapaciteten för en ordinär oljebrännare räcker - med de förbrukningssiffror som använts i KAP. II och som i sin tur hämtats främst från skrifter av FERA m fl - med god marginal både till uppvärmning vid lägsta yttertemperatur av två småhus av genomsnittsyta och till normal varmvattenberedning. Endast vid speciella samtidiga toppar på varmvattenuttaget från bägge lägenheterna kan oljebrännarkapaciteten möjligen överskridas, men vid så pass sällsynta tillfällen kan tillskottsvärme från den automatiskt inkopplingsbara elektriska "reservvärmepatronen" utan nämnvärt störande extrakostnader tas i anspråk. Övriga dyrare komponenter: oljetank, skorsten, panna, utrustning etc påverkas ej om de betjänar två i stället för en lägenhet. Dock fordras separat mätbarhet av de båda radhusenheternas värmeförbrukning, varom mera nedan.

Vilka fördelar och nackdelar har då en dylik för två hushåll gemensam värmeanläggning?

"Ekonomiskt samröre" mellan två grannar medför alltid riskmoment av olika slag. Sådant "samröre" kan dock i detta fall alltefter önskan nedskäras till praktiskt taget noll, om t ex skötseln av värmeanläggningen handhas "utifrån" av grupphusens ur andra synpunkter gemensamma organisationer, om räkningar för olja etc debiteras de båda enskilda radhusägarna direkt av leverantören etc. Överhuvudtaget synes dessa problem inte vara

svårare än vid centralvärmeanläggningar.

Å andra sidan kan "samröret" också ha vissa fördelar. Pannanläggningen kan - förutom "utifrån" - övervakas från två håll utan att för den skull kommunikation mellan radhusen erfordras - pannrummet i gränsen mellan radhusenheterna kan om man så vill behandlas som "ingen mans land" lika avskilt från det enskilda huset som gatan utanför den låsta ytterporten. Vid fel och när den ene radhusägaren är bortrest kan det vara av värde att den andre kan ingripa. Besvär med oljerekvisition, service o d kan delas.

Arkitektoniskt och miljömässigt är det vanligen en fördel om antalet skorstenar vid en radhuslänga halveras.

En förutsättning för det föreslagna systemet är dock dels att värmeuttaget till vardera lägenheten kan regleras individuellt, dels att individuell och rättvisande mätning av värmeförbrukningen för de båda radhusen kan ordnas bekvämt och till ringa kostnad. Som kortfattat omnämnes i KAP. V har för det där behandlade värmesystemet - f ö användbart för alla typer av värmepannor för enfamiljshus - utvecklats ett värmereglerings-system, som möjliggör mycket enkel och prisbillig värmefördelningsmätning med registrering på ett räkneverk. Varmvattenförbrukningen mätes dock med vanliga vattenmängdsmätare.

Kostnaden för mätanordningar och för ev något förlängda rörledningar till den i vardera husenhetens gräns mot grannen placerade värmeanläggningen har här uppskattats till i runt tal 500:- kr. Totalkostnad för pannrumsinstallationen sålunda  $5.500 + 500 = 6.000$ :- kr eller fördelat på två lägenheter 3.000 kr på vardera. Med tillägg för rörledningar och radiatorer, 2.500:-, blir med dessa utgångspunkter totalkostnaden för "indirekt värme"-installation för vardera lägenheten  $3.000 + 2.500 = 5.500$ :- kr.

Vid ev genomförande av det här skisserade förslaget förändras en del av underlaget för de i KAP. II behandlade jämförelseberäkningarna radikalt. Kapitalme r kostnaderna för system vattenburen värme med oljeeldning ändras från  $8.000 - 4.000 = 4.000$  till  $5.500 - 4.000 = 1.500$  kr. Proportioneras de årliga kapital-

kostnaderna minskas - efter skatt - det vattenburna systemets kapitalkostnad från 411:- kr/år (se sid 51) till  $\frac{5.500}{8.000} \cdot 411 = 283:-$  kr, vilket motsvarar ett minskningsbelopp av  $411 - 283 = 128:-$  kr. Med samma belopp ökas den i KAP. II beräknade kostnadsskillnaden mellan system "indirekt värme" och direkt elvärme eller till  $510 + 128 = 638:-$ , resp.  $770 + 128 = 898:-$  kr/år vid källarlösa resp källarförsedda hus (med  $110 \text{ m}^2$  yta).

Dessa årskostnadsskillnader skall nu användas för "bortamortering" av den större investeringskostnaden för vattenburen värme, nu 1.500:- kr, vilket med samma antaganden om inflations-effekten som i KAP. II ger bortamorteringstiden.

$$\frac{0,57 \cdot 1.500}{638} \quad \text{resp} \quad \frac{0,57 \cdot 1.500}{898}$$

eller 1,34 resp 0,95 år.

Ett införande av det för alla energiformer användbara systemet "indirekt (el)värme" - vattenburen värme - innebär för källarförsedda radhus med för två radhusenheter gemensam panninstallation ur den enskilde husägarens synpunkt ingen kvarstående ökning i investeringsbelastningen relativt system "direkt elvärme", om resp hus under en så kort tid som ca 1 år värmes med oljevärme innan ev övergång till helelektrisk uppvärmning äger rum.

Det har i samband med miljövardiskussionen framförts förslag att av luftföroreningsskäl helt upphöra med utförandet av individuellt oljevärmda värmeanläggningar vid tätbebyggelse av småhus, särskilt av den typ som motsvarar den tätaste huskoncentrationen eller just radhus, kedjehus o d. Förf delar inte den i en bred propaganda framförda uppfattningen att småhusuppvärmning med lokal oljeeldning representerar sådan ökning av luftföroreningarna att t ex totalförbud mot lokal oljeuppvärmning vid viss småhusbebyggelse vore motiverat och förf har i KAP. IV redovisat ett konkret sifferunderlag för denna uppfattning. Oavsett sådana sakska l förefaller det dock f n påtagligt att den rådande "opinionsvinden" representerar ett motstånd mot permanentad individuell oljevärme vid t ex radhusbebyggelse.

Under sådana omständigheter kan måhända det här skisserade

förslaget med för två radhus gemensamma pannanläggningar vara värt att överväga. Endast ca ett års drift av värmeanläggningarna med oljevärme innan man t ex övergår till helelektrisk uppvärmning synes mot bakgrunden av att man under tidigare skeden haft permanent oljeuppvärmning knappast vara så allvarligt ur miljövardssynpunkt att man för den skull skulle behöva avsäga sig fördelen och tryggheten att för fortsättningen förfoga över ett för alla energiformer användbart värmesystem! Vi kan inte nu förutse vilka energiformer som 60 år framåt kommer att böra föredras. Ett flexibelt system, som möjliggör både elvärme och uppvärmning med fossila bränslen (olja, kol, gas, ved och fjärrvärme) bör då vara att föredra framför system som inskränker valet till endast en av dessa energiformer!

Det här föreslagna värmesystemet med en på två lägenheter delad "värmecentral", som samtidigt är individuellt kontrollerbar från vardera lägenheten, representerar sannolikt den investeringsmässigt prisbilligaste form för vattenburen centralvärme, som f n kan åstadkommas. Den representerar lägre investeringskostnad pr lägenhet räknat än såväl gemensam värmecentral för en småhusgrupp som individuell oljepanna och fjärrvärme.

Ännu viktigare ur kostnadssynpunkt torde emellertid vara, att det föreslagna systemet också bör ge lägre årskostnader än något av de ovan behandlade värmesystemen överhuvudtaget, inklusive elvärme. Vid för två lägenheter gemensam oljeeldad värmepanna minskar nämligen också årskostnaden relativt i KAP. II behandlade individuell panna i åtminstone tre olika avseenden:

1) Större delen av de årliga kapitalkostnaderna (ränta och amortering av investeringen) slås ut på två lägenheter. Om alla faktorer beaktas motsvarar detta en årskostnadsminskning (relativt värdena i TAB. B-b, sid 51) med ca 140:- kr/år.

2) Årsmedelverkningsgraden ökar. I huvudalternativet i KAP. II har räknats med 75 % årsmedelverkningsgrad, dvs 25 % förluster. En stor del av dessa förluster utgörs av "tomgångsförluster", då oljebrännaren står stilla. En del av dessa "fasta"

förluster delas vid gemensam panna upp på två objekt; vid en välskött och lämpligt planerad anläggning bör de normalt kunna nedbringas till ungefär samma storlek som vid en större central eller till ca 15 %, vilket motsvarar 85 % nyttig årsmedelverkningsgrad. Räknas därtill med ett oljepris av 150:- kr/m<sup>3</sup> (sid 6), så blir alt f) i TAB. B-b, sid 51 tillämpligt, dvs årliga oljekostnaden 392:- istället för i huvudkalkylen antagna 487:- kr/år. Detta representerar en åtminstone teoretiskt möjlig årskostnadsminskning vid källarlösa hus av 95:- kr/år (vid källarförsedda ca 120:- kr/år).

3) Kostnaderna för service torde inte nämnvärt ökas om pannan betjänar två i stället för en lägenhet; räknas med totalt 150:- kr/år blir detta 75:- kr/lägenhet eller en kalkylmässig minskning med 25:- kr/år

Total kostnadsminskning för ett källarlöst hus sålunda = 140:- + 95:- + 25:- = 260:- kr/år. (För ett källarförsett hus 285:- kr/år.)

Härtill kommer den på sikt väsentliga och trygghetsskapande fördelen att utan kostnadsuppoffring för någon part kunna tillämpa såväl helelektrisk uppvärmning som oljevärme.

För undvikande av varje misstolkning bör understrykas, att det här föreslagna värmesystemet med de "tunga kostnadsposterna" uppdelade på två lägenheter än så länge är ett rent teoretiskt grundat förslag - i skrivande stund har genomförandet inte hunnit längre än till en patentanmälan. De använda tekniska komponenterna är däremot var för sig ingående prövade. <sup>x)</sup>

Det sagda behöver dock icke nödvändigtvis innebära att teorin icke skulle kunna fungera i praktiken!

<sup>x)</sup> Sedan detta skrivits har HSB erhållit option till systemet.

### KAP. III. VÄRMEKOSTNADER VID "DIREKT ELVÄRME" OCH "INDIREKT (EL)VÄRME" UR SAMHÄLLSEKONOMISK SYNPUNKT

I föregående KAP. II har utförligt behandlats den kostnadsmässiga valsituationen mellan olika uppvärmnings- och energiformer ur den enskildes synpunkt. Det har framgått att årskostnaden vid de flesta småhus är lägre för system med vattenburen värme och oljeeldning än för system "direkt elvärme" medan däremot investeringskostnaderna är högre i förra fallet. I KAP. II har emellertid påvisats att dessa högre investeringskostnader på anmärkningsvärt kort tid kan ur den enskilde husägarens synpunkt bortamorteras med hjälp av kostnadsvinsterna genom de lägre årskostnaderna.

Som framgår av i KAP. II A återgivna statistiska uppgifter har i praktiken en anpassning till dessa kostnadsförhållanden ägt rum på sådant sätt, att vid småhus där husägaren själv svarar för både investeringar och årskostnader ("styckehus") med mycket stark dominans (ca 80 %) valts det årskostnadsmässigt billigare systemet vattenburen värme med oljeeldning, medan vid småhus där byggnadsproducenten svarar för investeringarna medan en annan part, den blivande husägaren, får svara för driftkostnaderna ("grupphus"), med motsvarande dominans under senare år valts det investeringsmässigt billigare systemet "direkt elvärme". Systemvalet har således uppenbarligen påverkats av beslutfattarnas olika ekonomiska intressen. (Genomsnittliga lägenhetsytan har i bägge fallen varit nära densamma.)

Sett i ett större sammanhang, det samhällsekonomiska, bör systemvalet inte påverkas av dylika intressevariationer utan mera av det samhällsekonomiskt optimala. Här spelar de totala investeringarna en avgörande roll.

Ur investeringskostnadssynpunkt bör beaktas inte enbart den enskilde husägarens investeringar utan även de investeringar, som av samhället eller energileverantören måste företas för att till den slutlige konsumenten-husägaren kunna leverera den för uppvärmningen erforderliga energin.

Vid elektrisk uppvärmning erfordras investeringar i elproducerande kraftverk och i distributionsnät för att till elvärmekonsumenten kunna leverera erforderlig elenergi. Vid oljevärme erfordras investeringar i distributionskedjan för olja. Eftersom dessa investeringar inte direkt belastar den enskilde husägaren - de ingår däremot i priset för elkraft resp olja som årskostnader - har dessa "indirekta" investeringar förhållandevis litet behandlats i den allmänna diskussionen.

Vid försök att uppskatta samhällets och kraftleverantörens investeringar för energileveranser till det enskilda huset måste konstateras, att sådana uppskattningar måste bli ganska osäkra. Osäkerheterna betingas bl a av svårigheterna att korrekt bedöma vilka kostnadsandelar som är av marginell art och vilka som bör slås ut jämnt på en förbrukning, vilka investeringar som är helt hänförliga till en viss typ av förbrukning och vilka som har alternativa användningar etc etc. Dylika svårigheter bör dock inte förhindra försök att bedöma storleksordningarna för investeringar för olika värmeformer, även om sådana bedömningar måste bli vanskliga.

#### Indirekta investeringar vid elvärme

För tillgodeende av elkraftbehovet kan - förutom mera speciella kraftkällor såsom pumpkraft, gasturbiner m. m. - i huvudsak tre olika krafttyper beräknas stå till förfogande: vattenkraft, kärnkraft och elkraft från oljeeldade värmekraftverk. Fördelningen mellan de olika krafttyperna, avvägningen av kraftbehov för täckande av grundbelastning med lång varaktighet och toppbelastningar av mera kortvarig natur, behovet av tillgänglig effekt och förbrukningen av energi, behovet av ersättningskraft vid bortfall av delar av kraftalstringssystemet, säkerheten i elkraftöverföringen mellan olika komponenter i kraftförsörjningsnätet etc etc är allt faktorer som i hög grad inverkar på behovet av de "indirekta investeringarna" för elvärme. Det framgår emellertid redan av den gjorda men ofullständiga uppräkningsningen, att bedömningen av detta behov är en ytterst komplicerad och omfattande fråga, som tillika helt faller utanför författarens kompetensområde. Avsikten med efterföljande framställning är emellertid inte att söka presentera några mera

exakta investeringskostnadssiffror utan mera ett diskussionsunderlag, som i brist på andra uppgifter kan tjäna dels till viss belysning av de aktuella investeringarnas storleksordning, dels bilda en utgångspunkt för framskaffande av riktigare siffror i den mån de här uppskattade investeringskostnaderna befinnas felaktiga.

Det bör här tilläggas, att en väsentlig utgångspunkt för de nedan angivna investeringskostnadsberäkningarna har varit att dessa i princip skall avse för resp energileveranser nödvändiga investeringar.

I hög grad vägledande för de här aktuella investeringsuppskattningarna har varit en av Svenska Kraftverksföreningen i början av 1968 publicerad skrift "Elförsörjningen under 1970-talet - 1967 års CDL-studie", vilken utarbetats av kraftverksindustrins främsta expertis framförallt från CDL, "Centrala driftsledningen",

I mycket grova drag torde prognoserna för de närmast kommande 10-15 åren kunna sammanfattas ungefär sålunda. Den kvarvarande utbyggnadsvärda vattenkraften förslår inte långt som energikälla för tillkommande elvärme. Det ökade elbehovet kommer därför istället att väsentligen täckas genom utbyggnad av dels oljekraftverk, dels kärnkraftverk (FIG. 7) varvid de sista kommer att bli av särskild betydelse under slutet av den nämnda prognosperioden och särskilt för att täcka grundbelastningen.

Investeringskostnaderna är både vid oljekraftverk och kärnkraftverk - allra mest dock vid de senare - beroende av elaggregatens storlek och sjunker per effektenhet räknat med storleken. Ett allmännare införande av elvärme skulle ur denna synpunkt vara av betydelse eftersom för t ex uppvärmningen av småhus kan beräknas åtgå närmare 10 gånger mera elenergi än för enbart sk hushållsel. Som exempel på storleksordningarna kan nämnas uppgiften - hämtad från den nyssnämnda skriften från Svenska Kraftverksföreningen - att anläggningskostnaden för kärnkraftverk beräknats till ca 900-1.100 kronor per kilowatt vid en aggregatstorlek av 400.000 kW men endast 650-800 kr/kW vid en aggregatstorlek av 750.000 kW (jfr FIG. 8). Den sistnäm-



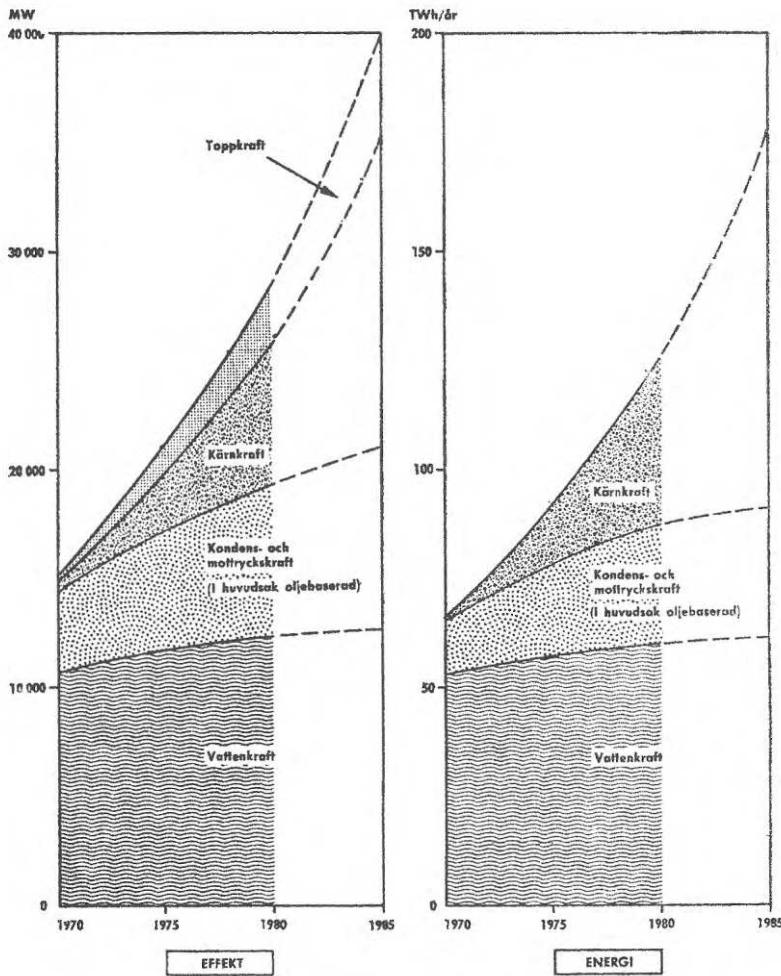


FIG. 7. Effektens och energins fördelning 1970—1985.

da storleken, utförd till en början med 2 aggregat per kraftstation, vilket motsvarar 1.500.000 kW, (1.500 MW) har i allmänhet lagts till grund för de ekonomiska kalkylerna. Som jämförelse kan nämnas att Sveriges största nu befintliga vattenkraftverk, Stornorrfors (3 aggregat), har en effekt av 375.000 kW. Det "legendariska" Trollhätteverket har

efter flera utbyggnader fått en effekt av 250 MW och Porjus 140 MW.

Motsvarande kostnad vid konventionella oljekraftverk anges till 490 kr/kW. Anläggningskostnaderna vid (ekonomisk storlek av) kärnkraftverk (650-800 kr/kW) är således ca 50 % större än vid oljekraft (490 kr/kW). Anläggningskostnaden vid oljekraft anges vidare vara mindre beroende av aggregatstorleken än vid kärnkraft.

En för bedömningen av elvärmens "indirekta" investeringskostnader viktig

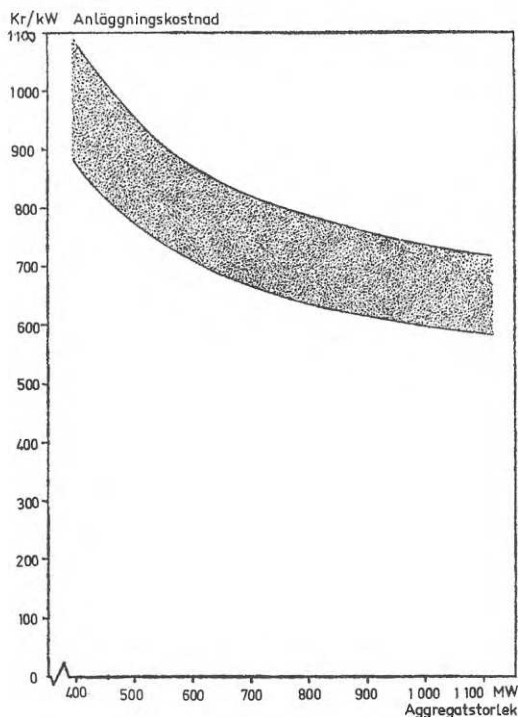


FIG. 8. Anläggningskostnad för kärnkraftverk. (Två aggregat med lättvattenreaktorer per station.)

fråga är huruvida elvärmen bör bära sin fulla andel i kraftverk och distributionsnät eller om den endast bör belastas med vissa marginalkostnader.

En betydelsefull faktor i detta sammanhang är att med de kraftverksformer, som kan förutsättas för den framtida utbyggnaden, är det kravet på erforderlig effekt som främst bestämmer investeringarna, ej som tidigare under den utpräglade vattenkraftsepoken varit fallet kravet på erforderlig energi. Kraftanläggningar och distributionsnät måste därför ha tillräcklig kapacitet att även vid toppvärden på effektbehovet kunna klara efterfrågan på kraft.

I ett ytterlighetsfall betr effektbehovet kan man tänka sig att både kraftverk och distributionsnät som under alla förhållanden erfordras för industrikraft, belysning etc har utnyttjad kapacitet tillgänglig under vissa delar av året eller dygnet, som skulle kunna utnyttjas för elvärmeändamål. Elvärmen som sådan behöver då icke öka ofrånkomliga investeringar för kraftverk och nät, och dess egna investeringsbehov kan försummas.

I ett motsatt ytterlighetsfall, t ex under en långvarig landsomfattande köldperiod under den mörka årstiden, då samtidigt industrin, trafikföretagen, belysning etc kräver maximal effekt och då kanske samtidigt stora aggregathaverier påverkar totalproduktionen, kan ytterligare uttag för elvärmeändamål behöva i sin helhet adderas till den övriga effektförbrukningen om inte brist i elkraft till elvärmen skall behöva riskeras. Hela elvärmeeffekten kan då behöva säkerställas genom en mot denna effekt svarande ökning av den utbyggda totala effekten och hela denna ökning drabbar då investeringsmässigt elvärmen.

I praktiken ligger den erforderliga utbyggda effekt som betingas av elvärmen någonstans mellan dessa ytterlighetsvärden främst beroende på sammanlagring av olika typer av elkraft, av elkraft från olika förbrukare etc. Man söker även begränsa behovet av toppeffekt-täckande elaggregat genom att förlägga tidpunkten för avställning av elaggregat för underhållsarbeten m. m. till tider med mindre effektbehov. En noggrannare beräkning av den erforderliga sammanlagrade effekten räknad vid kraftverken är

ett mycket komplicerat problem, som i och för sig ligger helt utanför denna artikels område och författarens kompetens. De siffror som lagts till grund för den fortsatta framställningen är emellertid baserade dels på uppgifter från ett av landets största kraftverksföretag, dels på uppgifter i kraftverksindustrins publikationer.

På basis av oljebaserad elkraft och nyssnämnda uppgifter har sålunda räknats med följande investeringskostnader:

Utbyggnad av kraftverk jämte erforderlig reservkraft	580 kr/kW
Distribution på storkraftnät och lokal-distribution	<u>720 kr/kW</u>
Summa	1.300 kr/kW

Av flera skäl anges emellertid från kraftverkshåll att man främst avser att satsa på kärnkraft vid elvärmens fortsatta utbyggnad. Viktiga faktorer är härvidlag önskan att undvika de avsevärda luftföroreningar, som skulle bli följderna vid elgenerering i stor skala via oljebaserade kraftverk, handelspolitiska och beredskapsmässiga överväganden m. m. och naturligtvis kostnader; i sistnämnda avseende anses de högre investeringarna vid kärnkraft motverkas av lägre bränslekostnader än vid olja. Kärnkraftgenererad el lämpar sig bäst för långvarig grundbelastning; för mera kortvariga toppbelastningar synes oljebaserad elkraft eller ev kraft från gasturbiner, pumpkraft m. m. fortfarande behöva påräknas i viss utsträckning. Avvägningen mellan kärnkraft och oljekraft är ett komplicerat balansproblem, som också ligger helt utanför författarens kompetensområde. De efterföljande kostnadsuppgifterna återges därför utan anspråk på exakthet; de är emellertid grundade på den förutnämnda skriften från Svenska Kraftverksföreningen ävensom på andra uttalanden från kraftverkshåll.

Kärnkraftverk av storleksordningen 400 MW 900-1.100 kr/kW, medelkostnad	1.000 kr/kW
Kraftverk av storleksordningen 2 x 750 MW 650-800 kr/kW, medelkostnad	750 "
Reservkraft (för aggregathaveri och andra fel)	+15 %
Distribution lika som vid oljekraft	720 kr/kW

Totalinvestering per kW blir då:

Vid kärnkraftverk om 400 MW:  $1,15 \times 1.000 + 720 = 1.870$  kr/kW  
 " " 2 x 750 MW:  $1,15 \times 750 + 720 = 1.580$  "

För icke fackmannen, till vilken grupp författaren i föreliggande avseende obestriddigt hör, är det av intresse att konstatera, att här angivna investeringskostnader väl överensstämmer med i tidningspressen nyligen publicerade uppgifter om förberäknade kostnader och effekt hos några planerade kärnkraftverk.

Vid eluppvärmning av småhus kan hela effekten inte väntas levererad av kärnkraftverk utan viss effekt för toppbelastningar torde levereras av andra typer av kraftverk. Ur investeringskostnadssynpunkt är effekt från oljevärmeverk enligt ovan billigare än kärnkraft. Vattenkraft är lättreglerad och därför väl lämpad för toppkraftändamål men synes ur investeringssynpunkt dra ungefär lika höga kostnader som kärnkraft.

Beräkningen av för husuppvärmning erforderlig effekt kompliceras ytterligare av den förutnämnda svårigheten att beräkna skälig andel av de totala investeringarna för industrikraft och annan elkraft, som bör belasta elvärmerna. Delvis torde detta vara en bedömningsfråga. Nedanstående investeringsuppskattningar för elvärmning av småhus får därför inte uppfattas som något annat än ett diskussionsunderlag för uppskattning av rimliga storleksordningar.

För ett enskilt källarlöst småhus av ca  $110 \text{ m}^2$  bostadsyta i mellansverige kan maximala effektbehovet uppskattas till 12 å 15 kW. Genom sammanlagring med andra belastningsobjekt har maximala effektbehovet per hus av denna typ räknat vid kraftverket beräknats till genomsnittligt ca 4,5 kW. Som påvisats i KAP. II av denna skrift kan emellertid majoriteten av nybyggda småhus väntas bli försedd med delvis uppvärmd källare, vilket ökar effektbehovet med i runt tal  $1/3$ , dvs till ca 6 kW. Ökat utrymmesbehov, ökad rumstemperatur och ökad varmvattenförbrukning, vilka samtliga ökningarna är sannolika följder av stegringen i levnadsstandard, kan väntas ytterligare öka värmeförbrukningen. En uppskattning av erforderlig effekt vid kraftverket till  $6 \frac{2}{3}$  ( $= \frac{20}{3}$ ) kW/hus synes därför för blivande småhus-

bebyggelse vara fullt rimlig. I den mån värdet är felvalt är det lätt att korrigera de här på baserade efterföljande beräkningarna genom enkel proportionering.

Med de gjorda antagandena och med stöd av förut redovisade kW-kostnader kan den genomsnittliga investeringskostnaden per elvärmhus uppskattningsvis beräknas för kraftverk och distributionsnät sålunda:

Vid kärnkraftverk av storleken 400 MW:

$$6 \frac{2}{3} \times 1.870 = 12.500 \text{ kronor per hus}$$

Vid kärnkraftverk av storleken 2 x 750 MW:

$$6 \frac{2}{3} \times 1.580 = 10.500 \text{ kronor per hus}$$

Vid oljeeldade värmekraftverk:

$$6 \frac{2}{3} \times 1.300 = 8.700 \text{ kronor per hus.}$$

Vid vattenkraft är investeringskostnaderna för den ännu inte utbyggda kraften att döma av publicerade tidningsuppgifter ungefär lika hög per effektenhet som vid kärnkraft (t ex i Vindelälvsprojektet av storleken ca 1.000 kr/kW). Ytterligare utbyggnad med hänsyn till ökat behov av elvärme synes dock icke anses möjlig i nämnvärd grad på grund av knappheten på ytterligare vattenkraftresurser. För kompletteringskraft till kärnkraften är man därför av allt att döma främst hänvisad till oljebaserad värmekraft, även om naturligtvis befintlig och tillkommande vattenkraft i hög grad kommer att utnyttjas för nämnda ändamål.

För de fortsatta beräkningarna har här med stöd av uppgifterna i Svenska Kraftverksföreningens förutnämnda skrift på längre sikt uppskattats proportionerna kärnkraft 2/3, oljebaserad elkraft 1/3. Investeringskostnaderna per hus blir då:

Med kärnkraftverk av storleken 400 MW:

$$\frac{2}{3} \times 12.500 + \frac{1}{3} \times 8.700 = \text{ca } 11.200 \text{ kr/hus}$$

Med kärnkraftverk av storleken 2 x 750 MW:

$$\frac{2}{3} \times 10.500 + \frac{1}{3} \times 8.700 = \text{ca } 9.900 \text{ kr/hus.}$$

#### Indirekta investeringar vid oljevärme

Energileverantörens och det allmännas nödvändiga investeringar vid oljevärme är av annat slag än vid elvärme och omfattar

främst distributionsinvesteringar. Dessa innefattar i princip investeringar för fordon, centrala och lokala oljelagringsanordningar, hamnar, andel i vägkostnader o d.

Kostnaderna för hamnar och centrala lagringsanordningar är mycket svåra att med någon noggrannhet beräkna och naturligtvis alldeles särskilt utan tillgång till den speciella expertis, som sådana beräkningar skulle erfordra. Emellertid erfordras hamnar och centrala lagringsanordningar för olja såväl vid elvärme som vid oljevärme. Av Svenska Kraftverksföreningens skrift "Elförsörjningen under 1970-talet" framgår, på så sätt som återgivits i FIG. 7 i här föreliggande uppsats, att även efter kärnkraftens utbyggande en avsevärd del av effekt och energi likväl måste hämtas från oljeeldade värmekraftverk - kärnkraften lämpar sig som förut omnämnts bäst för den långvariga grundbelastningen, medan mera kortvariga belastningar tas av värmekraft eller vattenkraft. Observeras därtill att det volymmässigt åtgår drygt dubbelt så mycket olja att alstra en viss värmemängd för byggnadsuppvärmning via omvägen över el vid oljeeldade värmekraftverk (verkningsgrad ca 40 % men räknat framme hos abonnenten endast ca 35 %) som vid direktuppvärmning med oljeeldade värmepannor (verkningsgrad ca 75-80 %), så förefaller det övervägande sannolikt, att investeringarna för hamnar och centrala lagringsanordningar åtminstone inte blir lägre vid elvärmealternativet än vid oljevärmealternativet. På grund av svårigheten att bestämma deras absoluta storlek har de här "på säkra sidan ur oljevärmesynpunkt" antagits lika.

Kostnaderna för lokala lagringsanordningar för eldningsolja (exklusive husägarens lagringsanordningar) är små och har med stöd av uppgifter från oljebolagen beräknats till ca 50 kronor per hus.

Sedan ovanstående skrivits - i början av 1968 - har i tidningspressen meddelats, att OK avser att bygga ett oljeraffinaderi för ca 500 milj kronor. Denna investering kan anföras som exempel på svårigheten att beträffande investeringskostnader precisera det allmännas (energileverantörens) investeringskostnadsbelastning för en viss energiform. Eldningsolja kan nämligen också importeras till Sverige direkt färdig för användning.

De priser för eldningsolja, som använts i årskostnadsberäkningarna, är baserade på priser för sådan importerad eldningsolja. Investeringar i landet för raffinering synes därför inte vara någon för framskaffande av oljevärmeenergi för småhusuppvärmning nödvändig investering. För alstring av elenergi för motsvarande ändamål är däremot utförande av kraftverk och viss del av distributionsnätet nödvändiga investeringar. Författaren har därför för sin del inte ansett att investeringar för raffinaderier, som ju dessutom avser framställning av en rad andra produkter än eldningsolja (t ex bensin), är jämförbara med investeringar för framskaffande till konsumenten av elenergi. Raffinaderiinvesteringar har därför inte i efterföljande sammanställning belastats investeringar för oljeenergi till småhusuppvärmning.

Väggkostnaderna representerar en investeringskostnad i den mån särskilda kostnader uppstår som följd av energidistributionen. Vid elvärme är detta helt naturligt inte alls fallet. Vid oljevärme uppkommer investeringar i den mån speciella vägar eller förbättring av vägar måste anordnas för distributionsfordonen. Enligt uppgift av framstående trafikexpertis i Stockholms stad förekommer dock normalt inga sådana speciella väggkostnader; för såväl huvudvägnät som praktiskt taget alla småhusområden måste vägar under alla förhållanden utföras med sådan standard, att lastbilstransporter kan äga rum fram till resp hus, och då kan även oljetransporter i regel framföras utan ytterligare anordningar. Vid centraltanksystem behövs för övrigt inte ens de vägar till de enskilda husen, som av andra skäl är nödvändiga. Någon beräkningsbar investering för väggkostnader föreligger därför i normala fall ej.

Gentemot ovanstående kan naturligtvis invändas, att oljetransporter på landsväg och järnväg utgör en ej obetydlig del av de totala transportererna och att i den mån sådana transporter hänför sig till olja för småhusuppvärmning så bör investeringskosttot för oljevärme belastas med den andel i väginvesteringarna, som oljetransporterna för nu nämnda värmeändamål representerar. En markant skillnad råder emellertid härvidlag gentemot de förut behandlade marginalkostnaderna för elvärme. Vägar måste finnas vare sig oljetransport på dem äger rum eller

ej. Väginvesteringen ökas därför inte - i varje fall inte påtagligt - om oljetransport äger rum. Däremot ökas investeringen för elkraftverk och distributionsnät, om elvärme införes (mera allmänt).

I den mån viss osäkerhet i uppskattningen av väginvesteringarna förefinnes bör redan här framhållas, att, som i någon mån framgår av efterföljande sammanställning, skillnaderna i totala tillskottsinvesteringar för de båda värmeformerna oljevärme resp elvärme (för småhus) under alla förhållanden torde vara så stora, att nu nämnda möjliga osäkerhet knappast kan tänkas spela någon större roll för totaljämförelsen.

Investeringskostnaderna för oljedistributionsfordon har kunnat ganska noggrant beräknas med stöd av uppgifter från oljebolagen. Storleksordningen har befunnits utgöra ca 50 kr per hus.

Den sammanlagda beräkningsbara nödvändiga investeringen för energileverantören och det allmänna har sålunda beräknats till storleksordningen 100 kr per hus vid oljevärmealternativet. Härtill kommer vissa investeringar K, som ansetts belasta båda alternativen lika. Oljevärmealternativet har dessutom i en del beräkningar brukat belastas med vissa miljöskyddsinvesteringar. Dessa sistnämnda kommer att diskuteras i annat sammanhang. Med stöd av de sålunda redovisade beräkningarna kan följande sammanställning av de ungefärliga totala investeringarna per hus räknat vid "direkt elvärme" och "indirekt värme" med oljeeldning upprättas:

Totalinvesteringar pr hus vid "direkt elvärme" och "indirekt värme"

	System "direkt elvärme"	System "indi- rekt (el)vär- me", med oljeeldning
Husägarens egna investeringar	4.000:-	8.000:-
Energileverantörens och det all- männas investeringar, ca (vid 2 x 750 MW kärnkraftverk)	9.900:-	100:-
dito dito, som ansetts lika vid båda systemen	<u>          K          </u>	<u>          K          </u>
	13.900:- + K	8.100:- + K



forts

System  
"direkt  
elvärm"System" indi-  
rekt (el)vär-  
me", med  
oljeeldningVid 400 MW kärnkraftverk  
ändras summabeloppen till

15.200:- + K

8.100:- + K

De totala investeringarna är enligt dessa siffror betydligt större för system "direkt elvärm" än för "vattenburen värme" med oljeeldning, detta trots att den enskilde husägarens investeringar visar den motsatta tendensen.

Det bör dock återigen understrykas att de anförda siffrorna endast avser att söka belysa den inbördes storleksordningen av investeringarna vid de båda värmeformerna, ej att ange några exakt riktiga detaljsiffror, vilket torde vara omöjligt.

Anm. Sedan detta skrivits har vid ett symposium vid Tekniska Högskolan den 22 januari 1970 rörande luftföroreningsfrågor av avdelningsdirektören vid Statens Naturvårdsverk A Grennard, som under en följd av år varit verksam vid ledande amerikanska energiproduktionsföretag och nyligen återvänt till Sverige,

framlagts en del färsk erfarenhetssiffror från USA. Dessa indikerar en avsevärd stegring av kärnkraftkostnaderna under senare tid. Ur texthäftet till Grennards föredrag citeras:

"Amerikanska producenter har funnit att man med nuvarande byggnadstid på sju år för kärnkraftverk och en årlig ökning å efterfrågan å elektrisk ström å 7 % helt enkelt icke har tid att vänta på att uppföra ett kärnkraftverk - bortsett från högre kostnader och ständiga driftavbrott. Tidigare beräknade priser för dylik kraft har visat sig alldeles för låga. Det är i synnerhet byggnadskostnaderna, som visat sig excessiva. En kärnkraftanläggning å 1.000 MW för leverans år 1975 kostnadsberäknas idag till \$ 228 per kW, en konven-

TREND FÖR ANLÄGGNINGSKOSTNADER  
AV KÄRNKRAFTVERK.

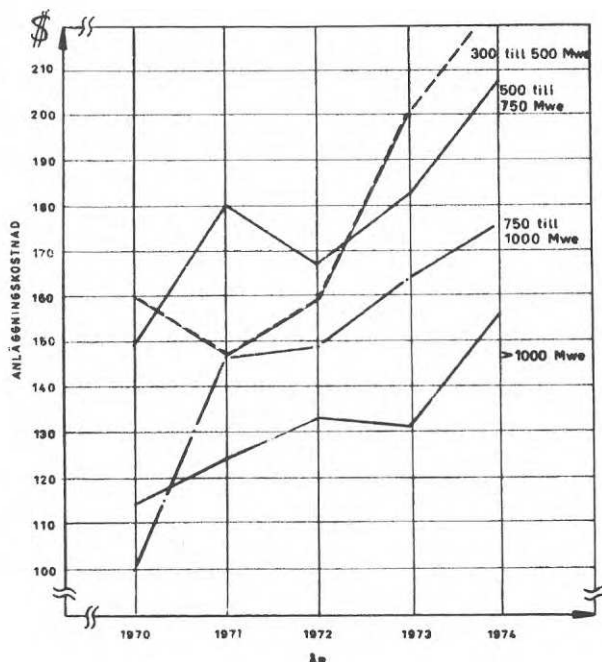


FIG. 6 i Grennards föredrag.

tionell anläggning däremot till § 186. Niagara Mohawk Power Co's 500 MW kärnkraftanläggning, nyligen färdigställd, kostade emellertid mycket mer, § 300 per kW. En jämförelse med FIG. 5 och 6 - uppgifter från Battelle Memorial Institute i slutet av år 1967 - visar hur snabbt kostnadsbilden ändrats och ändras. Amerikanerna torde därför vara benägna att reducera sin satsning på termiska kärnkraftverk, som endast utnyttjar 0,7 % av bränslet och inväntar de snabba breederreaktorerna mot slutet av åttiotalet."

I den mån den här betonade kostnadstrenden skulle vara tillämplig även på svenska förhållanden - planerade svenska kärnkraftverk byggs ju för närvarande till stor del efter amerikanska förebilder och med utnyttjande i väsentlig grad av amerikansk expertis - så skulle de betyda en avsevärd kostnadsökning relativt de här ovan använda värdena.

Nu torde det inte vara riktigt att översätta de amerikanska kostnaderna till svenska enbart efter nuvarande växelkurser, och den markerade kostnadsstegringstrenden, som bl a framgår av det här återgivna prognosdiagrammet från det kända och ofta åberopade Battelle Memorial Institute, är nog också delvis be- tingad av den senare tidens starka amerikanska inflation. De amerikanska erfarenheterna utgör dock ett memento som inte kan lämnas helt obeaktat.

Uppgiften om "ständiga driftavbrott" vid nuvarande amerikanska kärnkraftverk tycks också i viss mån bekräftad av officiella svenska uttalanden eftersom bl a nyligen från högsta möjliga instans offentligt framförts att Vindelälvens utbyggnad numera återigen anses motiverad av energipolitiska skäl "på grund av större osäkerhet hos kärnkraftverk än vad tidigare förutsattes".

De av dir Grennard åberopade erfarenheterna understryker emellertid ytterligare den i föreliggande skrift framförda huvudtesen om trygghetsvärdet - både ur driftsäkerhets-, privatekonomisk och samhällsekonomisk synpunkt - i att utföra värmeanläggningarna för våra småhus med ett flexibelt och för alla energiformer användbart system.

Insikten om de totala investeringarnas storlek och betydelse motiverar ett förslag, som här - utan anspråk på fackmannamässig realism - må skisseras. Elvärmen har många fördelar som bör eftersträvas. På lång sikt är det tänkbart att dess kWh-pris hos konsumenten avsevärt minskas. Nackdelar är bl a konsumentens beroende av en enda energiform för livsviktig bostadsuppvärmning, där full säkerhet mot strömavbrott aldrig torde kunna uppnås, och vidare de än så länge högre totala investerings- och årskostnaderna för helelektrisk uppvärmning. De sistnämnda är i sin tur mycket beroende av att utbyggnaden av kraftverk och ledningsnät måste dimensioneras för att också klara toppbe-

lastningarna på elvärmen. För att snabbast möjligt kunna utnyttja elvärmens fördelar men utan dess nu nämnda nackdelar kan det vara värt att diskutera följande variant på huvudtesen i denna skrift:

Uppvärmningssystemet utföres med system "vattenburen värme" med värmepanna, som kan uppvärmas både elektriskt och med oljevärme (fasta bränslen). Elvärmen utnyttjas som värmekälla året runt med en begränsad effekt av t ex endast storleksordningen  $1/3$  à  $2/3$  av erforderlig topp effekt och med fördel baserad på generering i kärnkraftverk (med deras tämligen konstanta grundlast). Toppbelastningen under en kort del av året, ev dygnet upptas däremot via automatisk reglering med lokal oljevärme.

Fördelen med denna "kompromissvärme" skulle vara följande: Behövliga investeringar för alstring av elvärmeenergi minskas. Årskostnaderna skulle stanna någonstans mellan årskostnaderna för enbart oljevärme och för enbart elvärme. Förutom ekonomiska fördelar relativt enbart "direkt elvärme" skulle kompromissvärmen genom ständig tillgång till andra energiformer ha fördelen av ökad flexibilitet och trygghet - ständig säkerhet mot strömavbrott eller andra inskränkningar av elvärmen. För kraftverken skulle alla bekymmer att klara värmeförsörjningen vid större aggregathaverier o d i stort sett bortfalla. Relativt ren oljevärme minskas de årliga luftföroreningarna vid oljeeldning - ehuru små när det gäller småhusområden, se nedan - till en obetydlighet.

Gentemot ovanstående kan måhända åberopas en i informationen för "direkt elvärme" ofta framförd synpunkt, att elvärmeförsörjningen redan nu är så säker, att strömavbrott eller effektbrist praktiskt taget inte behöver riskeras. Detta kan ej bedömas av en icke-fackman, men att säkerhetsmarginalerna för närvarande kan vara ganska begränsade framgår bl a av en initierad artikel i Teknisk Tidskrift 1969, häfte 19, "Kraftbalansläget 1968/69", ur vilken må citeras: "När driftåret började var elsituationen ganska gynnsam. . . . Torcka försämrade emellertid läget snabbt. . . . Under september havererade dessutom landets största energiproducerande aggregat G3 i Stenungsund på 275

MW.... På grund av det skärpta läget togs så snabbt som möjligt i anspråk all värmekraft av betydelse inom landet. Äldre aggregat, som legat i malpåse under de 7 feta åren 1961/67, rustades snabbt upp och bemannades.

Importen från grannländerna ökades snabbt till maximal nivå... Haverier skärpte successivt läget. Under december havererade Stockholms Elverks 160 MW-aggregat i Hässelby.... Den 7 mars skadades Konti-Skan-kabeln.... I mitten av mars var läget att all landets värmekraft av betydelse utnyttjades för fullt och att grannländerna exporterade maximalt.... Vidare måste man ta hänsyn till att den temperaturberoende delen av förbrukningen nu snabbt ökar i och med införande av elvärme i större omfattning. Ett mera realistiskt hänsynstagande till haverier i produktionsanläggningar och på samkörningsförbindelser torde också bli en nödvändig komplettering."

Artikeln sammanfattas med uppgiften att samkörningen denna gång fungerat fint, men den ger onekligen intrycket att - om ytterligare några större haverier inträffat - så hade brister måhända drabbat just elvärmen. Här bör observeras, att enligt publicerade uppgifter haveririskerna snarare ökar än minskar då kärnkraften införts och att ett bortfall av något eller några av dessa jätteaggregat (kärnkraftstationerna projekteras just nu i Sverige för en begynnelseeffekt av 2 x 750 MW) kan vålla effektbekymmer av helt annan storleksordning än för närvarande.<sup>x)</sup>

För en icke-fackman förefaller en så enkel trygghetsåtgärd som att i fortsättningen basera elvärmeutbyggandet på system "vattenburen värme" med oljevärmereserv som en lika enkel som kostnadsbesparande politik. Det skisserade "kompromissförslaget" minskar istället för ökar kraftverksindustrins och därmed samhällets totala investeringar och kan alltså också kostnadsmissigt utfalla gynnsammare än nuvarande system med enbart "direkt elvärme".

Avslutningsvis skall här understrykas, att vissa av de ovan redovisade synpunkterna och resultaten väl överensstämmer med från helt annat men ytterst auktoritativt håll framförda uppgifter.

x) Anm. Detta är skrivet ca 1 år före 1970 års elransonering.

En av dessa synpunkter gäller relationen mellan den enskilda husägarens och de totala investeringarna. I hittills publicerade kostnadsdiskussioner i frågan har husägarens investeringar som ovan nämnts i de allra flesta fall skjutits i förgrunden medan man mer eller mindre bortsett från de totala investeringarna.

Det borde dock inte råda någon tvekan om att vid en rättvisande jämförelse mellan olika system ur investeringssynpunkt det är de totala investeringarna som bör beaktas. Så sker i andra ekonomiska sammanhang ehuru i frågan om direkt elvärme kontra oljevärme-indirekt värme av speciella skäl den enskildes investeringar kommit i förgrunden i den allmänna diskussionen. Det kan då vara av intresse att härvidlag - liksom på en rad andra punkter - citera en utomordentligt klagörande artikel, "Den svenska energiförsörjningens utveckling" (Svenska Dagbladet 3/1 1967) av en av landets främsta industrimän, Elam Tunhammar, bl a ordförande i Svenska Petroleuminstitutet och vice ordförande i AB Atomenergi, som skriver:

"Dessa investeringar bör ses ur det totala samhällsekonomiska perspektivet, dvs oavsett vem som gör investeringarna, den enskilde eller det allmänna."

En andra synpunkt avser de storleksordningar på de totala investeringarna, varom härovan ett försök till uppskattning gjorts. Ur Tunhammars artikel kan återigen citeras:

"Försiktigt räknat torde eluppvärmning i större skala taga i anspråk en tredjedel mer av kapitalresurserna i landet än vad den gamla beprövade oljeeldningen gör." Denna sista uppgift stämmer väl med den härovan genomförda beräkningen av de totala investeringarna om det beaktas, att den citerade uppgiften förutsatt elgenerering i oljebaserade värmekraftverk medan de härovan framräknade uppgifterna till en större del inkluderar investeringsmässigt dyrare kärnkraft.

Det brukar ibland betonas att småhusens effekt- och energibehov också vid en mera allmän övergång till "direkt" eluppvärmning är litet jämfört med övrig elförbrukning och därför inte spelar så stor roll för den allmänna energibalansen. Ett enkelt

räkneexempel visar dock att det likväl kan gälla betydelsefulla marginalkvantiteter. Antag att omkring 1970-talets mitt ungefär hälften av de dåvarande småhusen eller ca 500.000 hus är elvärmda och att de under en extremt kall period kräver genomsnittligt 8 à 10 kW per hus för uppvärmningsändamål. Totalt motsvarar detta en tillskottseffekt av 4 à 5.000 MW.

Vid det här förordade flexibla värmesystemet kan detta normalt drivas med elvärme men i ett ogynnsamt energiläge kan nyssnämnda värmeeffekt också åstadkommas med lokal eldning med olja (eller i en beredskapssituation med t ex ved). Att detta kan innebära en betydelsefull reserv framstår klart om man observerar att landets största vattenkraftverk, Stornorrfors, har en kapacitet av 375 MW, att de största aggregaten vid våra nuvarande värmekraftverk är av storleksordningen 275 MW, att det under byggnad varande kärnkraftverket vid Oskarshamn är av storleken 400 MW och att t o m de planerade kärnkraftjättarna vid Ringhals m. m. har en aggregatstorlek av 750 MW. "Reservenergin" hos lokala flexibla värmeanläggningar enbart vid våra småhus räcker alltså att ersätta aggregathaverier och kraftbortfall från en lång rad av våra största elkraftverk.

Samhällets inkl energileverantörens behövlige investeringar för alstring av uppvärmningsenergi enbart till småhusbeståndet är också i absolut mått mycket stora. Antas återigen ett antal småhus motsvarande halva småhusbeståndet i mitten av 1970-talet överfört till elvärme erfordras för ren elvärmeförsörjning ett investeringsbelopp för det allmänna för kraftverk och distributionssystem av storleksordningen 3-4 miljarder mera än för enbart oljevärme. Varje möjlighet att reducera toppinvesteringarna för uppvärmningsändamål är därför betydelsefulla, eftersom det i ett samhälle alltid råder knapphet på investeringsmedel, och det finns ett stort antal andra behov än bostadsuppvärmning (t ex miljövard, sjuk- och åldringsvard etc) som behöver tillgodoses med tillgängliga investeringsmedel. I skriften har ifrågasatts huruvida ej användande av ett flexibelt system skulle kunna ge möjlighet till sådan reduktion av de samhälleliga investeringar som erfordras för småhusens värmeförsörjning.

## Val av uppvärmningssystem med hänsyn till energitillgången i framtiden

Livslängden på ett ordinärt småhus brukar beräknas till åtminstone 60 år, i praktiken vanligen längre. Uppvärmningssystemet för ett sådant hus bör helt naturligt utformas så, att huset under hela sin livslängd kan på ett ekonomiskt och tekniskt fullgott sätt uppvärmas. Livslängden av ett hus är emellertid avsevärd jämfört med varaktigheterna av olika "bränslen" ekonomiskt optimala användningsperioder.

Vid oljevärme kan det inte utan vidare förutsättas att eldningsolja kommer att vara tillgänglig för uppvärmningsändamål under nu nämnda långa tidsperioder, åtminstone inte till nuvarande låga priser. Oljan anses redan nu av många vara för värdefull att eldas upp, eftersom den också kan användas som råvara för många viktiga material. Elektrisk uppvärmning som huvudsaklig uppvärmningsform för småhus måste därför bedömas vara ett högst sannolikt och kanske rentav tvingande framtida alternativ, som kan bli aktuellt långt före utgången av nuvarande nybyggnaders livslängd. En oljeeldningsanläggning bör med tanke härpå helst utformas så, att den också kan användas för elektrisk uppvärmning med effektivt utnyttjande av den tillförda elektriska energin.

Vid elvärme torde den framtida elvärmeutbyggnaden som redan nämnts främst vara baserad på tillkomsten av kärnkraftverk. Prisutvecklingen för kärnkraftverkens "bränsle", uranet, är emellertid under en längre framtidsperiod något svårbedömbart. Ganska nyligen har i dagspressen (den 14 sept 1967) publicerats ett uttalande av generaldirektören för Internationella atomenergi-kommissionen, dr Sigvard Eklund, inför i Wien församlad atomkraftexpertis från 30 nationer, att "inom en period av endast 13 år kommer (kärnkraftverken) att ha gjort slut på alla hittills kända urantillgångar på lågkostnadsnivå. . . . det som ligger till grund för det relativt låga priset på atomkraft. . . ". Liknande uppgifter har också (i november 1967) publicerats i Teknisk Tidskrift (M Mårtensson: "Uran för kraftalstring"). Där har även visats den i FIG. 9 återgivna prognosen för en möjlig prisutveckling för uran som motsvarar en 4-dubbling av uranpriset fram

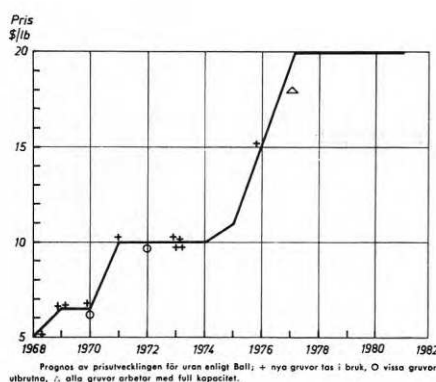


FIG. 9.

på kärnenergi skall utveckla sig tillfredsställande i framtiden. Övriga överraskningar är emellertid inte uteslutna, och det kan vara svårt att idag i alla avseenden förutse utvecklingen under så långa tider framåt, som motsvarar livslängden för husbyggnader och i dem anordnade uppvärmningssystem.

Nu nämnda förhållanden understryker ytterligare angelägenheten ur konsumentens synpunkt av att utforma uppvärmningssystem så, att de utan ändringar eller ombyggnader kan på ett ekonomiskt sätt utnyttja olika respektive under varje tidsperiod mest ekonomiska energiformer.

till 1980-talet.

Nu kan sägas, att uranpriset endast bestämmer en mindre del av totalkostnaden för kärnkraft-genererad elenergi och vidare, att kärnkraften kan förväntas utveckla sig mot nya eventuellt ännu effektivare typer ("bride-reaktorer"). Man förväntar sig därför att både tillgång och pris



## KAP. IV. MILJÖPROBLEM. LUFTFÖRORENINGAR

En huvudtanke i ovanstående framställning har varit att påvisa, att det icke behöver innebära någon som helst ekonomisk uppoffring - i de flesta fall tvärtom - att förse småhus med ett uppvärmningssystem "indirekt (el)värme", som tillåter uppvärmning både med el och med andra energiformer. Den högre investering för den enskilde husägaren, som system "indirekt (el)värme" primärt representerar i förhållandet till system "direkt elvärme" kan nämligen för flertalet permanentbebodda småhus i landet bortamorteras på mycket kort tid, om det förstnämnda systemet under denna korta tid drives med oljevärme istället för med elvärme och de därvid uppkommande årliga driftkostnadsbesparingarna användes för ifrågavarande amortering. Sedan sådan amortering skett kan med "indirekt (el)värme" försedda småhus utan ökad investeringsuppoffring för någon part värmas likaväl med elvärme som med oljevärme eller annan värmeenergiform.

Förutsättning för det förda resonemanget har alltså varit att under en begränsad tid oljeeldning accepteras. Nu har på senare år, framför allt genom en intensiv propagandaverksamhet, hos en bred krets av allmänheten spritts uppfattningen, att oljevärme - även för småhus - skulle i alltför hög grad förorena luften och därför av denna anledning borde undvikas. Att luftföroreningsfrågan i och för sig numera utgör ett allvarligt samhällsekonomiskt och miljömässigt problem kan inte ifrågasättas; det avgörande spørsmålet i här föreliggande sammanhang är emellertid i vilken grad den diskuterade småhusuppvärmningen bidrar till luftföroreningen. En annan minst lika viktig synpunkt är i vad mån alternativa värmeformer (t ex elvärme via el från oljebaserade värmekraftverk, från vattenkraft och från kärnkraft) är gynnsammare ur miljövårdssynpunkt.

Luftföroreningar i moderna tätorter har flera olika orsaker, framförallt avgaser från motorfordon och från förbränning av olja eller fasta bränslen vid värmeanläggningar. De sistnämnda är av många olika slag; de viktigaste avser industrianläggningar, värmekraftverk och byggnadsuppvärmning. Förbränning av sva-

velhaltiga bränslen ger bl a upphov till utsläpp av svaveldioxid, som för närvarande torde anses orsaka den som allvarligast betraktade typen av luftföroreningar. Eldningsolja innehåller betydligt mera svavelföreningar än de flesta brukliga fasta bränslen och spelar därför särskilt stor roll för alstringen av svaveldioxid i luften. Svavelhalten är emellertid mycket olika hos olika typer av eldningsoljor: störst är den vid de tjocka oljorna (typ Eo 3-5), där den kan vara ca 5 gånger så stor som vid t ex de tunna eldningsoljor (Eo 1), som brukar användas vid småhusuppvärmning. De tjocka eldningsoljorna är betydligt prisbilligare än de tunna och används i dominerande utsträckning i större värmecentraler för byggnadsuppvärmning, vid oljeeldade elkraftverk, i industrier m. m.

Förbränningen av svavelhaltiga bränslen ger upphov till dels ett globalt (eller regionalt), dels ett lokalt föroreningsproblem.

Det globala (regionala) luftföroreningsproblemet gör sig gällande både mellan olika länder och olika andra geografiskt skilda områden. På senare tid har det som bekant uppmärksammats att svaveldioxidutsläppen i relativt sett så pass avlägsna trakter som de centraleuropeiska industriområdena, t ex Ruhr, i avgörande grad förorenat luften i stora områden i Sverige. Man torde härav kunna dra den slutsatsen, att regionalt betonade luftföroreningar till följd av byggnadsuppvärmning inte i alltför väsentlig grad kan undgås genom att istället för lokal oljeeldning införa elektrisk uppvärmning via elenergi alstrad i oljeeldade elkraftverk. För att avgörande påverka luftens renhet måste alltså den för elvärmen behövliga el-energin alstras i antingen vattenkraftverk (vilket numera är helt otillräckligt) eller i kärnkraftverk. Det synes emellertid att döma av den senare tidens erfarenheter inte ens vara tillräckligt att vidta sådana åtgärder regionalt inom det egna landet, utan man måste även reglera frågan internationellt genom begränsningar av svaveldioxidutsläppen i kanske andra världsdelar. Självfallet försvårar detta i utomordentlig grad möjligheten att åstadkomma någon verklig långtgående förbättring av de globalt betonade luftföroreningarna. Det reducerar naturligtvis också i hög grad betydelsen ur regional synpunkt av de relativt sett mycket obetyd-

liga svaveldioxidutsläppen från med svavelfattiga oljor uppvärmda småhusområden.

Enligt en relativt nyligen i Teknisk Tidskrift (nr 21, 1967) publicerad amerikansk undersökning, fördelade sig de olika luftförorenande faktorerna vid denna undersökning enligt följande tabell:

Fördelning av immissionskällor i USA

Källa	New York City %	USA-genomsnitt %
Motorfordon	56,4	60
Industri	0,7	16,2
Kraftverk	12,7	14
Byggnadsuppvärmning	22,2	5,6
Sopbränning	8	4,2

Byggnadsuppvärmningen medverkade således endast till 5,6 % av de genomsnittliga totala luftföroreningarna (t o m i New York City endast till ca 22 %), medan resten av luftföroreningarna vållades av motorfordon, industrier, oljekraftverk m. m. Härvid är att märka, att byggnadsuppvärmningen i denna undersökning liksom vid de flesta flervåningshus i Sverige utnyttjat "smutsigare" tjockolja med ca 5 gånger högre svavelhalt än den högraffinerade olja, Eo 1, som användes vid här aktuella oljeeldningssystem för småhus. Man kan därför redan av denna undersökning dra den sannolika slutsatsen, att småhusuppvärmning med eldningsolja Eo 1 knappast avsevärt bidrar till den totala luftföroreningen i våra moderna samhällen.

Man kan emellertid få en ganska preciserad uppfattning om småhusuppvärmningens bidrag här i Sverige till de här diskuterade regionala luftföroreningarna genom att studera officiell statistik över förbrukningen av olika typer av brännolja vid olika förbrukningsställen. Aktuella siffror från denna statistik återges på följande sida i TAB. D gällande 1968. (Statistiska Centralbyrån, I-byrån):

TABELL D. Leveranser av eldningsoljor med fördelning på varuslag och förbrukargrupp. 1968.

Eldningsolja nr d:o, volymvikt, $\delta$ → d:o, svavelhalt vikts-% (p) →	Leveransvolym, 1000-tal m <sup>3</sup> = Q					Svavelinnehåll, Q · p · $\delta$ , ton				
	Eo 1	Eo 3	Eo 4	Eo 5	Summa olja 1000 <sub>3</sub> -tal m <sup>3</sup> Q	Eo 1	Eo 3	Eo 4	Eo 5	Summa svavel ton
<u>Förbrukningsgrupp</u>										
Kraft- och elverk	13	22	560	459	1054	50	400	12000	10400	} 39830
Kraftvärmeverk	2	6	143	613	764	10	110	3060	13800	
Industrier	809	637	2195	2904	6545	3360	11600	47000	65700	127660
Fastigheter (bostads-, affärs-, kontors- e. d.)	5554	1179	760	43	7536	23000	21500	16300	970	61770
Institutioner (statliga, kommunala etc.)	553	462	570	72	1657	2300	8410	12200	1620	24530
Övrigt	143	37	39	17	236	600	680	830	380	2490
Summa:	7074	2343	4267	4108	17792					256280
Därför för småhusupp- värmning	3000					12500				12500

Svavelmängd från småhusuppvärmning i % av total svavelmängd:  $\frac{12500}{256280} = \underline{\underline{4,9\%}}$

Som framgår av tabellen är oljeförbrukningen uppdelad på de olika oljekvaliteterna Eo 1, Eo 3, Eo 4 och Eo 5, där sålunda Eo 1 är den tunnaste och svavelfattigaste oljan medan Eo 5 representerar den motsatta ytterligheten (tjockolja med hög svavelhalt). Beräknade genomsnittliga svavelhalten för de olika oljetyperna har angivits i tabellen.

För förbrukningen av tunn eldningsolja för småhusuppvärmning finns ingen separat siffra i statistiken, men om man antar att varje småhus är försett med källare och förbrukar i medeltal 4.000 liter olja Eo 1 (en högre siffra än som genomsnittligt kan förväntas för småhusuppvärmning) och vidare att 750.000 svenska småhus f n (1968) uppvärms med enbart oljevärme, så skulle det åtgå ca 3,0 miljon m<sup>3</sup> Eo 1 för småhusuppvärmningen. Med en genomsnittlig svavelhalt för denna olja av 0,5 % (viktsprocent) motsvarar detta en förbränning av sammanlagt ca 12.500 ton svavel per år. Siffran bör jämföras med mängden förbränd svavel vid de andra förbrukningsformerna, som enligt tabellen kan beräknas till ca 256.000 ton totalt, därav för elverk och kraftvärmeverk ca 40.000 ton.

Av den redovisade statistiken kan dras åtskilliga slutsatser.

En sådan är att de totala utsläppen av svavelföreningar vid förbränning av eldningsoljor är utomordentligt stora - siffrorna belyser väl att luftföroreningsproblemet på grund av oljeförbränning av olika slag är mycket allvarligt. Ändå är denna form av luftföroreningar kanske inte den värsta; den ovan refererade amerikanska undersökningen anger att luftföroreningarna från motorfordon kan åtminstone kvantitativt vara ännu större.

En annan slutsats är emellertid, att de regionala luftföroreningarna på grund av direkt oljeeldning vid småhus (med svavelfattiga eldningsoljor Eo 1) är högst obetydliga jämfört med de totala svavelföroreningarna, enl TAB. D 4, 9 % av de sistnämnda. Småhusuppvärmningens bidrag har sålunda regionalt sett nästan karaktären av "en droppe i havet".

Det framgår av tabellen att den dominerande kvantiteten svavelföroreningar härrör från i första hand industrier och i andra hand från fastighetsuppvärmning och då särskilt tjockoljeeldade

fastighetsvärmecentraler. En stor del av dessa uppvärms dock numera med eldningsolja Eo 1, varför endast en del av denna oljekvalitet utnyttjas för småhusuppvärmningen. I tredje hand kommer oljeeldade elkraftverk.

I den allmänna och tidvis mycket livliga diskussionen av luftföroreningarna genom oljeeldning har sällan någon klar distinktion

# El som miljöfaktor



## Giftröken bolmar, grundvattnet hotas av rostande oljetankar . . .

En av dagens viktigaste samhällsfrågor är hur vi skall komma tillrätta med nedsmutsningen av luft och vatten. En kraftfull insats har utlovats från myndigheternas sida.

Försäkringsbolag tar initiativ för att sprida kunskap och opinion. Alla bör medverka efter förmåga för att skapa bättre förhållanden.

## Renare samhälle med el

El är ren energi. Utan avgaser och lukt. Och mindre buller. Behöver inte lagras på användningsplatsen med mindre risker för läckage som följd. Dessutom bekvämt och driftsäkert.

— En ökad elförbrukning leder till bättre förhållanden i samhällena, där energin konsumeras.

Men el har också fördelar på produktionsorterna. En ökad förbrukning kommer i framtiden främst att tillgodoses av ett relativt fåtal stora kärnkraftverk — utan avgaser och med mycket stor säkerhet.

FIG. 10.

gjorts mellan oljeeldning vid större värmecentraler å ena sidan och småhusuppvärmning med tunn eldningsolja Eo 1 å den andra. Karakteristiskt för informationsverksamheten beträffande elvärme har ju varit ett framhållande av elvärmens överlägsenhet över oljevärme ur just luftförorenings-synpunkt, se t ex FIG. 10, som visar exempel på annonser

som publicerats både i fackpress och dagspress. Denna information har inte gjort någon åtskillnad mellan dels småhusuppvärmning med svavelfattiga tunnoljor och dels uppvärmning av flerfamiljshus med tjockoljor och ännu mindre mellan småhusuppvärmning å ena sidan och den samlade effekten av all slags oljeförbränning å den andra, och detta trots att just småhusuppvärmning ännu utgjort det viktigaste objektet för elvärme vid bostadshus.

Som framgår av många diskussioner med arkitekter och andra projektörer har denna brist på distinktion lett till att det tycks råda en ganska allmän uppfattning i projektörsledet att även småhusuppvärmningen med direkt oljeeldning är synnerligen miljöfarlig och ungefär lika farlig som "oljeeldning i allmänhet". Att denna uppfattning i vad avser den allmänna atmosfärsföroreningen inte är riktig framgår påtagligt av ovan angivna siffror.

Särskilt anmärkningsvärt är naturligtvis också, att småhusuppvärmningens totala bidrag till svavelföreningarna i atmosfären f n endast utgör en mindre bråkdel av motsvarande bidrag från oljeeldade kraftverk för generering av elenergi. Enligt TAB. D utgör småhusuppvärmningens bidrag f n av 12.500/39830 eller ungefär  $1/3$  å  $1/4$  av de oljeeldade elkraftverkens och kraftvärmeverkens sammanlagda bidrag. Dessa siffror gäller visserligen innan kärnkraften kommit i produktion, men som redan framhållits måste även efter kärnkraftens införande i större skala en betydande del av toppkraften levereras av oljebaserade värmekraftverk.

Nu kan det sägas att kraftverk, industrier, värmecentraler och andra större förbrukare av tjocka eldningsolja släpper ut rökgaserna på högre höjd än vid småhus. Regionalt spelar detta synbarligen inte så stor roll, eftersom föroreningarna sprides i atmosfären och förr eller senare ändå drabbar jordytan. Det är också uppenbarligen denna regionalt betonade form av luftföroreningar (jfr spridningen från Ruhr-området etc) som utgör den största faran för atmosfärens allmänna anrikande av svaveldioxid (resp svaveltrioxid - svavelsyra) och därmed också för bl a de korrosionsskador av oljevärme, som brukat anföras som en avsevärd kostnad (ca 250 kr per lägenhet och år). Småhusuppvärmningens bidrag även till denna skada är som likaledes följer av uppgifterna å TAB. D procentuellt och absolut obetydligt.

Den statistik som nu åberopats gäller helt naturligt hittillsvarande förhållanden. Enligt en huvudtes i föreliggande skrift föreslås emellertid - ur flexibilitets- och trygghetssynpunkt - sådant uppvärmningssystem för småhus att det kan användas för alla energiformer men att oljevärmen kan utbytas mot elvärme så snart merinvesteringen för den vattenburna oljevärmen kunnat bortamorteras med årskostnadsbesparingarna under något eller några få år av oljevärme istället för direkt elvärme. Antas denna bortamorteringstid ("pay-off-tid") i genomsnitt kräva 5 år (en hög siffra) och antas vidare den genomsnittliga livslängden på husens värmesystem till 30 år, så skulle  $5/30 = 1/6$  av husen i genomsnitt behöva drivas med oljevärme för att uppfylla den

nyssnämnda huvudtesens krav.

Småhusuppvärmningens andel av svavelutsläppen enligt dessa förutsättningar skulle då endast bli ca  $1/6 \times 4,9 = \text{ca } 0,8 \%$  av de totala svavelutsläppen enligt 1968 års siffror, dvs en ur praktisk synpunkt helt betydelselös bråkdel.

Den officiella statistikens siffror ger således vid handen, att de regionalt betonade luftföroreningarna av svavelutsläpp till helt övervägande del vållats av andra immisionskällor än småhusuppvärmningen. Vare sig denna sistnämnda utföres enligt nuvarande konventionella metoder eller enligt de i denna skrift föreslagna är dess andel av de totala luftföroreningarna ytterst obetydlig.

Det lokala luftföroreningssproblemet, som senare skall beröras, är något annorlunda än det regionala, men först skall en speciell jämförelse mellan de båda behandlas. Det gäller tillväxttakten av resp de regionala och de lokala luftföroreningarna genom oljeförbränning.

Karakteristiskt för de regionala luftföroreningarna är att immisionen av sådana för närvarande oavbrutet tillväxer, närmare bestämt exponentiellt med en tillväxttakt av ca 6-7 % pr år. Fördubbling sker sålunda på 12 à 10 år. Därav följer inte med nödvändighet att de i atmosfären kvarblivande föroreningarna växer i samma takt, eftersom t ex svaveldioxiden liksom andra föroreningar nedbrytes eller oxideras, men att den snabbt ökade immisionen också lett till en snabb ökning av atmosfärens kvarvarande föroreningar har ju kvantitativt konstaterats genom omfattande mätningar. Det är helt enkelt en följd av bl a den med tiden alltmer ökade förbrukningen av eldningsolja.

Karakteristiskt för de lokala luftföroreningarna, om därmed förstås de som alstras genom förbränning inom ett lokalt begränsat område, är däremot att de oftast i vad avser småhusområden inte växer exponentiellt med tiden - snarare kan de väntas sjunka! I den mån det handlar om någorlunda färdigbyggda småhusområden eller nybyggda områden, som på en gång byggs ut - det är här fråga om ganska små arealkomplex - så ökas nämligen inte antalet immisionskällor (värmeanläggningar)



inom området nämnvärt med tiden, eftersom varje hus redan från början måste vara försett med sin värmeanläggning och dennas kapacitet inte heller ökas med tiden. (Däremot kan en viss minskning tänkas inträda i den mån successivt byte sker till modernare oljebrännare.)

Den allmänna och oroväckande ökning av luftföroreningarna, som ägt rum på senare tid, är sålunda att hänföra till de regionala föroreningarna, som man på lokalt håll i vad avser småhusuppvärmning inte kan nämnvärt påverka. Beträffande de lokala luftföroreningarna är det av här påpekade skäl däremot sannolikt, att dessa varit ungefär lika stora under hela den tid som förflutit sedan resp småhusområde blivit någorlunda färdigbyggt (och försett med oljeeldning). Eftersom direkt oljeeldning enligt all erfarenhet vid "otaliga" sådana områden knappast uppfattats som något större och i varje fall inte som något hälsovådligt obehag tidigare, så borde detta logiskt sett kunna gälla även framdeles. Innebörden av detta resonemang skulle då vara, att om ett nytt småhusområde utbygges och förses med direkt oljeeldning, så bör detta inte innebära något allvarigare lokalt luftföroreningsproblem än det som så länge utan att nämnvärt observeras existerat vid mängder av tidigare utbyggda småhusområden! Någon egentlig försämring av den lokalt betonade luftföroreningssituationen på grund av direkt oljeeldning vid småhusområden är därför inte sannolik.

Det sagda innebär dock inte ett bestridande av att direkt oljeeldning vid småhus även med eldningsolja Eo 1 kan innebära lokala olägenheter. I en del - men långt ifrån alla - områden förekommer enligt erfarenhet tidvis klagomål över oljelukt och ibland även sotbesvär.

Det råder nog inget tvivel om att just på det här området förekommit en hel del underlåtenhetssynder. En del av dessa gäller husprojekteringen. Olämpligt anordnade skorstenar eller utformning av huskropparna och deras inplacering i omgivningen kan accentuera dylika lokala besvär. Synnerligen viktigt är utformningen av oljeaggregaten och deras skötsel. En intensiv utveckling har på senare år pågått beträffande oljeaggregaten för att tillförsäkra dem god förbränning och undvika sotning. Där sot-

besvär förekommit är skälet numera ofta användning av föråldrade typer av oljebrännare. Sådana besvär kan förväntas minska i den mån den relativt korta livslängden för oljebrännarna utgår (jfr TAB. A-b) och aggregaten utbytas mot modernare typer. Vid nybebyggelse med användning av moderna typer av oljebrännare är naturligtvis risken för sådana besvär betydligt mindre.

Skötseln av oljeaggregat är också en viktig faktor för att erhålla möjligast föroreningsfri förbränning. Det är visserligen ganska vanligt att en en gång injusterad oljebrännare kan arbeta invändningsfritt i årtal utan några åtgärder alls, men ur säkerhets-synpunkt är det nog förmånligt att utnyttja den service som till ganska blygsamt pris erbjuds av flera oljebolag (se KAP. II mom 4) för att regelbundet kontrollera och justera förbränningsförloppet. På denna punkt skulle det nog vara önskvärt att oljebolagen bedrev ytterligare upplysningsverksamhet om såväl denna service som om möjligheterna för husägaren själv att på bästa sätt sköta sitt oljeaggregat. En sådan skötsel är inte svårare än att de flesta husägare själva efter nödig instruktion kan klara den, men eftersom den dock representerar en viss arbetsinsats som inte förekommer vid elvärme har det i denna utredning förutsatts att den sker med betald arbetskraft.

Objektiva undersökningar av hur pass allvarliga lokala luftföroreningar genom direkt oljeeldning vid småhus är, tyvärr ännu mycket fåtaliga, men de som utförts ger föga stöd åt att de lokala olägenheterna av småhusuppvärmning med Eo 1 är särskilt allvarliga. Den enda för närvarande i sitt slag kända undersökningen av lokala luftföroreningar vid småhusuppvärmning genom direkt oljeeldning är den som redovisas i en nyligen publicerad rapport (februari 1968) av Luftvårdsbyrån vid Statens Naturvårdsverk. Undersökningen återges här i FIG. 11. Som framgår av figuren anger den uppmätt förekomst av svaveldioxid inom tre på olika sätt uppvärmda bostadsområden i Lund under en period med relativt stark eldning 1967.

Intressant är jämförelsen mellan det med fjärrvärme uppvärmda området Klostergården (ca 2,0 pphm  $\text{SO}_2$ ) och det lokalt oljeeldade villaområdet Mårtens fälad (ca 3,7 pphm  $\text{SO}_2$ ). Fjärr-

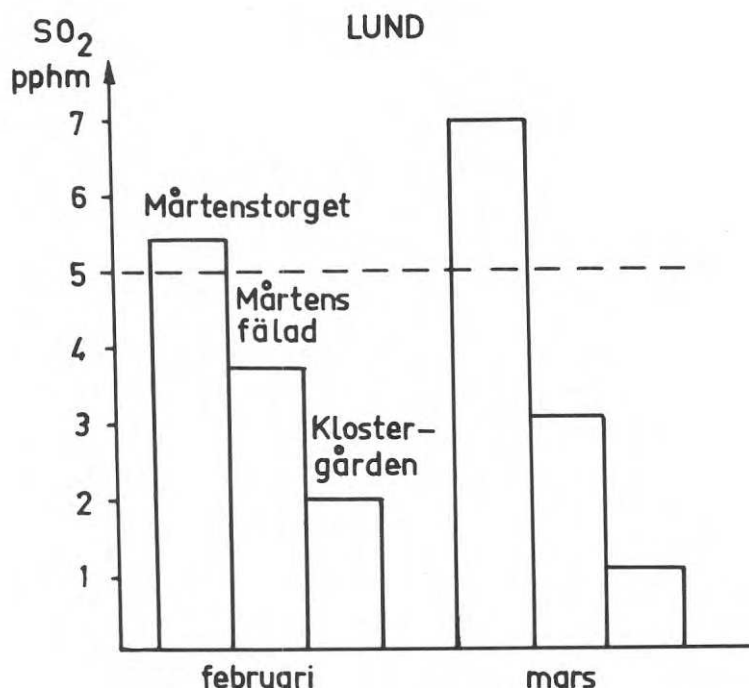


FIG. 11. Förekomst av svaveldioxid vid tre olika mätplatser i Lund febr-mars 1967. Den streckade linjen betecknar gällande riktvärde. Mårtensstorget representerar stadscentrum med mindre tung- och lättoljeeldade centraler, Mårtens fälad ett villaområde och Klostergården ett bostadsområde med fjärrvärme. Mätningar av Lunds hälsovårdsnämnd.

värmen anses ju vara det ur luftföroringssynpunkt ideala uppvärmningssystemet, men ändå är skillnaden mellan de båda nämnda områdena under en intensiv eldningsperiod endast ca

I Västerås har månadsvärdet av svaveldioxid inte vid någon station överskridit 5 pphm (part per hundred million), Dygnsmedelvärdet har endast en gång överskridit 10 pphm och halvtimmesvärdet aldrig 25 pphm.

Som jämförelse kan nämnas att under en tvåmånadersmätning i London 1957-58 fick man fram ett dygnsmedelvärde på 117 pphm svaveldioxid, 1963 i Chicago 71 pphm och samma år i Oslo 61 pphm. San Francisco har lika bra luft som Västerås, alltså 5 pphm. Mätningar i början av 1963 visade för Stockholm 21 pphm, för Göteborg 32, för Mölndal 41, för Skövde 13 pphm.

Fjärrvärmen är den bästa metoden för att komma till rätta med stadernas luftföroringssynpunkt, konstaterar professor Brosset, som är en internationellt känd expert på luftföroringar och bl a verksam inom Europarådets sektion för dessa frågor. (D.N.)

1,7 pphm. Den siffran kan lämpligen bära jämföras med de av den framstående experten på detta område, professor Cyril Brosset, nämnda jämförelsesiffrorna (se FIG. 12) av 61 pphm i Oslo och 117 pphm som dygnsmedelvärde under en tvåmånadersperiod i London. Det sista värdet är naturligtvis mycket allvarligt, men däremot har man väl i allmänhet inte uppfattat att Oslo vore så särskilt hälsovådligt att bo i. Det är dock en avsevärd skillnad mellan 1,7 resp 3,7 pphm och 61! Värdet 3,7 ligger vidare klart under det av Naturvårds-

FIG. 12.

verket rekommenderade riktvärdet 5 pphm och som nämnts endast obetydligt över värdet för de fjärrvärmda områdena.

De genom objektiva mätningar konstaterade små absolutvärdena på luftföroeningarna vid småhusområden med oljeeldning stämmer i själva verket ganska väl med mångåriga empiriska erfarenheter. Man har ju nämligen i flera årtionden använt denna form av husuppvärmning för villaområden världen över utan att de lokala luftföroeningarna av denna begränsade form av oljeeldning överhuvudtaget uppmärksammas innan man i en del propaganda ganska nyligen började framhålla dem som en svår olägenhet. Än en gång bör det dock därvid framhållas, att det nu sagda gäller småhusuppvärmning med eldningsolja E o l, ej de obestridligen starkt luftföroenande eldningarna från större värmecentraler med svavelrika tjocka eldningsolja.

Det bör också återigen understrykas att vad här anförts inte avser att bestrida att småhusuppvärmning med lokal oljeeldning kan medföra vissa lokala olägenheter. Avsikten har endast varit att söka sätta realistiska siffror i stället för en del ibland förekommande propagandistiskt överdrivna uppgifter. De mera påtagliga och direkt observerbara lokala olägenheterna i den mån sådana förekommer har emellertid i allmänhet varit begränsade till oljelukt eller viss sotförekomst. Om bägge dessa olägenheter torde gälla dels att de i den omfattning de brukar förekomma vid svenska småhusområden icke vållat några påvisbara hälsorisker, dels att det eventuella subjektiva obehag de vållat förefunnits så länge oljeeldning varit vanlig vid småhus utan att tidigare ha betraktats som någon allvarligare olägenhet. Det förtjänar också upprepas att av de skäl som tidigare anförts denna lokala luftföroening i motsats till den allmänna luftförsämringen genom ökad oljeförbränning, avgaser m. m. inte ökas med tiden utan snarare kan väntas minska genom oljebrännarteknikens utveckling på senare tid. Under sådana omständigheter synes det vara rimligt att de ifrågakommande olägenheterna objektivt väges mot de fördelar som ett flexibelt uppvärmningssystem medför och de kostnadsbesparingar som med ett sådant kan uppnås.

När man som i detta fall behandlar miljöproblem bör man kanske inte heller helt bortse från andra aspekter av kostnadssynpunkten. Miljövård har visserligen på sista tiden blivit ett så starkt värdeladdat ord, att varje erinran om kostnadsproblemet kan uppfattas som utslag av ett reaktionärt tänkande, men man kan ju också anlägga den synpunkten, att det gäller att använda kostnadsutläggningen på sådant sätt, att de ger maximal nytta även ur miljövårdssynpunkt.

Låt oss därför göra tankeexperimentet att oljeeldningen slopades vid alla nuvarande 750.000 småhus i Sverige och ersattes med elvärme, men det sistnämnda enbart från vattenkraft, så att man undginge luftföroreningarna från toppkraftalstrande oljeeldade elkraftverk. Alldeles bortsett från att detta i praktiken är omöjligt så skulle det enligt ovan medföra en årlig merkostnad av 750.000 gånger medelkostnadsdifferensen mellan oljevärme och elvärme. Om man utgår från siffrorna i KAP. II, mom 10 så kan denna medeldifferens grovt räknat uppskattas till ca 510:- kr/år för 1/3 av nybyggda småhus (de källarlösa) och till 770:- kr/år för 2/3 (de källarförsedda). Härtill kan komma vissa korrekationer för geografisk belägenhet, avvikande husstorlek m. m. Bortsett från dessa blir medeldifferensen  $1/3 \cdot 510 + 2/3 \cdot 770 = \text{ca } 680\text{:}- \text{ kr/år}$ . För 750.000 villor alltså storleksordningen ca 510 miljoner kr per år.

Om man nu vidare förutsätter att den betydelsefullaste egen-skapsskillnaden mellan oljevärme och direkt elvärme vid småhus är den som avser luftföroreningarna - vilket naturligtvis inte behöver vara riktigt - så kan följande fråga vara värd att diskutera: Är det ur miljövårdssynpunkt optimalt att använda de 510 miljonerna per år för minskning av luftföroreningarna till följd av småhusuppvärmning med oljeeldning - eller kan samma belopp användas bättre i annat miljövårdssammanhang?

I förra fallet blir det enligt ovan ingen nämnvärd ändring av de regionala luftföroreningarna medan däremot de lokala kan minskas. I senare fallet kan de 510 miljonerna användas för förbättrad rening av vårt avloppsvatten i och för förbättring av våra vattendrag, förbättrad renhållning av nedskräpningen i naturen etc etc. (För förstnämnda ändamål står f n till förfogande ca

200 milj. kr/år.) Något svar på vad som är optimalt gynnsammast skall här inte försökas utan frågan är ställd endast som en diskussionsfråga.

När det gäller att bedöma betydelsen av de här ovan omnämnda lokala luftföroreningarna måste dessa också ses mot bakgrunden av förhållandena vid alternativa uppvärmningsmetoder. I det ogynnsammaste fallet innebär luftföroreningarna vid lokal oljeeldning vid de småhusområden som det här gäller en, temporär, skada på en av våra naturtillgångar, luftens renhet. Man kan undgå åtminstone den lokalt verkande delen av denna skada genom att övergå till elektrisk uppvärmning och motsvarande utbyggnad av landets elektriska kraftförsörjning. Som förut framhållits kan detta ske på huvudsakligen tre sätt: via oljebaserad värmekraft, via vattenkraft och via kärnkraft.

Som framgår av den förut åberopade skriften "Elförsörjningen under 1970-talet" planeras den framtida elvärmen att främst tillgodoses med hjälp av kärnkraft. Enligt publicerade planer måste dock alltså en viss del av energin alstras i oljeeldade kraftverk. Det märkliga förhållandet inträffar nu att luftföroreningarna under en lång följd av år synes bli mindre vid direkt oljeeldning vid småhus än via elvärme. Orsaken är dels den väsentligt lägre termiska verkningsgraden vid husuppvärmning via omvägen över elenergi (ca 35 % mot 75 % vid direkt oljeeldning), dels att det fortfarande erfordras oljeeldade kraftverk, som måste drivas med svavelrikare olja än Eo 1.

Att det även i kärnkraftåldern kommer att i viss utsträckning fordras oljebaserad elkraft som komplement beror till stor del på att kärnkraftverken inte kan regleras på samma snabba och enkla sätt som värmekraft och särskilt vattenkraft, och att de därför måste kompletteras med kraftalstring av annat slag för att kunna på bästa sätt uppta tidsmässigt mera begränsade toppbelastningar. Vattenkraft vore miljömässigt naturligtvis bättre för sådan toppkraft men synes inte längre räcka till för detta ändamål.

Sedan de ovannämnda beräkningarna genomförts har genom

lagstiftningsåtgärder övergång till svavelfattigare men dyrare oljor beslutats även vid större centraler. Svavelhalten vid sådana oljor kommer dock fortfarande att vida överstiga den vid småhusuppvärmning använda typen Eo 1, varför alltså torde komma att gälla att direkt småhusuppvärmning med oljeeldning vållar mindre totala svavelutsläpp än via omvägen över elvärme. Bemärkas bör också att den nödvändiga avsvavlingen av nuvarande tjockolja kommer att ganska avsevärt (med storleksordningen ca 30 %) öka oljekostnaden.

Elvärme som delvis alstras via oljebaserade kraftverk är alltså fortfarande ingen helt tillfredsställande lösning på småhusuppvärmningens regionalt betonade luftföroreningsproblem.

Elvärmeutbyggnad via vattenkraft utgör med hänsyn till luftföroreningsproblemet däremot en idealisk lösning - vattenkraften ger inga luftföroreningsproblem alls och är dessutom lättreglerad och därför synnerligen lämplig som kompletterande toppkraft till kärnkraftens tämligen konstanta grundlast. Tyvärr räcker inte den återstående utbyggnadsvärda svenska vattenkraften till för någon nämnvärd utbyggnad av elvärmeförsörjningen och i den mån utbyggnad kan äga rum uppkommer ett annat slag av miljöproblem, som kan formuleras så:

Vilket är mest betydelsefullt ur miljö- och naturvårdssynpunkt, att (temporärt) minska eventuella luftföroreningar vid en del av våra småhusområden eller att för framtiden bevara några av våra sista forsar och vattenfall ograverade? Den intensiva Vindelälvsdebatten har visat att det ingalunda är självklart att det sistnämnda miljöproblemet är det mindre allvarsamma.

Inte ens blivande kärnkraftverk är invändningsfria ur miljövardssynpunkt. På grund av den enorma åtgången av kylvatten vid kärnkraftverk - de planerade verken vid Ringhals på Västkusten och vid Bogesund på Östkusten erfordrar båda enligt publicerade uppgifter kylvattenströmmar av ca  $150 \text{ m}^3/\text{sek}$ , dvs ungefär hälften så mycket som medelvattenföringen i Göta älv! - förlägges kraftverk gärna vid kusterna. En rad av våra alltmåra krympande fria kustområden - enligt uppgift 15 à 20 stycken på något längre sikt - planeras för närvarande att omvandlas till

kärnkraftanläggningar, vars snara tillkomst inte minst motiveras med elvärmens planerade snabba utveckling.

På sistone har man även diskuterat förläggning av kärnkraftanläggningar i Sverige i anslutning till andra vatten än havskuster, bl a har uppgifter publicerats om ett kärnkraftverk vid Väneren. Därmed aktualiseras i ännu högre grad problemställningar, som just för närvarande vållat en intensiv debatt i föregångslandet på kärnkraftområdet, USA, där man ju hunnit längre i utbyggnaden av sådana anläggningar än i Sverige. Det gäller problemet "thermal pollution", föroreningar av vatten genom värmeutsläpp. Utsläppen av uppvärmt kylvatten från kärnkraftverk är av sådan storleksordning, att uppvärmningen kan väntas uppgå till 8 à 10°. Konsekvenserna av sådan uppvärmning har ganska litet behandlats i den allmänna diskussionen här i landet, man har dock pekat på ökad risk för dimma och andra klimatförsämringar i berörda områden.

Betydligt allvarligare synes emellertid den ekologiska effekten, dvs inverkan på organismer av olika slag kunna bli. Denna fråga är just för närvarande föremål för både omfattande undersökningar och ingående diskussioner också på högsta nivå i USA. I amerikansk fackpress har på senaste tiden publicerats ett betydande antal uppsatser, som ger uttryck för stark oro över de möjliga konsekvenserna av de stora varmvattenutsläppen vid kärnkraftanläggningar. Sitt kanske mest representativa uttryck har denna osäkerhet fått i den serie av undersökningar, som företagits av en särskild kommitté sorterande direkt under USA:s senat. Undersökningarna har bl a publicerats i form av en serie av "hearings" omfattande mer än 1.000 trycksidor: "Hearings before the Subcommittee on Air and Water Pollution of the Committee on Public Works United States Senate" vilken publicerats 1968 "with particular emphasis on the ecological effects of the discharge of waste heat into rivers, lakes, estuaries and costal waters". Det är självfallet inte möjligt att här söka referera det enormt omfattande material, som sålunda hopbragts, men de väsentligaste synpunkterna torde kunna sammanfattas ungefär sålunda:

Som en av de allvarligaste påföljderna bedöms risken för ökad



tillväxt av alger av olika slag, varigenom berörda vattenområden relativt snabbt kan "förslummas". Sådan tillväxt befrämjas nämligen av höjd vattentemperatur, och utsläpp av stora mängder varmt vatten kan därvid befaras allvarligt rubba den hittillsvarande naturliga balansen i de olika vattensystemen. Algtillväxten accelereras dels av den förhöjda medeltemperaturen hos vattnet men dels också genom att tillväxtsåsongen förlänges - den varmare perioden under året blir längre och den kallare kortare genom värmeförseln. I en del publikationer visas även fotografier av genom större värmeutsläpp redan allvarligt skadade vattenområden. Algtillväxten minskar i sin tur vattnets syrehalt medan omvänt halten av illaluktande svavelväte kan öka.

Andra befarade effekter av förhöjd vattentemperatur är risken för ogynnsamma förändringar av fiskbeståndet.

Påfallande är vidare den starka osäkerhet om utvecklingen, som karaktäriserar de olika publicerade inläggen. I allmänhet representeras den mera pessimistiska inställningen av vetenskapsmännen inom det ekologiska området, medan företrädarna för kraftverksindustrin överlag anlägger en mera optimistisk syn på problemen. Det framgår dock att man inte på någondera sidan riktigt säkert vet något om de framtida konsekvenserna. Bägge sidor är dock naturligtvis eniga om att kärnkraftverk måste byggas med hänsyn till framtidens ofrånkomliga energibehov och detta oavsett vilka miljöpåverkningar de kan ha; det gäller för närvarande att minska dessa olägenheter så mycket som möjligt.

. . . . .

Ett försök att sammanfatta miljöstörningarna av de här behandlade olika uppvärmningsmetoderna för småhus skulle då kunna formuleras ungefär sålunda:

Småhusuppvärmning med direkteldade oljepannor vållar lokala och temporära luftföroreningar huvudsakligen under tiden för pågående eldning. Däremot bidrar sådan lokal oljeeldning endast obetydligt, med några få procent, till de regionala luftföroreningarna på grund av oljeförbränning.

Eluppvärmning av småhus förutsätter ökning av genererad el-energi, vilket i huvudsak kan ske på tre sätt: via oljeeldade kraftverk, via vattenkraft och via kärnkraft. I praktiken kommer den levererade elenergin att sammansättas av bidrag från samtliga nu nämnda energikällor, men behandlar man dem att börja med var för sig gäller ur miljöförstöringssynpunkt följande:

Elgenerering via oljeeldade värmekraftverk vållar regionalt sett större luftföroreningar, åtminstone betr svavelutsläpp, än via direkteldade småhuspannor med svavelfattig eldningsolja. Lokalt minskas däremot luftföroreningarna relativt direkt oljevärme.

Elgenerering via vattenkraft vållar varken regionalt eller lokalt några luftföroreningar. Miljöskadorna hänför sig här istället till ingreppen i naturen vid reglering av forsar och vattenfall. Karaktären av dylika miljöskador har ingående belysts i samband med den s k Vindelälvsdebatten.

Elgenerering via kärnkraft vållar inte heller luftföroreningar men kan däremot påverka berörda sjöar, havsvikar och vattendrag genom utsläpp av stora mängder avsevärt uppvärmt kylvatten. Bland olägenheterna härav har speciellt uppmärksamats accelererad igenväxning av vattendrag genom ökad algbildning, skador på fiskbeståndet; mera sekundärt synes vara inverkan på det lokala klimatet, t ex ökad dimbildning. Kanske allvarligast härvidlag är att man för närvarande inte känner till vad den blivande omfattningen av de ekologiskt betonade skadorna kan komma att uppgå till.

Miljövårdsfrågan i samband med småhusuppvärmning är sålunda mycket mera komplicerad än att avse enbart den luftföroreningsfråga, som nästan helt dominerat debatten på detta speciella område. Hur än uppvärmningen av våra småhus ordnas är vissa olägenheter ur naturvårds- eller miljösynpunkt ofrånkomliga. Det torde vara en bedömningsfråga vilken av dessa olägenheter som bör betraktas som allvarligast.

Omvänt synes härav kunna dras slutsatsen, att det inte torde innebära någon avgörande olägenhet ur miljövårdssynpunkt att -

som ovan föreslagits - under några få år driva ett för alla energiformer inklusive el användbart uppvärmningssystem för småhus med oljevärme, om man därigenom kan utan ekonomiska uppoffringar ur vare sig årskostnads- eller investeringssynpunkt möjliggöra ett allmännare installerande av ett ur energisynpunkt och miljövårdssynpunkt mera flexibelt och därför tryggare uppvärmningssystem, "indirekt (el)värme" istället för det mera ensidigt användbara systemet "direkt elvärme".

## KAP. V. ETT KOMBINATIONSVÄRMESYSTEM

I KAP. II av denna skrift har behandlats kostnaderna för två olika huvudsystem för individuella värmeanläggningar för småhus, nämligen dels s k "direkt elvärme" med elektriskt direktvärmda elradiatorer, dels vad som benämnts "indirekt (el)värme" med vattenburen värme, vattenradiatorer och en vattenvärmepanna, vars vatteninnehåll kan uppvärmas med alla energiformer inklusive elenergi. Beträffande det sistnämnda systemet har i kostnadsberäkningarna förutsatts att kostnaderna i stort sett är desamma som vid ett ordinärt oljeeldningssystem även för det fall att uppvärmningen sker med elenergi.

Emellertid har i KAP. I också lämnats en översikt över de vanligaste för förf kända principkonstruktionerna vid marknadsförda typer av vattenvärmepannor, och där har framhållits att någon både ur anläggningskostnadssynpunkt och med hänsyn till driftkostnaderna helt tillfredsställande småhusvärmeanläggning för både oljevärme etc och elvärme veterligen ännu inte marknadsförts. Från denna synpunkt skulle det då kunna hävdas att de i KAP. II behandlade kostnadsuppgifterna "hänger i luften" i den mån de avser "vattenburen elvärme".

Att någon optimal lösning på problemet vattenburen "indirekt (el)värme" ännu veterligen inte marknadsförts torde emellertid mest bero på att elvärmens är så pass ny. Det kan på goda grunder förmodas, att om en kombination mellan elvärme och oljevärme skulle visa sig ha påtagliga fördelar, så kommer också ett flertal ur kostnadssynpunkt gynnsamma konstruktiva lösningar av en sådan kombination att framkomma och marknadsföras. Eftersom man emellertid inte rimligen kan basera den i denna skrift framförda huvudtesen enbart på en sådan förmodan skall här att börja med beskrivas ett konkret exempel på att en dylik kombination redan nu är möjlig. Finns det en lösning finns det emellertid säkert flera!

Det exempel som här skall beskrivas avser en värmeanläggning, som nu i några få prototypexemplar varit i drift några år i ett par olika villor och i övrigt studerats laboratoriemässigt rätt

ingående ur olika synpunkter. Eftersom det syftat till ett system som i lika grad är användbart för oljevärme och för elvärme och under vissa omständigheter även för fjärrvärme, har som benämning för systemet valts beteckningen ett "kombinationsvärmesystem".

Eftersom systemet för närvarande inte marknadsförts eller serietillverkats har det bedömts nödvändigt att relativt ingående beskriva dess utförande, funktion och kostnadssituation för att ge en realistisk föreställning om dess potentiella möjligheter att uppfylla de krav som bör ställas på ett sådant system.<sup>x)</sup> De viktigaste av dessa krav kan formuleras sålunda:

- a) Det bör kunna användas för olika energiformer, el, olja, fasta bränslen, gas, och det bör för samtliga energiformer ha minst lika hög termisk verkningsgrad - eller omvänt lika små onyttiga förluster - som för varje enskild energiform specialiserade värmesystem. Vid exempelvis elektrisk uppvärmning bör systemet sålunda ha lika god verkningsgrad som uppvärmning med direktvärmda elradiorer, medan det vid oljeeldning bör ha minst samma verkningsgrad som förekommande bästa oljeeldningssystem.

Eftersom just flexibiliteten i avseende på använd energiform särskilt eftersträvats med tanke på de olika energiformernas växlingar i avseende på kostnad och tillgång under en byggnads livslängd, är det en fördel om systemet utan alltför kostnadskrävande ändringar eller kompletteringar också kan användas för fjärrvärme. Mycket tyder nämligen på att fjärrvärme kan bli en ekonomisk uppvärmningsmetod också för allt större bestånd av småhus i framtiden.

- b) Anläggningskostnaden för värmesystemet får inte överstiga nu vanliga och accepterade kostnader för småhusuppvärmning, t ex de för ordinära konventionella oljeeldningsanläggningar.
- c) Systemet bör ha åtminstone lika förmånliga egen-

---

<sup>x)</sup> Sedan detta skrivits har HSB erhållit option till systemet.

skaper med hänsyn till bekvämlighet, renlighet, ljudnivå m. m. som befintliga och redan accepterade system.

För det här exemplifierade systemet illustreras några av de tillämpade konstruktionsprinciperna grovt schematiskt och i en speciell utföringsform på ritningsskissen i FIG. 13 samt fotona, FIG. 14-15, vilka alla visar en värmepanna i fabriksfärdigt skick sedd framifrån. Pannan är utformad som en sk "villacentral" och FIG. 15 visar pannan med en plåtlucka framför eldstadsfronten utsvängd, så att man kan se oljebrännaren samt de separata luckor för eldning med fasta bränslen m. m., som vid en villacentral finns anordnade innanför nämnda plåtlucka (vid utsvängd plåtlucka brytes automatiskt strömmen till oljebrännaren via en säkerhetsspärr).

Det mest karaktäristiska för den här exemplifierade utförandeformen är att villapannan är tvådelad och består av en undre ganska lågbyggd eldstadsdel, FIG. 13, som innehåller värmepannans samtliga av eldningsgaserna värmda ytor, och en övre vattenbehållardel, "toppmagasinet", med relativt stor vattenvolym, 300 å 350 liter. Eldstaden är ansluten till rökrör antingen bakåt eller åt sidan eller bakåt-uppåt, FIG. 13 b. Eldstadens vattenhölje och toppmagasinet är förbundna enbart med två stycken rörförbindningar, 3, 4, av lämpligen 1 1/2" rör med t ex lösgörbara flänskopplingar. Rören 3, 4 fungerar även som toppmagasinets frontstöd; förutom dessa uppbäres toppmagasinet av ett enkelt plattjärnsstöd baktill. Eldstadsdelen kan enkelt frigöras från magasin delen.

Eldstadsdelen är på sedvanligt sätt utförd av grovplåt med 4 mm tjocklek för rökgasbestrukna ytor och 3 mm för övriga plåtytor. Toppmagasinet, som via sedvanligt pumpsystem står i vattenförbindelse med husets radiatorsystem och sålunda är en komponent i cirkulationskedjan magasin-rör-radiatorer och själv inte utsätts för några eldningsgaser, utsätts i princip enbart för samma påfrestningar ur korrosions- och trycksynpunkt som t ex radiatorerna och utförs därför lämpligen med samma plåttjocklek som dessa, dvs av 1 1/2 mm plåt. Ur hållfasthetssynpunkt (vattentryck) möter detta inga egentliga svårigheter. Konstruk-

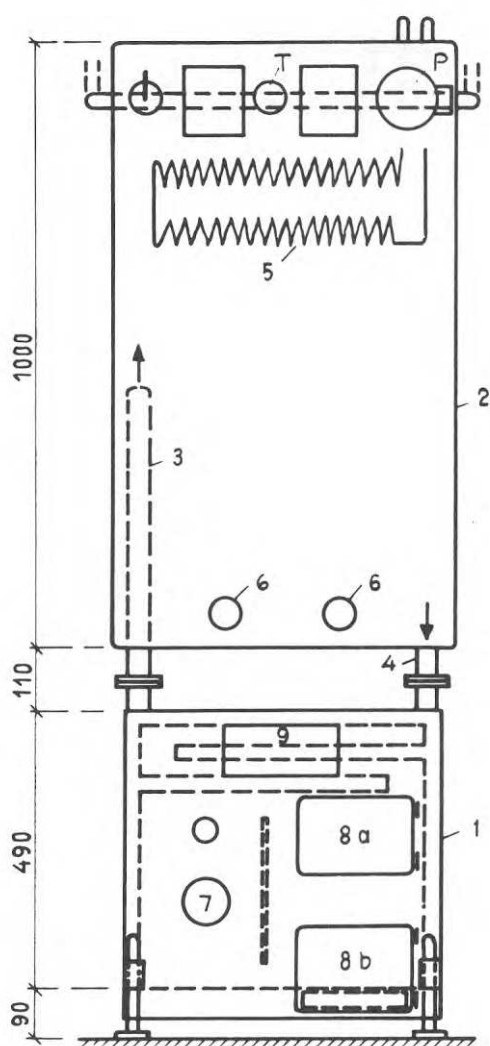


FIG. 13 a

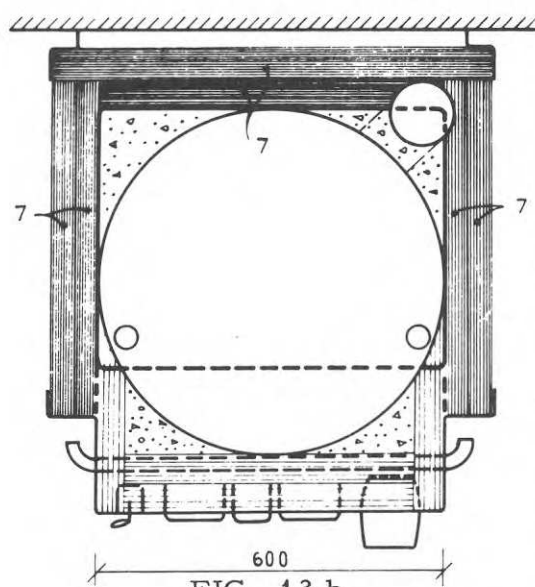


FIG. 13 b

tivt kan toppmagasinsbehållaren utföras på ungefär liknande sätt som ett större expansionskärl av plåt. Toppmagasinet innehåller även en konventionell varmvattenberedare, 5, av genomströmnings- eller förrådstyp.

Värt att observera är att samtliga cirkulationsledningar för såväl radiatoranslutning som varmvatten är anslutna till magasin delen, ej till eldstaden. Den sistnämnda är alltså fri från samtliga röranslutningar utom de båda som leder till toppmagasinet samt anslutningen till rök-rör. Detta är av betydelse för den utbytbarhet av eldstaden, som senare kommer att beröras.

Vid eldning i eldstadsdelen uppvärms i första hand dess vatteninnehåll och det varma vattnet stiger till en början mycket långsamt upp genom det längre förbindelseröret, 3, till toppmagasinet. Motsvarande vattenmängd avgår nedåt genom det kortare förbindelseröret 4. I den mån temperaturskillnaden mellan det uppstigande varmvattnet i röret 3 och omgivande toppmagasinsvatten ökas, ökas successivt termosifoneffekten och cirkulationen mellan eldstad och panna ökas allt snabbare för att småningom bli så intensiv, att varmvatten (vid öppnad magasinshållare) synbart sprutar upp ur mynningen av röret 3. Denna effekt leder till en intensiv genom-

vatten (vid öppnad magasinshållare) synbart sprutar upp ur mynningen av röret 3. Denna effekt leder till en intensiv genom-

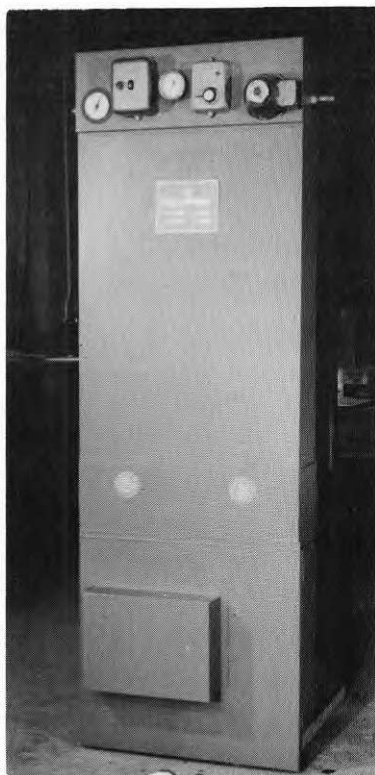


FIG. 14.



FIG. 15.

spolning både av eldstaden och av toppmagasinet, som bl a resulterar i att temperaturen under "uppladdningsskedet" blir nära densamma i toppmagasinet hela volym och vidare nära densamma som temperaturen i eldstadstoppen. Vid oljeeldning pågår uppladdningsperioden till dess att en av magasinsvattentemperaturen styrd termostat stoppar oljebrännaren.

Sedan eldstadens uppvärmning avslutats börjar den av svalna och detta betydligt snabbare än för magasinssdelen, vars större värmeinhåll genom ett värmeisolerings-skikt är väl skyddat för isoleringsförluster. Av principiellt intresse är därvid att så snart som eldstadsdelens temperatur sjunkit under magasinssdelens, så upphör värmeutbyte genom vattencirkulation mellan de båda delarna helt. Det varmare vattnet i magasinssdelen är nämligen lättare än det något avkylda vattnet i eldstadsdelen och kan därför inte tränga nedåt genom förbindelserören. Försök har visat att inte ens vid störttappning av varmvatten via varmvattenberedaren i magasinssstoppen och därmed åtföljande avkyl-



ning av omkringvarande vatten, som då sjunker i magasinet, cirkulationsförbindelse med eldstadsdelen uppnås. Magasinsvattenvärmen är "instängd" i toppmagasinet. Om bottenskiktet i magasinet genom värmeuttag till radiatorer eller varmvattenberedning tillfälligt blir kallare än vattnet i eldstadstoppen överföres däremot åter värme från eldstaden till magasinet även utan förnyad påeldning av oljebrännaren.

Effekten härav är alltså den, att rörförbindningarna 3 och 4 fungerar som ett automatiskt verkande ventilsystem utan användning av rörliga delar, som tillåter värme att transporteras i riktning från eldstad till toppmagasinet men ej i motsatt riktning. Toppmagasinet har utöver rören 3 och 4 ingen direkt värmeutbytande förbindelse med eldstad, rökrör etc, utan är isolerad från såväl dessa delar som från omgivningen i övrigt med en mycket kraftig (i allmänhet decimetertjock) enligt ett särskilt förfarande anbragt värmeisolering, vilken även isolerar eldstaden. Värme, som en gång tillförts toppmagasinet, är på grund av det anförda lika effektivt skyddat från "onyttiga" förluster till omgivningen som vid en separat elektrisk varmvattenberedare. Toppmagasinet vatten kan därför vid behov också värmas elektriskt lika ekonomiskt som vid elektriska varmvattenberedare.

Toppmagasinsvattnet kan vidare antingen värmas genom förbränning av bränsle i eldstaden, från vilken värme enligt ovan transporteras upp i toppmagasinet, eller också med hjälp av elektriska värmeelement, som enligt 6 i FIG. 13 är anbragta direkt i toppmagasinet. Värme från de sistnämnda tillföres enbart toppmagasinet.

Vid under normala förhållanden oljeeldade pannor utföres nyssnämnda elektriska värmeelement med relativt liten effekt, lämpligen som ett enda element om ca 3 kW. Sådana sk "insticks-element" är förhållandevis prisbilliga, en termostatstyrd 3 kW instickspatron betingar för närvarande i handeln ett bruttopris av ca 135 kr. Vid oljeeldade pannor kopplas detta värmeelement genom termostatstyrningen automatiskt in vid eventuellt fel på pannans oljebrännare och fungerar alltså i detta fall som "reservvärme". Pannan får härigenom också vid oljevärme samma

driftsäkerhet (minst, se nedan) som direkt elvärme ehuru med något begränsad kapacitet. Den kan av samma skäl lämnas utan tillsyn under längre perioder, t ex vid bortovaro under resor, utan att t ex frysrisk i huset på grund av strejkande oljebrännare behöver inträffa.

Toppmagasinet kan emellertid enkelt också kompletteras med ytterligare instickselement, varigenom "helelektrisk" uppvärmning av byggnaden möjliggörs. Magasinstanken är för detta ändamål redan från början lämpligen försedd med insvetsade anslutningar (2" rörmuffar) för blivande elektriska instickselement. Övergång från oljeeldning (eller andra liknande energiformer) till helelektrisk uppvärmning kan därför ur rent teknisk synpunkt äga rum närhelst omständigheterna så motiverar. På grund av toppmagasinets funktion blir vid sådan helelektrisk uppvärmning enligt system "indirekt (el)värme" verkningsgraden lika hög som vid "direkt elvärme" eller appr. 100 %.

Eldstadsdelen kan även användas för eldning med fasta bränslen. Den säkerställer därför i kombination med vissa andra anordningar villans uppvärmning även vid strömavbrott, olje- eller elkraftsransonering eller dylikt. Eldning sker i sådana fall t ex med ved. Systemet har av detta skäl t o m större driftsäkerhet än enbart elvärme.

Vedeldning sker vid kombinationspannan på ett principiellt något annat sätt än vid konventionella pannor. Den delvis mycket intensiva vedeldningsvärmens används nämligen i första hand att "ladda upp" toppmagasinet ovanför eldstaden. Från det välisolerade toppmagasinet fördelas sedan värmen - under automatisk styrning av rumstermostaten - i mån av behov till olika värmeförbrukningsställen. Vedeldningen kan därför bedrivas som intensiv braseldning t ex under eftermiddagen eller kvällen, medan värmeavgivningen kan ske under efterföljande nattperiod, då ingen inmatning av ved behöver äga rum.

Möjligheten till vedeldning kan ibland representera en annan nyttig reservuppvärmningsmetod, nämligen om det blivit fel på oljebrännaren men inte på strömleveransen. Reservvärme kan visserligen då enligt vad nyss nämnts åstadkommas med elekt-

risk värmepatron, men elenergin är dyr och kan vid starkare kyla också vara otillräcklig om pannan endast är försedd med en enda "reservvärmepatron" på t ex 3 kW. Vid kombinationsvärmepannan kan vid sådana tillfällen samdrift ske mellan vedvärme och elvärme, antingen så att de arbetar samtidigt för uppladdning av toppmagasinet eller att vedvärmens kan utnyttjas i början av t ex en nattperiod, medan elvärmens tar över när vedvärmens "tagit slut". Detta regleras i så fall helautomatiskt med toppmagasinets ordinarie termostat.

Hela anordningen kan på sätt och vis uppfattas som en helelektrisk värmepanna (toppmagasinet), som på "undersidan" tillika är kompletterad med en särskild eldstad, vilken i sin tur kan eldas både med olja (gas) och fasta bränslen eller ev ersättas av en värmeväxlare för fjärrvärme.

På grund av magasinspannans speciella konstruktion och värmeisolerings anordning kan den anbringas i källarlösa enplanshus utan att erfordra något särskilt pannrum och utan att upptämma planutrymme än den vid direkt elvärme erforderliga elektriska varmvattenberedaren.

Värmeisoleringen av den i FIG. 13 visade pannan kan i princip utföras på två olika sätt. Enligt det ena utföres isoleringsskiktet på sedvanligt sätt komplett i tillverkningsfabriken, men i så fall måste vissa begränsningar beträffande isoleringsskiktets tjocklek och pannans vattenvolym iaktas för att transportvolymen inte skall bli för stor. Horisontalsektionen i FIG. 13 b visar den metod som i föreliggande fall föredragits. Enligt denna utföres den passningsarbeten krävande delen av isoleringen i fabrik, medan på arbetsplatsen utföres en enkel "tilläggsisolering" enligt ett speciellt förfarande. I det fabriksstillverkade utförandet har pannan en maximal transportbredd av 60 cm för att kunna införas genom trängre dörröppningar etc, men efter tilläggsisoleringens anbringande en bredd på uppställningsplatsen av 75 cm. Isoleringsskiktets medeltjocklek uppgår då till drygt 10 cm. Tilläggsisoleringen utföres som en montering av färdiga element 7 och har visat sig erfordra 1/4 timmes arbete på byggnadsplatsen för en man. Omvänt inbesparas vissa annars vanliga arbeten för isolering på platsen av expansionskärl, vissa

ledningsanslutningar o d. Isoleringsmetoden möjliggör om så önskas osynligt inbyggnad av anslutningsledningarna.

Den beskrivna pannkonstruktionens måhända viktigaste egenskap ur här aktuella synpunkter är att den möjliggör uppvärmning både med olja och med elenergi med hög verkningsgrad - små förluster. Detta är av särskild betydelse vid elektrisk uppvärmning på grund av "elkaloriernas" större kostnad - vid oljevärme är hög verkningsgrad värdefull men inte lika angelägen som vid eluppvärmning. Vid elektrisk uppvärmning medelst de i toppmagasinet anordnade elektriska värmeelementen förekommer praktiskt taget inga onyttiga förluster alls - det obetydliga värme-läckaget genom det tjocka isoleringsskiktet kring toppmagasinet kan i regel nyttiggöras som basvärme för den lokal i vilken pannan är placerad. Verkningsgraden vid elektrisk uppvärmning blir därför ungefär densamma som vid direkt elvärme, dvs ca 100 %.

Vid seriemässig tillverkning bör rimligtvis "kombinationspannans" kostnad inte heller nämnvärt skilja sig från konventionella oljepannors. Materialvikten synes icke överstiga motsvarande vikter vid konventionella pannor; totala järnvikten inklusive ytterbeklädnadsplåt utgör ca 165 kg, inkluderande också gjutjärn i eldstadsluckor, sotlucka och rostgaller.

Bland mera speciella egenskaper utöver de redan beskrivna kan nämnas att eldstadsdelen - som är den del av ett vatten-värme-system som har den kortaste livslängden - kan separat och på ett enkelt sätt utbytas, alltså utan byte av magasinets del som är besvärligast att byta ut eftersom det är till denna del byggnadens fasta rörsystem m.m. är anslutet.

En annan värdefull egenskap, som kunnat uppnås med en mycket enkel och prisbillig tillsatsanordning, är att systemet möjliggör effektiv radiatorcirkulation även vid komplett strömavbrott. Systemets driftsäkerhet blir därigenom t o m större än för system "direkt elvärme".

Systemet möjliggör även med förhållandevis begränsade ändringar en framtida anslutning till ett fjärrvärmesystem. Detta understryker ytterligare kombinationsvärmesystemets betydande

de flexibilitet.

Synnerligen väsentligt vid ett system med vattenburen värme, som tillika skall möjliggöra alternativ uppvärmning med elenergi, är att värmeregleringen av vattenradiatorerna kan ske lika följsamt som vid elektriska radiatorer. Vid elektrisk uppvärmning är det som tidigare framhållits nödvändigt att undvika onödigt slöseri med de dyra elkalorierna och följaktligen även att sk "gratisvärme" av solinstrålning m. m. väl utnyttjas. I samband med utvecklingen av ett för både oljevärme och elvärme väl lämpat värmesystem har därför speciellt intresse ägnats åt förbättrade regleringsmöjligheter för vattenradiatorer. Utan att här ingå på detaljer kan bland preliminära resultat härför nämnas ett system för vattenradiatorer som med en enkel manövrering kan inställas på  $1/3$ ,  $2/3$  och  $3/3$  värme utan ändring av vattenflödet, vidare ett automatiskt regleringsystem som utan merkostnad relativt nuvarande system möjliggör skilda termostatreglerade värmekretsar för rum på solsidan och på skuggsidan, värmereglering av värmepannan utan den konventionella shuntventilen m. m. Ifrågavarande regleringsdetaljer är dock hittills endast provade laboratoriemässigt.

Den beskrivna pannkonstruktionen har däremot nu i prototyputförande provats i praktisk drift i 3 resp 2 år i ett par villor, den ena källarlös, den andra källarförsedd. Den källarlösa "provvillan" har en våningsyta av  $171 \text{ m}^2$ , lägenhetsytan  $156 \text{ m}^2$ , och är bebodd av en "normalfamilj" om 2 vuxna och 2 barn. Oljeåtgången under en mätperiod av drygt 3 år, 1136 dygn, utgjorde  $10,75 \text{ m}^3$ , motsvarande  $3,46 \text{ m}^3/\text{år}$ . Geografisk belägenhet Stockholmstrakten (Österskär).

Med antagande av att varmvattenberedningen enl KAP. II krävt  $4500 \text{ kWh} = 0,52 \text{ m}^3$  olja och efter reduktion av uppvärmningsenergin i proportion till lägenhetsytan för referenshuset  $110 \text{ m}^2$  erhålles en till denna yta reducerad oljeåtgång av  $2,59 \text{ m}^3/\text{år}$ . Detta är t o m något mindre än enl alt f) i TAB. B-b, sid 51 angivna  $2,61 \text{ m}^3$ , beräknad för 85 % årsmedelverkningsgrad och  $1/2$  "gratisvärme". "Provwillans" värmeisoleringsdata däribland också husbredden var bortsett från totalytan nära densamma som för referenshuset. Den "teoretiskt" eftersträlvade höga

verkningsgraden vid "kombinationsspannan" synes därför väl överensstämma med de under en flerårsperiod erhållna om än så länge till omfattningen alltför begränsade mätresultaten.

En sammanfattning av det nu sagda indikerar att det i princip synes vara möjligt redan nu att utföra ett värmesystem för småhus, som väl uppfyller de under a) - c) å sid 122 uppställda kraven. Med säkerhet finns det då också många andra tekniska möjligheter att uppfylla de krav, som den i föreliggande skrift angivna huvudtesen förutsätter.









**R32: 1970**

**Denna rapport har utförts av professor Hilding Brosenius, Institutionen  
för byggnadsteknik, KTH, Stockholm**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Abonnemangsgrupp: i (installationer)**

**Pris: 23 kronor**