

**Rapport**

**R9:1970**

**Byggnaders energi-  
försörjning**

**Samarbetsgruppen för  
byggnaders energi-  
försörjning**

**Byggeforskningen**

# Byggnaders energiförsörjning

## Data för jämförande kostnadsberäkningar

### Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning

I samband med ett av samarbetsgruppens tidigare uppdrag för Bygghorskningsgruppen gjordes en inventering av fram till år 1967 utförda eller påbörjade jämförande utredningar gällande olika former av energiförsörjning av flerfamiljshus. En sammanställning av utredningarnas resultat och slutsatser av dessa ingick i slutrapporten. Det framgick att orsaken till svårigheten att jämföra olika utredningar var att skilda beräkningssätt och skilda värden för i princip samma utgångsdata använts i de olika utredningarna.

Eftersom det även i fortsättningen finns anledning att utreda hur byggnaders eller byggnadsområdets energiförsörjning bör ske, ansåg samarbetsgruppen det vara värdefullt att utarbeta en sammanställning av data för jämförande kostnadsberäkningar, dvs. en datamall.

Mallen är avsedd att nyttjas, då man relativt snabbt vill undersöka vilken uppvärmningsform som i kostnads-hänseende är mest lämplig. För projekt, vilkas förutsättningar stämmer med de som finns i mallen, kan man enkelt beräkna två jämförbara årskostnader, i ena fallet för elvärme och i andra fallet för värme från oljeeldad panncentral eller fjärrvärmeverk.

Om andra förutsättningar gäller, måste mallens utgångsvärden justeras. Viss hjälp för denna justering finns i mallen.

Enstaka värden kan inte godtyckligt tas från mallen och användas separat.

Arbetet har bedrivits med samarbetsgruppen som rådgivande organ. Dessutom har några ledamöter deltagit i själva utredningsarbetet. Som utredningsman har civilingenjör Olle Jonsteg fungerat.

#### Datamallen

Datamallen är uppdelad i fem olika avsnitt som gäller förutsättningar, effekt- och energibehov, anläggningskostnader, annuiteter samt bränsle- och elkraftkostnader.

#### Förutsättningar

De data som ges i mallen gäller endast under vissa givna förutsättningar beträffande *k*-värdet, hustyp, ventilationssystem etc. Man kan inte okritiskt tillämpa den på områden med andra förutsättningar. Det ges dock i

mallen uppgifter om hur vissa värden ändras, om andra förutsättningar gäller.

Rapporten ger uppgifter om utgångsdata för mallen, t.ex. hur väl isolerade husen är, vilken verkningsgrad olika ventilationsvärmväxlare har, antagen normallägenhetsyta etc.

#### Effekt- och energibehov

Värden för effekt och energi hänförs till två vanliga typer, nämligen låg- och höghus, vilka bägge definieras. Dessutom finns det tre olika isoleringsalternativ och fyra olika ventilationsalternativ, varför tabellerna för transmissions- och ventilationsförluster består av 24 olika kombinationer.

Effekt- och energivärden görs i vissa fall oberoende av geografiskt läge genom att anges per grad temperaturredifferens mellan DIT och DUT 5, respektive per gradg.

Vid summering av effektbehovet för ett flertal förbrukare tas hänsyn till sammanlagringen. I datamallen gäller genomgående att angivna värden på effekten är de som erhålls vid en sammanlagringsfaktor motsvarande summa effektbehov för 100 lägenheter. Om inte annat anges, är det frågan om dimensionerande effekt.

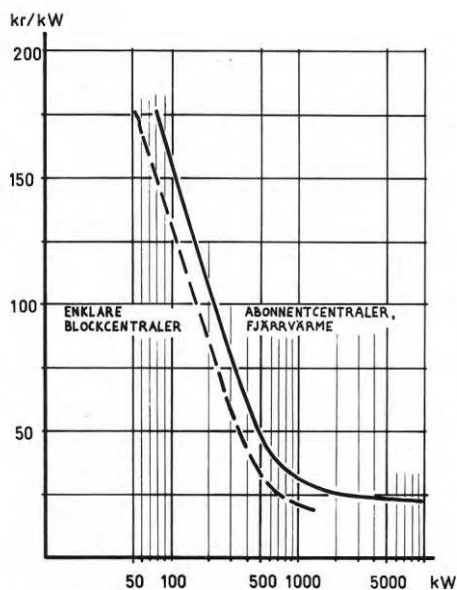


FIG. 1. Kostnader för undercentraler vid oljevärme som funktion av installerad effekt. Kostnader för installation och utrymme ingår.

# Bygghorskningsgruppen

## Sammanfattningar

### R9:1970

Vid sammanställning av resultat från olika utredningar gällande bostädernas energiförsörjning framgår att det är svårt att jämföra olika värden som utredarna kommit fram till. Till stor del beror detta på att utgångsvärden och beräkningssätt varit olika från utredning till utredning. Även i fortsättningen finns det skäl att utreda hur byggnaders eller byggnadsområdets energiförsörjning bör ske. För att enkelt kunna erhålla jämförbara utredningar har i denna rapport en mall utarbetats som används som hjälp vid utredningsarbetet.

Mallen eller datasammanställningen gäller för områden med flerfamiljshus och innehåller rekommenderade värden för olika effekt- och energibehov, anläggningskostnader, annuiteter samt bränsle- och elkraftkostnader. Dessutom finns ett genomräknat tillämpningsexempel som visar hur mallen används.

UDK 697.003

Sammanfattning av:

Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning, 1970, Byggnaders energiförsörjning. Data för jämförande kostnadsberäkningar (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R9:1970. 40 s., ill. 10 kr.

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

Abonnemangsgrupp: (b) byggnadsprojektering.

### Anläggningskostnader

De kostnadsdata som återfinns i mallen har erhållits från efterkalkyler för befintliga anläggningar, från statistik eller genom beräkningar grundade på erfarenhetsvärden.

Anläggningskostnaderna inkluderar genomgående ett byggherreplågg, som uppgår till 7—8 % på anläggningskostnaden. En del kostnader ges i diagramform (FIG. 1).

### Annuiteter

Vid jämförande utredningar gällande olika uppvärmningsalternativ behandlar man sällan avskrivningstider och underhållskostnader för de mindre komponenterna i vvs- eller elutrustningen. I mallen finns därför angivet vissa samstämda annuiteter för större enheter. Dessa innehåller då även drift- och underhållskostnader. Räntan har satts till 7 %.

### Bränsle- och elkraftkostnader

För elvärmda hus ligger den aktuella eltaxan till grund för beräkningen av uppvärmningskostnaden. I mallen ges exempel både på vanlig utformning av taxa och på specialtaxa. Dessutom redovisas utseendet av den normala hushålls-eltaxan i Mellansverige.

Uppvärmningskostnaden för hus, försörjda från oljeeldad panncentral, är beroende av oljans pris samt oljans värmeinhåll. Dessutom inverkar pannans verkningsgrad och förluster från kulvertar etc. Årskostnaden kan beräknas ur FIG. 2.

Kostnaden för värmeleverans från

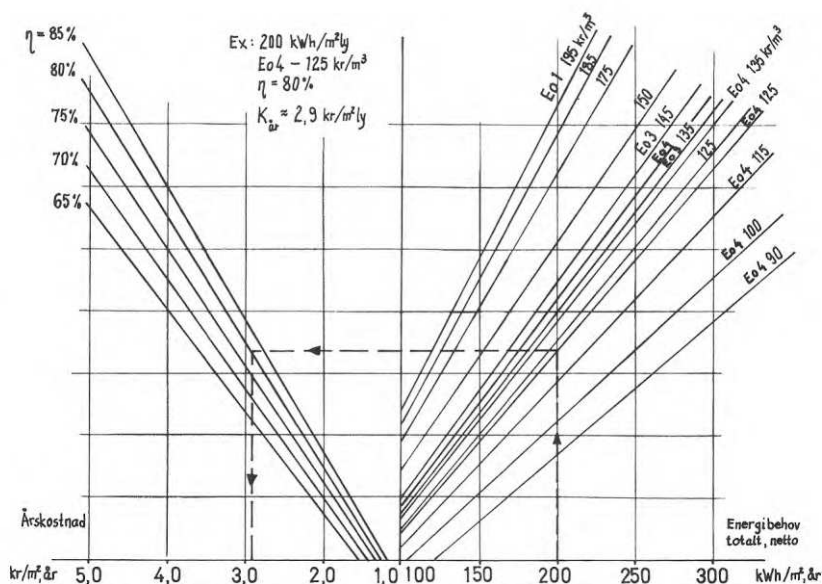


FIG. 2. Diagram för beräkning av årskostnaden för bränsle vid en oljeeldad panncentral.

fjärrvärmeverk bestäms av den aktuella värmesaxan. I mallen redovisas Värmeverksföreningens riktpriiser, som har en sådan utformning att de direkt kan användas som tillämpade värmesaxor. Det finns ett exempel på en sådan vanlig värmesaxa samt dessutom en taxa med något annorlunda utformning.

### Tillämpningsexempel

För att åskådliggöra hur denna datasammansättning eller s.k. datamall skall användas har en jämförande

kostnadsberäkning genomförts för ett bostadsområde med mallens data som grund. Exemplet följer i sin uppställning helt datamallens indelning.

I exemplet har två huvudalternativ valts beträffande husens isolering, ventilation etc. Dessa alternativ genomräknas fullständigt, varvid samtliga delkostnader och den totala specifika årskostnaden redovisas. Dessutom avslutas tillämpningsexemplet med en tabell, där man redovisar hur jämförbara specifika årskostnader ändras vid förändring av grundförutsättningarna.

# The supply of energy to buildings Data for comparative cost calculations The Joint working group for the supply of energy to buildings

In connection with one of its earlier commissions received from the National Swedish Council for Building Research, the Joint working group carried out a survey of the comparative investigations completed or commenced by 1967 on the subject of different forms of energy supply to blocks of flats. A summary of the results and conclusions of these investigations was included in the final report. It was evident that the reason why it was difficult to compare the various investigations was that different methods of calculation and different values of principally the same basic data were used in the various investigations.

Since investigation into the best form of supplying energy to buildings or building areas is still needed, the Joint working group felt that the preparation of a method by which data for comparative cost calculations can be compiled, i.e. of a cost formula, would be very useful.

The cost formula is intended for use when a relatively quick answer is needed as to which method of heating will be the most suitable with regard to cost. Comparable annual costs, one for electric heating and the other for heating by an oil-fired central boiler plant or a district heating installation, can be easily worked out when the basic conditions applicable to the project in question are the same as those used in the formula.

If the basic conditions are different, then the values used in the formula must be adjusted. The formula provides a certain amount of assistance in effecting such adjustment.

Individual values cannot be extracted from the formula arbitrarily and used separately.

The work was carried out with the Joint working group acting as the consultative body, in addition to which some members actively participated in the work. Olle Jonsteg acted as technical secretary.

## The cost formula

The formula is divided into five sections, dealing with basic conditions, power and energy requirements, installation costs, annual repayments and fuel and electricity costs.

### Basic conditions

The data quoted in the formula only apply under certain given conditions as

regards the  $k$ -values, building type, ventilation system etc. They cannot be applied indiscriminately to cases where conditions are different. The formula however includes instructions as to how certain values are to be altered, if conditions are different.

This section contains information on the basic data used in preparing the formula, such as the insulation properties of the building, efficiency of various ventilation heat exchangers, assumed surface area of a normal flat etc.

### Power and energy requirements

The values for energy and power are related to two usual types of building, low-rise and high-rise, which are defined. There are also three different insulation alternatives and four different ventilation alternatives, and the tables on transmission and ventilation losses therefore contain 24 different combinations.

Power and energy values are in certain cases rendered independent of the geographical position by the temperature difference between DIT (design indoor temperature) and DUT 5 (design outdoor temperature) being quoted in degrees, and "degree days" (specific heat load).

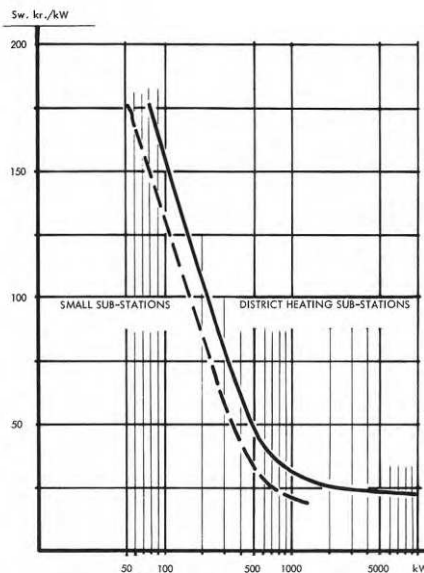


FIG. 1. Cost of oil-fired heating sub-stations as a function of the installed power, including the costs of installation and building area.

# National Swedish Building Research Summaries

## R9:1970

In summarising the results of different investigations into the supply of energy to buildings, it is evident that comparison of the different figures which the investigations produced is difficult. This is largely due to the fact that the initial values and methods of calculations were different in the different investigations. The need to find out what form the supply of energy to buildings or building areas should take will continue to exist and a formula is presented in this report in order to provide a simple method of obtaining comparable data.

The formula is applicable to residential areas containing blocks of flats and includes recommended values for different power and energy requirements, installation costs, annual repayments and fuel and electricity costs. There is also a complete example which illustrates the use of the formula.

UDC 697.003

Summary of :

*Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning, 1970, Byggnaders energiförsörjning. Data för jämförande kostnadsberäkningar/The Joint working group for the supply of energy to buildings, The supply of energy to buildings. Data for comparative cost calculations/(Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R9 :1970. 40 p., ill. 10 Sw. kr.*

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

The diversity factor is taken into account when the power required by several consumers is summated. It is a consistent feature of the cost formula that the power figures quoted are those obtained at a diversity factor applicable to the added power requirement for 100 flats. Unless there is information to the contrary, the power in question is the design power.

#### Installation costs

The cost data included in the formula have been obtained from final costings for existing installations, from statistics or by means of calculations based on figures taken from actual cases.

All the installation costs include the builder's profit which is about 7—8 % of the installation costs. Some costs are illustrated in the form of a diagram. See FIG. 1.

#### Annual repayments

The depreciation periods and maintenance costs for the minor components of the heating, water and sanitary as well as electrical equipment are seldom taken into account in comparing the costs of different heating alternatives. The formula therefore includes some annual repayment figures applicable to larger units which also contain running and maintenance costs. The rate of interest chosen is 7 %.

#### Fuel and electricity costs

The current electricity tariffs have been used in calculating the heating costs for electrically-heated buildings. The formula gives examples of the way in which both usual tariffs and special tariffs are built up, and also shows the structure of the normal electricity tariff applicable to households in Central Sweden.

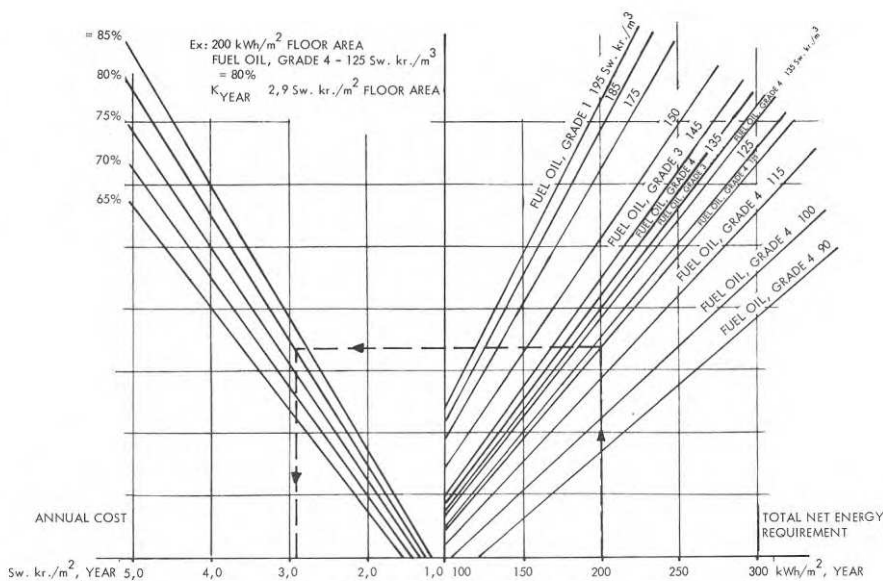


FIG. 2. Diagram for calculation of the annual fuel cost for an oil-fired central boiler plant.

The heating costs for buildings heated by oil-fired central boiler plants depend on the cost of the oil and its heat content, in addition to which the efficiency of the boiler and losses from the conduits etc. also have a bearing on costs. The annual cost can be calculated from FIG. 2.

The cost of heat supplied from a district-heating installation is determined by the heating tariff being charged at the time. The formula gives a summary of the rates recommended by the Swedish District Heating Association, the structure of which is such that they can be used directly as heating tariffs. There is an example of such a usual heating tariff and also of a tariff with a somewhat different structure.

#### Worked example

In order to illustrate how this cost formula is to be used, a comparative cost calculation has been carried out for a residential area using the data in the formula as the basis. The example is set out in conformity with the divisions in the formula.

Two main alternatives as regards insulation of the buildings, ventilation etc. have been chosen in the example. Complete calculations were made for these alternatives, all component costs and the total specific annual cost being worked out. The worked example is concluded by a table showing how the comparable specific annual costs change when the basic conditions are altered.

BYGGNADERS ENERGI FÖRSÖRJNING

Data för jämförande kostnadsberäkningar

The supply of energy to buildings

Data for comparative cost calculations

Av Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning

Rotbeckman 1970 10 8509 0

## INNEHÅLL

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER . . . . .	4
FÖRORD . . . . .	5
INLEDNING . . . . .	6
1 DATAMALLEN . . . . .	9
1.1 Förutsättningar . . . . .	9
1.1.1 Använda enheter . . . . .	9
1.1.2 k-värden . . . . .	9
1.1.3 Ventilationssystem . . . . .	10
1.1.4 Ytor . . . . .	11
1.1.5 Olika mätmetoder för energibehovet . . . . .	11
1.2 Effekt- och energibehov . . . . .	11
1.2.1 Transmissions- och ventilationsförluster . . . . .	12
1.2.2 Basvärme . . . . .	13
1.2.3 Tappvarmvatten . . . . .	14
1.2.4 Hushållsel . . . . .	15
1.2.5 Effekt- och energibehov för dimensionering och debitering . . . . .	15
1.3 Anläggningskostnader . . . . .	16
1.3.1 Kostnader för el- och rörinstallation i fastighet . . . . .	16
1.3.2 Kostnader för ventilationsanläggning . . . . .	18
1.3.3 Kostnader för elvarmvattenberedare, inklusive installation och utrymme . . . . .	18
1.3.4 Kostnader för undercentraler vid oljevärme inklusive installation och utrymme . . . . .	19
1.3.5 Kostnader för panncentraler . . . . .	19
1.3.6 Kostnader för kulvertnät . . . . .	19
1.3.7 Kostnader för eldistributionsnät . . . . .	22
1.3.8 Kostnader för tilläggsisolering, treglasfönster . . . . .	22
1.4 Annuiteter, avskrivningstider, underhåll, drift och skötsel . . . . .	22
1.5 Bränsle- och elkraftkostnader . . . . .	23
2 TILLÄMPNINGSEXEMPEL . . . . .	27
2.1 Förutsättningar . . . . .	27
2.2 Effekt- och energibehov . . . . .	29
2.3 Anläggningskostnader . . . . .	31
2.4 Annuiteter, avskrivningstider, underhåll och drift . . . . .	34
2.5 Bränsle- och elkraftkostnader . . . . .	34
2.6 Sammanställning av anläggnings- och årskostnader . . . . .	35
2.7 Jämförbara årskostnader vid förändring av förutsättningarna . . . . .	36
3 LITTERATUR . . . . .	37



## BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

DIT	Dimensionerande innetemperatur.
DUT 5	Dimensionerande utetemperatur för tunga byggnader (stenhus) med stor värmekapacitet.
DUT 1	Dimensionerande utetemperatur för lätta byggnader (trähus).
graddagstal	Specifika värmebehovet för en viss ort, dvs. summan, räknat över eldningsperioden, av temperaturdifferensen mellan inne- och utetemperaturer, multiplicerat med tiden, räknat i dagar, varunder temperaturdifferensen råder. Eldningsperiod betyder i detta sammanhang månaderna oktober-april samt de dagar då medeltemperaturen understiger: för maj-juli $+10^{\circ}\text{C}$ , augusti $+11^{\circ}\text{C}$ samt september $+12^{\circ}\text{C}$ .
k-värde	Värmegenomgångstal.
vy	Våningsyta; den yta i ett våningsplan som begränsas av ytterväggars utsidor.
ly	Lägenhetsyta; den yta i ett våningsplan som begränsas av färdigställda insidor av de väggar som omsluter varje lägenhet.
fdy	Fördelningsyta; summan av våningsyta och vissa lokalytor, t.ex. affärer, hobbylokaler m.m.
uy	Uppvärmad yta; den del av våningsytan som uppvärms.
lågghus	2-3 våningars skivhus med rektangulär bottenyta.
höghus	7-8 våningars skivhus med rektangulär bottenyta.
lgh	Mallens normallägenhet.
$\eta$	Årsmedelverkningsgrad för pannanläggning.
A	Annuitet i procent.
P	Räntefot.
n	Avskrivningstid.

## FÖRORD

För att kunna avgöra hur ett bostadsområdes energiförsörjning skall ske måste olika alternativ jämföras och bedömas. Det är därvid väsentligt att samstämda utgångsvärden används.

Det är även av visst värde om olika utredningar är jämförbara sinsemellan vilket är möjligt om man använder i stort sett samma beräkningssätt och vissa lika utgångsvärden från en utredning till en annan.

Denna rapport innehåller data avsedda att användas vid utarbetande av utredningar gällande energiförsörjning av flerfamiljshus. Till hjälp för dem som skall använda den s.k. datamallen har ett tillämpningsexempel utarbetats.

Det finns en allsidigt sammansatt, rådgivande grupp representerande de olika leden inom bygg-, vvs- och elfacken. Denna grupp, som bildades år 1966, bär namnet Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning med följande medlemmar (1969):

Olof Berg, Atomkraftkonsortiet (tidigare Stockholms Elverk)

Arne Boysen, Statens institut för byggnadsforskning

Carl-Göran Colleen, C-G Colleen AB

Åke Grauers, Hyreshus i Stockholm AB

Jacob Hellström, Hyreshus i Stockholm AB

Sven Groop, Statens Vattenfallsverk

Sture Håål, Ingenjörfirman Bergman & Co AB

Berndt Isaksson, Ingenjörfirman Orrje & Co AB

Olle Lindgren, Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB (tidigare AB  
Nordiska Värme Sana)

Torbjörn Waldenby, Svenska Värmeverksföreningen

Utredningsman har varit civilingenjör Olle Jonsteg, VVS-Tekniska Föreningen.

## INLEDNING

I etapp 1<sup>1)</sup> av utredningar inom samarbetsgruppen gjordes en sammanställning av resultaten från ett antal utförda utredningar beträffande energiförsörjning för flerfamiljshus. Sammanställningen var i första hand avsedd att ge underlag för en bedömning av vilka tekniska problem som först borde bearbetas i en kommande utredning. Rapporten från denna etapp visar att man i en del avseenden är ense om förutsättningar och beräkningssätt i de olika utredningarna. Något entydigt svar gavs dock inte.

Ur sammanställningen framgick nämligen att det många gånger kan vara svårt att direkt jämföra de olika resultat som man kommit fram till, och det gällde t.ex. både effektbehov och årskostnader. Man hade nämligen använt olika beräkningssätt samt olika värden för i princip samma utgångsdata i de olika utredningarna.

Eftersom det även i framtiden finns skäl att utreda hur byggnaders eller byggnadsområdets energiförsörjning skall ske, ansågs att en datasammanställning för sådana beräkningar borde vara av stort värde.

Denna datamall är avsedd att användas vid jämförande utredningar rörande olika uppvärmningsalternativ för bostadsområden (flerfamiljshus). Om mallen används i sina huvuddelar, erhålls korrekta, jämförbara årskostnader för de olika alternativen inom ett projekt. Dessutom kan olika utredningar i viss utsträckning jämföras sinsemellan.

De data som ges i mallen gäller endast under vissa givna förutsättningar beträffande k-värden, ventilationssystem, hustyp etc. Man kan inte okritiskt tillämpa den på områden med andra förutsättningar. Det ges dock ofta i mallen uppgifter om hur värdena ändras om andra förutsättningar gäller.

Vissa i och för sig betydelsefulla faktorer som påverkar energiförbrukningen eller kostnaden för uppvärmningen eller bådadera har utelämnats. Så har t.ex. energibehov för uttorkning av nyuppförd byggnads byggfukt inte behandlats.

---

1) Ej publicerad.

Dessutom gäller att enskilda data inte kan tas ur mallen och användas separat, t.ex. för rena dimensioneringsberäkningar. Man måste använda mallen i dess helhet i avsikt att få fram jämförbara kostnader för de olika uppvärmningsformerna.

De data som finns rekommenderade i mallen har erhållits genom insamling av data från verkliga projekt och genom litteraturstudier. Dessutom har många erfarenhetsvärden erhållits från bostadsföretag, konsultfirmor m.fl. Alla värden är hänförliga till 1969 års penningvärde och prisnivå.



## 1 DATAMALLEN

### 1.1 Förutsättningar

#### 1.1.1 Använda enheter

I datamallen används kWh och W som grundenheter. I vissa fall där man idag ännu använder kcal och kcal/h har båda enheterna använts parallellt. Data uttryckt i äldre enheter har satts inom parentes.

Relationen är  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$ .

Effekt anges i mallen i vissa fall per grad temperaturdifferens mellan DIT och DUT 5. Energi anges i liknande sammanhang per graddag.

För angivna data i mallen gäller att  $\text{DIT} = +21^{\circ}\text{C}$ . Ortens värde för DUT 5 och graddagstal kan erhållas ur Svensk Byggnorm (1967), p. 239, respektive VVS-handboken (1963), p. 51. DUT 5 är ett uttryck för den kallaste femdygnsperioden under en längre årsserie. Vid beräkning av maximala effekten för uppvärmning av ventilationsluften bör hänsyn tas till att temperaturen hos uteluften det kallaste dygnet är lägre än DUT 5. Denna lufttemperatur motsvarar DUT 1.

#### 1.1.2 k-värden

Byggnaders isoleringsgrad är beroende av den byggnadskonstruktion som skall tillämpas. Ett hus med lättbetongväggar har inte ur uppvärmningssynpunkt samma ekonomiska k-värde som ett hus med dubbla tegelmurar. Detsamma gäller vid olika energiförsörjningsalternativ. För oljevärmda respektive elvärmda hus erhålls olika ekonomiska k-värden beroende på olika kostnadsstruktur.

I datamallen har man förutsatt vissa k-värden. Dessa ligger till grund för mallens effekt- och energivärden.

Hus med iso- leringsgrad 1	ytterväggar	0,29 W/m <sup>2</sup> , °C (0,25 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	tak	0,23 W/m <sup>2</sup> , °C (0,20 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	fönster	2,0 W/m <sup>2</sup> , °C (1,7 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
Hus med iso- leringsgrad 2	ytterväggar	0,41 W/m <sup>2</sup> , °C (0,35 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	tak	0,35 W/m <sup>2</sup> , °C (0,30 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	fönster	2,9 W/m <sup>2</sup> , °C (2,5 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
Hus med iso- leringsgrad 3	ytterväggar	0,58 W/m <sup>2</sup> , °C (0,5 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	tak	0,35 W/m <sup>2</sup> , °C (0,3 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)
	fönster	2,9 W/m <sup>2</sup> , °C (2,5 kcal/m <sup>2</sup> , h, °C)

### 1.1.3 Ventilationssystem

Svensk Byggnorm (1967) anger tre olika huvudtyper av ventilationsanläggningar i bostadshus betecknade typ FT, F och S.

Typ FT är ett ventilationssystem med fläktstyrda till- och frånluftsflöden, s.k. balanserad ventilation.

Typ F är ett ventilationssystem med fläktstyrda frånluftsflöden, s.k. mekaniskt frånluftssystem.

Typ S är ett ventilationssystem med självdrag som drivande kraft för luftflödet, s.k. självdragssystem.

I samband med ventilationssystem typ FT används ibland värmeväxlare för ventilationsluften i avsikt att ta till vara värmen och i vissa fall även fukten i frånluften. Det finns två typer av värmeväxlare, regenerativa och rekuperativa. De förra måste vara försedda med kolfilter för att luktproblem skall undvikas. De överför även viss del av fukten i frånluften till tilluften. Denna fuktöverföring äger inte rum hos rekuperativa värmeväxlare. Verkningsgraden för den regenerativa typen är ca 80 % och för den rekuperativa ca 50 %.

I datamallen används värden på luftflöden och luftomsättningar ur Svensk Byggnorm (1967). Vid beräkning av effektbehovet för uppvärmning av ventilationsluften vid balanserad ventilation, typ FT, har använts luftflödet 200 m<sup>3</sup>/h och lägenhet, vilket även inkluderar den ofrivilliga ventilationen. Vid mekaniskt frånluftssystem, typ F, används för beräkning av effektbehovet 0,5 omsättningar/h, vilket även inkluderar ofrivillig ventilation. Detta motsvarar ett lägre luftflöde än det ovan angivna. Detta beror på att det är möjligt vid mekaniskt frånluftssystem, typ F, att minska flödet de kallaste och därmed mest effektkrävande dagarna. Energiförbehovet blir dock detsamma vid båda ventilationssystemen, eftersom flödesminskningen sker under en mycket kort tid av året. Skillnaden i förbrukad energi är försumbar.

En lägenhet har definierats som en normallägenhet med 3 rum och kök, lägenhetsytan  $80 \text{ m}^2$  och volymen  $210 \text{ m}^3$ .

#### 1.1.4 Ytor

Effekt- och energibehov anges ofta i mallen per ytenhet. Därvid har genomgående använts lägenhetsyta, men i andra fall kan man använda uppvärmd yta, våningsyta eller fördelningsyta.

Definitioner av ytorna finns i Bostadslånekungörelsen (1967).

Uppskattningsvis gäller följande relationer:

$$l_y = 0.80 - 0.85 \times v_y$$

$$l_y = 0.85 - 0.90 \times u_y$$

#### 1.1.5 Olika mätmetoder för energibehovet

Energiförbrukningen kan mätas antingen kollektivt för ett visst bostadsområde, för flera lägenheter i en trappuppgång eller enskilt för varje lägenhet.

För oljevärmda hus har det hittills varit vanligt att förbrukningen av energi för uppvärmning av byggnader och tappvarmvatten mätts kollektivt, medan förbrukningen av hushållsel mätts enskilt. Det finns dock exempel på områden som har enskild mätning av varmvattenförbrukning eller kollektiv mätning av hushållsel eller bådadera.

I datamallen har valts följande alternativ:

- Oljevärmda hus - enskild mätning av förbrukningen av hushållsel
- kollektiv mätning av värmeförbrukningen för uppvärmning av byggnad och tappvarmvatten
- Elvärmda hus - kollektiv mätning av all elförbrukning för uppvärmning av byggnad och tappvarmvatten, hushållsel och fastighetens övriga behov.

#### 1.2 Effekt- och energibehov

Effekt anges antingen som s.k. debiteringseffekt eller som dimensionerande effekt. Den förra är bestämmande för kostnaden för uppvärmningen. Den senare används för att fastställa storleken hos den energiproducerande och distribuerande apparaten. För att göra effektdata oberoende av geografiskt läge anges de ofta per grad, där gradtalet är skillnaden mellan dimensionerande inne- och utetemperatur.

Vid summering av effektbehovet för flera förbrukare tas hänsyn till sammanlagringen. Sammanlagringsfaktorn är relativt obetydlig, när det gäller effekt för uppvärmning av bostäder. Vid be-



stämning av effektbehovet för uppvärmning av varmvatten samt förbrukningen av hushållsel erhålls en god sammanlagring som ökar med antalet anslutna lägenheter.

I datamallen gäller genomgående att angivna värden på effekten är de som erhålls vid en sammanlagringsfaktor motsvarande summa effektbehov för 100 lägenheter. Om inte annat anges, är det fråga om dimensionerande effekt. Debiteringseffekt för elvärme bestäms vanligen som medelvärdet av högsta kvarttimmesvärdet under dagtid under var och en av de fyra kallaste kalendermånaderna. Genom att beräkna den i medeltal förekommande utetemperaturen vid dessa debiteringstillfällen för en längre årsserie erhålls den häremot svarande 'medelkalla utetemperaturen', MUT.

Tabell över MUT, DUT 1 och DUT 5 för några orter i Sverige.

	MUT	DUT 1	DUT 5
Malmö	- 5,6 °C	-18 °C	-13 °C
Göteborg	- 6,8	-18	-15
Jönköping	-10,5	-20	-18
Stockholm	- 8,7	-18	-17
Härnösand	-14,5	-22	-20
Östersund	-18,1	-29	-25
Gällivare	-22,5	-32	-28

Data i mallen för effekt och energi hänförs till två vanliga typer av flerfamiljshus, nämligen låghus och höghus.

För en annan vanlig hustyp, punkthus med 7-15 våningar och ungefär kvadratisk bottenyta, har inga speciella värden givits. Dessa hus har erfarenhetsmässigt i stort sett samma specifika effekt- och energibehov som de ovan definierade höghusen.

#### 1.2.1 Transmissions- och ventilationsförluster

##### 1.2.1.1 Specifika effektbehov (före avdrag av baseffekt och före tillägg av effekt för hushållsel)

Effektbehovet varierar bl.a. med byggnadshöjd, andel fönsteryta, k-värden, vindförhållanden etc. Nedan angivna tabellvärden bör därför användas endast då de givna förutsättningarna enligt 1.1 - 1.2 i tillämpliga delar är uppfyllda. De gäller för hus med en fönsteryta som är 20 % av total väggyta.

Ventilationssystem	F	FT	FT	FT
Värmeväxlare	ingen	regenerativ	rekuperativ	ingen
		$W/m^2 ly, ^\circ C$		
Höghus, isol.grad 1	1,1	0,8	1,1	1,6
Höghus, isol.grad 2	1,3	1,0	1,3	1,8
Höghus, isol.grad 3	1,4	1,1	1,4	1,9
Låghus, isol.grad 1	1,2	0,9	1,2	1,7
Låghus, isol.grad 2	1,4	1,1	1,4	1,9
Låghus, isol.grad 3	1,5	1,2	1,5	2,0

#### 1.2.1.2 Specifika energibehov (före avdrag av basenergi och före tillägg av energi för hushållsel)

Ventilationssystem	F	FT	FT	FT
Värmeväxlare	ingen	regenerativ	rekuperativ	ingen
		$Wh/m^2 ly, \text{graddag}$		
Höghus, isol.grad 1	38	18	25	38
Höghus, isol.grad 2	43	23	31	43
Höghus, isol.grad 3	46	26	34	46
Låghus, isol.grad 1	40	21	27	40
Låghus, isol.grad 2	44	25	32	44
Låghus, isol.grad 3	47	28	35	47

#### 1.2.2 Basvärme

Värme avges även från andra källor än radiatorer och varmluftssystem. Således erhålls värme från belysning, hushållsapparater, disk- och tvättmaskiner, TV-apparater etc. Även människorna i rummet avger värme. Det förbrukningsvarmvatten som tappas upp i lägenheterna avger värme dels direkt vid tappning av varmt vatten, dels som transmissionsvärme från varma till- och avloppsrör. Dessutom ger solinstrålningen ett betydande värmetillskott, framför allt genom fönstren. Dylåka värmetillskott sammanfattas i begreppet basvärme.

##### 1.2.2.1 Baseffekt

Baseffekten sänker behovet av tillförd värmeeffekt under de tider då stark solinstrålning råder eller då hushållselförbrukningen är hög. I elvärmda hus med termostattstyrning kan den avgiftsgrundande totaleffekten minskas genom nedstyrning av värmeuttaget vid aktuella tidpunkter (t.ex. klockan 11-13 och 17-19). Den dimensionerande

radiatoreffekten påverkas emellertid inte. Vid oljevärmda hus har baseffekten inte samma påvisbara betydelse för fastställande av uppvärmningskostnaden.

Ventilation	F	FT	FT	FT
Värmeväxlare	ingen	regenerativ	rekuperativ	ingen
		$W/m^2 ly$		
Hus med normal standard	10	13	11	10

Baseffekten är naturligtvis beroende på de boendes matvanor, arbetstider etc. För s.k. kategorihus, t.ex. studenthem där de boende har mycket oregelbundna vanor, gäller inte de ovan givna tabellvärdena, som då bör reduceras.

#### 1.2.2.2 Basenergi

Vid beräkning av verkliga energibehovet för uppvärmning av bostäder med utgångspunkt från de värden som erhålls via antalet grad-dagar för en ort (vid uppvärmning till innetemperaturen  $21^{\circ}C$ ) måste det därvid erhållna värdet minskas med nyttiggjord basenergi. Överslagsvis kan man räkna med följande värden på denna.

Låghus, 4-personershushåll:  $75 \text{ kWh}/m^2 ly$ , år

Höghus, 3-personershushåll:  $65 \text{ kWh}/m^2 ly$ , år

Nyttiggjorda basenergin minskar enligt utförda mätningar till  $60 \text{ kWh}/m^2 ly$ , år respektive  $45 \text{ kWh}/m^2 ly$ , år, om man inte använder rumstermostater. Angivna värdena gäller under förutsättning att värmeväxlare är installerad i ventilationssystemet. Om så inte är fallet, minskar basenergin med ca  $5 \text{ kWh}/m^2 ly$  och år.

#### 1.2.3 Tappvarmvatten

##### 1.2.3.1 Effektbehov

I elvärmda hus sker oftast varmvattenackumulering under låglasttid, under vilken särskild effektagift i allmänhet inte utgår.

Den dimensionerande effekten för uppvärmning av tappvarmvatten vid oljevärme kan uppskattas till  $15 \text{ W}/m^2 ly$  vid sammanlagring av 100 lägenheters behov. Sammanlagringsfaktorn är därvid ca 0,55. Möjligheten att utnyttja olika tekniska lösningar för varmvattenförsörjningen gör emellertid att dessa värden kan variera.

Vid elvärme och t.ex. 8 timmars ackumulering nattetid erhålls ett effektbehov av  $25 \text{ W}/m^2 ly$ , vid sammanlagring av behovet för 100 lägenheter. Vid ackumulering både under dag- och nattid är effektbehovet ca  $10 \text{ W}/m^2 ly$  vid i övrigt samma förutsättningar.

### 1.2.3.2 Energibehov

Energibehovet för uppvärmning av tappvarmvatten beror av antalet personer i lägenheten (p). Den ökade användningen av elektriskt uppvärmda tvättmaskiner och diskmaskiner innebär att förbrukningen av varmvatten inte ökar i den takt som i och för sig skulle motsvara standardhöjningen.

Energibehovet vid kollektiv uppmätning av varmvattenförbrukningen kan beräknas ur formeln

$$4300 + 700(p-3) \text{ kWh/lgh och år}$$

Överslagsvis kan man räkna med  $55 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$  och år.

### 1.2.4 Hushållsel

#### 1.2.4.1 Effektbehov

Effektbehovet är starkt beroende av antalet anslutna lägenheter samt om fastighetens allmänna elförbrukning ingår och om den innefattar bilvärmare.

Vid en sammanlagring motsvarande förbrukningen hos 100 lägenheter erhålls ett effektbehov om  $1,4 \text{ kW/lgh}$  eller  $18 \text{ W/m}^2\text{ly}$ . Då har fastighetens allmänna behov räknats in. Tillkommer dessutom bilvärmare uppgår effektbehovet till  $1,8 \text{ kW/lgh}$ .

#### 1.2.4.2 Energibehov

Elförbrukningen för hushåll är beroende av antalet personer i lägenheten (p). Förbrukningen kan beräknas ur formeln

$$4000 + 300(p-3) \text{ kWh/lgh och år}$$

Överslagsvis kan man räkna med  $50 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$  och år.

Fastighetens allmänna behov ingår i ovanstående värde och uppgår till ca  $1\ 500 \text{ kWh/lgh}$  och år. Detta energibehov kan variera och beror på antalet tvättstugor, antal hissar, typ av ventilations-system m.m. Vid balanserad ventilation erhålls högre värden på fastighetens allmänna behov, vilket då kan uppgå till ca  $2\ 500 \text{ kWh/lgh}$  och år. Tillkommer bilvärmare ökar behovet ytterligare med ca  $700 \text{ kWh/lgh}$  och år.

### 1.2.5 Effekt- och energibehov för dimensionering och debitering

#### 1.2.5.1 Dimensionerande effektbehov

Dimensionerande effektbehovet för att täcka transmissions- och ventilationsförluster erhålls genom att multiplicera specifika effektbehovet under punkt 1.2.1.1 med (DIT - DUT 5) för orten i fråga. Till detta värde läggs sedan effekten för uppvärmning av tappvarmvatten enligt punkt 1.2.3.1. Den därvid erhållna effekten

kan i oljevärme-fallet läggas till grund för dimensioneringen av panncentraler, kulvertar och undercentraler. För elvärmealternativet erhålls dimensionerande effekt för elnätet som högsta summan av effekterna för hushållsel och uppvärmning av bostäder respektive tappvarmvatten.

#### 1.2.5.2 Debiteringseffekt vid elvärme

Den debiterade effekten vid elvärme beräknas ur de specifika värdena under punkt 1.2.1.1 multiplicerade med temperaturskillnaden DIT - MUT. Till detta värde adderas därefter hushållseffekt samt subtraheras baseffekt. Om varmvattnet uppvärms under natten skall det inte adderas här, då natteffekten vanligtvis inte debiteras.

#### 1.2.5.3 Nettoenergi

Utgångsdata för beräkningen av nettoenergin är de värden på specifika energibehovet som anges under punkt 1.2.1.2. Det värde som härvid erhålls minskas med aktuellt värde på basenergin under punkt 1.2.2.2 och ökas med det beräknade värdet på varmvattenenergin under punkt 1.2.3.2. I fallet elvärme adderas även beräknat värde på energin för hushållsel enligt punkt 1.2.4.2.

I oljevärmealternativet används det beräknade värdet på nettoenergin antingen till att fastställa energikostnaden med hjälp av aktuell fjärrvärmes taxa eller till att bestämma oljeförbrukningen i panncentralen.

I elvärmealternativet används det beräknade värdet på nettoenergin för beräkning av energiavgiften enligt aktuell eltaxa.

### 1.3 Anläggningskostnader

De kostnader som ges under punkt 1.3.1 - 1.3.8 inkluderar byggherrepålägg, som uppskattas till 7-8 % på anläggningskostnaden.

#### 1.3.1 Kostnader för el- och rörinstallation i fastighet

##### 1.3.1.1 Elinstallation, elvärme

Elinstallationer för belysning, kraft och elvärme varierar, beroende på byggsätt. För elementbyggda hus med ellistsystem erhålls t.ex. något dyrare installation än för platsgjutna hus. I gengäld fås ett mer flexibelt utförande. För höghus är specifika kostnaden lägre än för låghus.

Anläggningskostnaden är även beroende av om man väljer enskild eller kollektiv elenergi-mätning eller om man utnyttjar gemensamma eller separata stigare för kraft, belysning och elvärme.

Kostnaden för kraft- och belysningsinstallationer i ett platsgjutet höghus med konventionell ledningsförläggning och enskild mätning kan uppskattas till 20-25 kr/m<sup>2</sup>ly. Vid kollektiv mätning minskar installationskostnaden med ca 4 kr/m<sup>2</sup>ly.

Merkostnaden som tillkommer för elinstallation av elvärme kan beräknas enligt följande, vari innefattas kostnaden för all utrustning från fastighetens servisapparat till och med elradiatorer, försedda med påbyggda termostater.

Höghus: ca 15 kr/m<sup>2</sup>ly

Låghus: ca 18 kr/m<sup>2</sup>ly

#### 1.3.1.2 Rörinstallation

Följande installationskostnader har beräknats för ett hus i Mellansverige, 12 m brett och 76 m långt och försett med outgrävd källare. Installationen omfattar målade radiatorer, armatur, oisolerade värmestammar vid yttervägg samt isolerade ledningar i källaren. Mekaniskt frånluftssystem (typ F) är installerat.

Höghus: ca 15 kr/m<sup>2</sup>ly

Låghus: ca 18 kr/m<sup>2</sup>ly

Om radiatorerna förses med termostater ökar kostnaden med ca 3 kr/m<sup>2</sup>ly.

#### 1.3.1.3 Kostnadspåverkande faktorer

De kostnader som här angivits för el- och rörinstallationer gäller endast under vissa specifika förutsättningar. Aktuella kostnader varierar med en mängd faktorer. Sålunda inverkar t.ex.

- a. dyrort
- b. bostadsområdets storlek
- c. byggnadernas utformning - huslängd och hushöjd

Kostnaden för källarledningar och effekt minskar vid ökat våningstal.

För rörinstallationen inverkar dessutom

- d. stamplacering

Man kan t.ex. välja fria stammar vid yttervägg, stammar i slits vid yttervägg, en stam för varje vertikal fönsterrad, centralstam med en- eller tvårörssystem och plastisolerade koppar- eller stålrör.

Alla dessa alternativ ger olika kostnader. Ur rörteknisk synpunkt är alternativet med centralstammar och enrörssystem med plastisolerade stålrör några procent billigare än de övriga.

e. typ av ventilationssystem

Anläggningskostnaden blir 1-2 kr/m<sup>2</sup>ly högre för rörinstallationer i ett normalisolerat hus för en anläggning med balanserad ventilation utan värmeåtervinning än för en anläggning med enbart mekaniskt frånluftsystem. Kostnaderna blir ungefär desamma för system med balanserad ventilation och värmeåtervinning som för mekaniskt frånluftsystem.

1.3.2 Kostnader för ventilationsanläggning

1.3.2.1 Kanaler, fläktar, luftvärmare

Mekaniskt frånluftsystem, F 9 kr/m<sup>2</sup>ly

System med balanserad ventilation, FT 20 kr/m<sup>2</sup>ly

1.3.2.2 Värmeväxlare med anslutning

Regenerativ värmeväxlare med kolfilter 6 kr/m<sup>2</sup>ly

Rekuperativ värmeväxlare 4 kr/m<sup>2</sup>ly

1.3.2.3 Totalkostnad

Höghus, regenerativ värmeväxlare: 25 kr/m<sup>2</sup>ly ± 3 kr/m<sup>2</sup>ly

Låghus, regenerativ värmeväxlare: 27 kr/m<sup>2</sup>ly ± 3 kr/m<sup>2</sup>ly

Höghus, rekuperativ värmeväxlare: 25 kr/m<sup>2</sup>ly ± 1 kr/m<sup>2</sup>ly

Låghus, rekuperativ värmeväxlare: 26 kr/m<sup>2</sup>ly ± 1 kr/m<sup>2</sup>ly

Dessa kostnader varierar beroende bl.a. på om forcerad köksventilation är installerad samt om det är separata kanaler för denna ventilation. För värmeväxlarna gäller att viss sambyggnad kan ske. Det kompakta utförandet ger lägre kostnader.

1.3.3 Kostnader för elvarmvattenberedare, inklusive installation och utrymme

Valet av beredarstorlek är ett optimeringsproblem. Kostnaden är bl.a. beroende av hur stor beredaren är i relation till den installerade eleffekten för uppvärmning av tappvarmvattnet. Av betydelse är även vilket beredarsystem som väljs. Det finns beredare där förbrukningsvattnet värms direkt av en elpanna eller elpatroner och beredare som är dubbelmantlade eller försedda med värmeväxlare. Dessa senare har högre anläggningskostnader. Detta kompenseras dock av att elpatronerna får betydligt längre livslängd genom att de inte placeras direkt i förbrukningsvattnet. Yteffekten på elpatronerna och vattnets hårdhet inverkar också på livslängden.

Vid ackumulering av hela dygnets behov under nattid erhålls bättre sammanlagring av vattenförbrukningen men beredarnas storlek ökar. För 100 lägenheter erfordras ett husutrymme av ca 20 m<sup>3</sup>.

Om ackumulering nattetid är mer ekonomisk än dag- och nattuppvärmning beror på hur gällande eltaxa är uppbyggd. Det är f.n. vanligast med taxeuppgörelser så utformade att ingen effekttaxa tas ut nattetid. Därför är nattackumulering oftast förekommande. Nedanstående värden gäller system där man inte har elpatroner i förbrukningsvattnet. Den enkelmantlade beredaren är försedd med en värmeväxlare i vilken förbrukningsvattnet uppvärms. Den dubbelmantlade beredaren fungerar som om den hade en värmeväxlare inbyggd. Bägge systemen förses med hetvatten från en elpanna.

Tid då elkraft uttas	Antal lägenheter per beredare	System med enkelmantlade beredare	System med dubbelmantlade beredare
		Kostn. i kr/lgh	Kostn. i kr/lgh
Under natten	15	900	1050
8-9 timmar	40	600	750
	100	450	600
Hela dygnet	15	600	750
	40	350	500
	100	250	350

#### 1.3.4 Kostnader för undercentraler vid olievärme, inklusive installation och utrymme

Se FIG.1.

I kostnader för undercentral ingår värmeomformare (alternativt värmeväxlare och varmvattenberedare), pumpar, automatik, rör.

#### 1.3.5 Kostnader för panncentraler

Kostnaderna, som ges i FIG.2, bygger på data från moderna centraler och tidigare gjorda utredningar. Miljömässiga synpunkter kan dock leda till avsevärt förhöjda byggkostnader.

#### 1.3.6 Kostnader för kulvert nät

Se FIG.3 och FIG.4.

Kostnaderna varierar starkt med utnyttjande- och exploateringsgrad. Andra faktorer som spelar in är yttre förutsättningar, om kulverten skall byggas i gatumark eller grönområde, kulvertkonstruktion etc.

Om sambyggnad sker med avloppsnätet kan kostnaderna sänkas betydligt. En minskning i anläggningskostnad på 3-4 kr/m<sup>2</sup>ly dvs. ca 30 öre/m<sup>2</sup>ly i årskostnad vid 50 % sambyggnad förefaller sannolik.



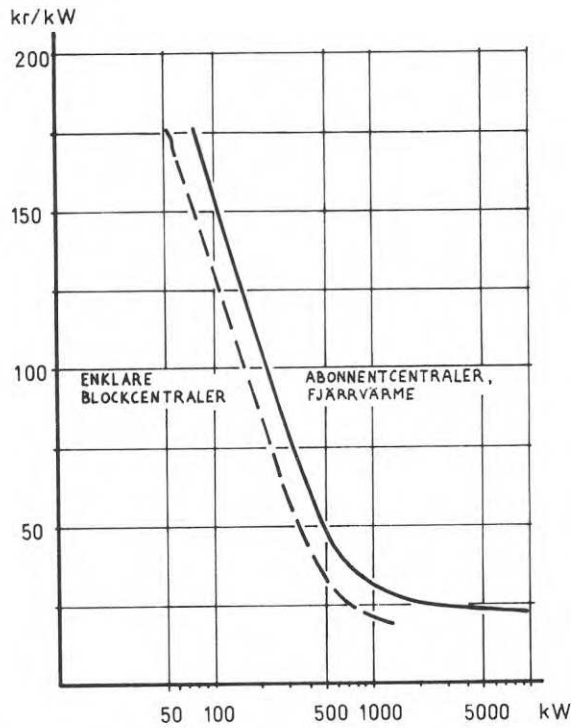


FIG. 1. Kostnader för undercentraler vid oljevärme som funktion av installerad effekt; kostnader för installation och utrymme ingår.

Cost of oil-fired heating sub-stations as a function of the installed power, including the costs of installation and building area.

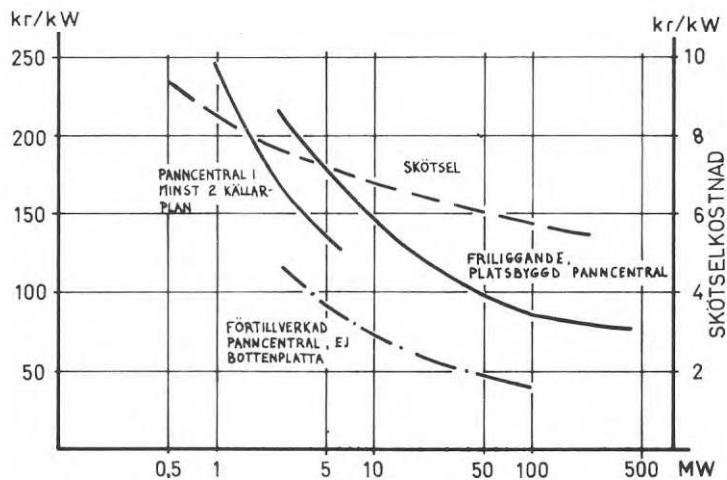


FIG. 2. Total anläggningskostnad och skötselkostnad för panncentraler som funktion av installerad effekt.

Total installation cost and running cost of central boiler plants as a function of the installed power.

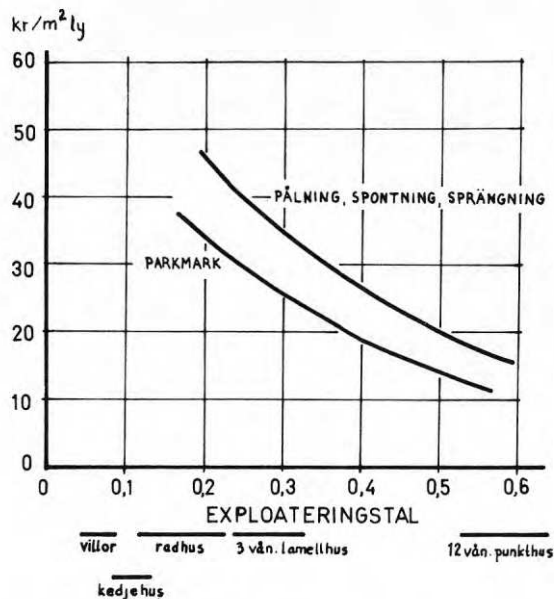


FIG. 3. Specifika kostnader för kulvertnät som funktion av exploateringsstalet. Kostnaderna gäller för kulvertnätet fram till värmesystemet i varje byggnad inom ett område. För områden med fler än 1 000 lägenheter.

Specific costs of conduit system as a function of the development factor. The costs apply for the conduits up to the heating system in each building. For areas with more than 1000 dwellings.

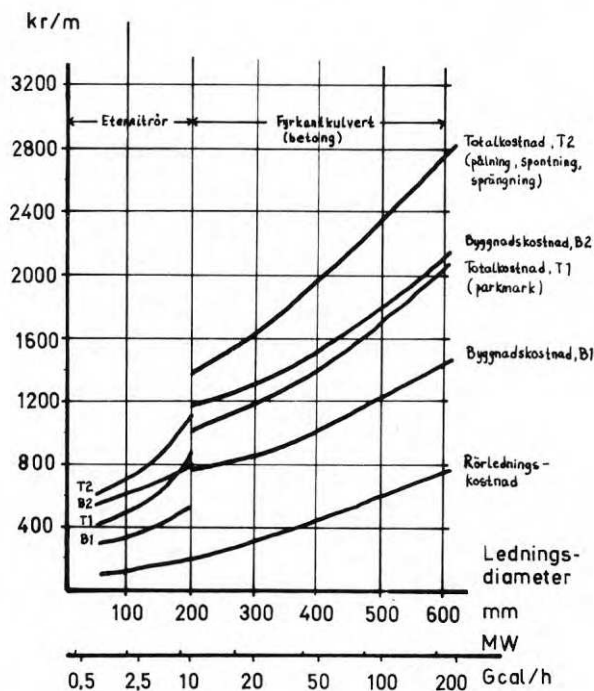


FIG. 4. Genomsnittliga specifika kulvertkostnader i ett nybyggnadsområde som funktion av ledningsdiametern och transporterad värmeeffekt. Alternativ med parkmark och svårare terräng. Brunnskostnader ingår.

Average specific conduit costs in a new housing area as a function of the conduit diameter and thermal power transmitted. Alternatives for level ground and difficult country respectively. Cost of manholes included.

Det finns numera även förtillverkade kulvertledningar, som ger betydligt lägre anläggningskostnader än vad som visas i FIG.3 och FIG.4.

### 1.3.7 Kostnader för eldistributionsnät

Den ökade investeringen vid elvärme utöver den vid konventionell uppvärmning uppgår till ca 700 kr/lägenhet i tätorter vid större nybyggnation. Denna kostnad ingår normalt som anslutningsavgift i offererad eltaxa.

I ett konventionellt uppvärmt område med enbart hushålls- och fastighetsel är investeringen uttryckt i form av anslutningsavgift ca 100 kr/lgh.

### 1.3.8 Kostnader för tilläggsisolering; treglasfönster

Vid en variation av isoleringstjockleken och därmed värmeomgångstalet för en och samma väggtyp gäller att vid ändring av isoleringen med  $0,1 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$  ( $0,085 \text{ kcal/m}^2, \text{h}, ^\circ\text{C}$ ) ändras isoleringskostnaden med ca  $3 \text{ kr/m}^2 \text{ ly}$ . Om samma väggtyp bibehålls gäller denna kostnadsändring inom mallens område för värmeomgångstalet vid olika uppvärmningsalternativ ( $k = 0,29 - 0,58 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ ). Det alternativ som eventuellt antas få en bättre isolering, och därmed mindre värmeförluster, måste belastas med den ökade isoleringskostnaden vid kostnadsjämförelsen.

Detsamma gäller treglasfönster (trippel isolerglas eller två isolerglas + en vanlig ruta) i jämförelse med vanliga kopplade tvåglasfönster. Den värmevinst (i  $\text{kr/m}^2 \text{ ly}$ , år) som erhålls genom att installera det bättre isolerande fönstret måste ställas mot den ökning i investeringar som uppstår på grund av ett dyrare fönsteralternativ. Denna ökade anläggningskostnad är ca  $7 \text{ kr/m}^2 \text{ ly}$ .

## 1.4 Annuiteter, avskrivningstider, underhåll, drift och skötsel

Den årliga kapitalkostnaden för anläggningarna beräknas med hänsyn tagen till de olika delarnas livslängd (avskrivningstid), drift- och underhållskostnad samt genomsnittsräntan på det investerade kapitalet.

De avskrivningstider som används är baserade på de ekonomiska livslängderna för de olika objekten. Den ekonomiska livslängden bestäms på så sätt att summan av förnyelse- och underhållskostnader per år skall ges ett minimivärde. Denna tid är alltså beroende av hur fort utvecklingen gör detaljer omoderna och svårskötta etc. På grund av faktorer som skiftande vattenkvalitet, luftrenhet etc. blir tiderna olika för olika delar av landet.

Avskrivningstider och underhåll hänger således intimt samman, eftersom bristfälligt underhåll ger förkortad livslängd.

Vid jämförande utredningar behandlar man sällan avskrivningstider och underhållskostnader för de mindre komponenterna i vvs-, respektive elutrustningen. Man är mer intresserad av större enheter som panncentral med utrustning, kulvertar, eldistributionsnät, elvärmeinstallation etc. Det är emellertid viktigt att man använder samma utgångsvärden. Det har därför ansetts lämpligt att i mallen ange vissa samstämda annuiteter. Dessa gäller större enheter och innehåller även drift- och underhållskostnader. Räntan har valts till 7 %, (FIG.5).

Objekt	Avskr. tid år	Underhåll, drift,skötsel %	Total annuitet %
Panncentral, byggnad	40	0,5	8,0
Panncentral, vvs-utrustning	15	2,0+6 kr/kW	13,0+6 kr/kW
Undercentral, vvs-utrustning	15	1,5	12,5
Kulvertar	30	1,5	9,5
Rörinstallation i fastighet	30	1,0	9,0
Termostatventiler	10	1,5	15,5
Elvärmeinstallation i fastighet	25	1,5	10,0
Anslutningsavgift, elkraft	40	-	7,5
Elvarmvattenberedare	25	2,0	10,5
Ventilationskanaler	25	1,5	10,0
Ventilationsvärmväxlare	15	9,0	20,0
Tilläggsisolering	40	-	7,5
Treglasfönster	40	0,5	8,0

### 1.5 Bränsle- och elkraftkostnader

När det gäller elvärmda hus är det den aktuella taxan för elvärme som ligger till grund för beräkningen av uppvärmningskostnaden. Vanligen består taxan av en anslutningsavgift, en effektagift och en avgift för dagenergi och en för nattenergi.

Ex. Taxa: 115 kr/kW, år + 3,5 öre/kWh, år under dagtid + 2,5 öre/kWh, år under nattid + skatt samt en anslutningsavgift på 700 kr/lgh.

Specialtaxa för Vallåsområdet: Fast årlig avgift + energiavgift + energiskatt som uppgick till 78 kr/lgh, år + 5 öre/kWh + skatt.

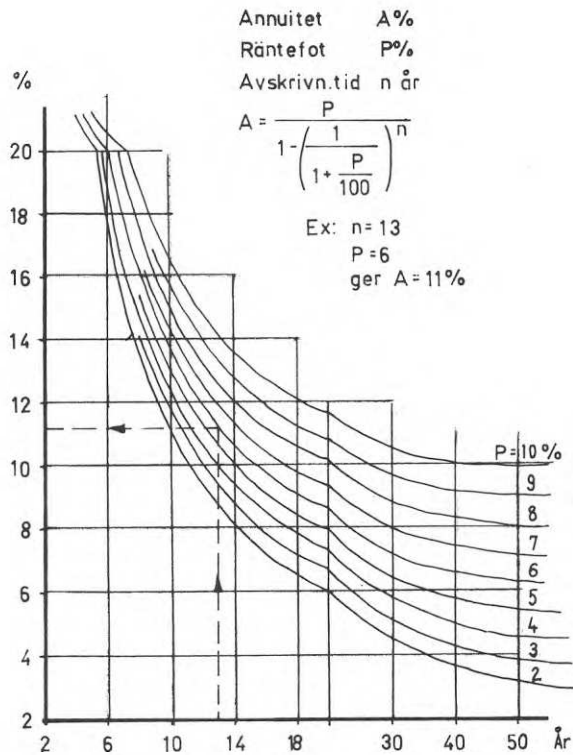


FIG. 5. Diagram för beräkning av annuiteten vid olika räntefot och avskrivningstider.

Diagram for calculation of the annual repayment for different interest rates and depreciation periods.

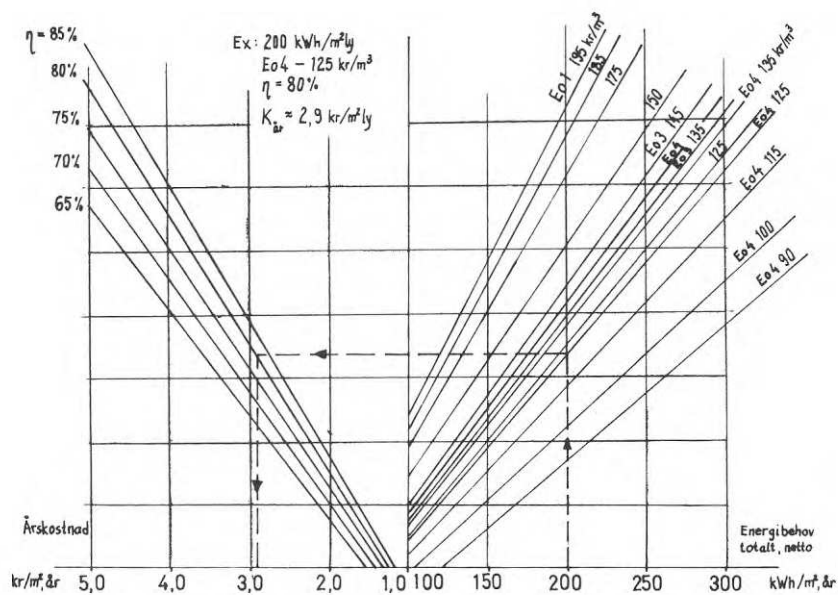


FIG. 6. Diagram för beräkning av årskostnaden för bränsle vid en oljeeldad panncentral.

Diagram for calculation of the annual fuel cost for an oil-fired central boiler plant.

I samband med eltaxorna kan nämnas att det är möjligt att minska totala årskostnaden med ca 0,5 kr/m<sup>2</sup>ly genom viss styrning av effekten. Den avgiftsgrundande effekten kan hållas nere genom att fastighetsförvaltaren (abonnetten) styr bort vissa delar av värme-systemet under de tider då baseffekten är störst.

Normal hushållseltaxa i Mellansverige har följande utseende:

S kr/år i abonnemangavgift

8 öre/kWh i energiavgift

S bestäms av den för leveransen erforderliga huvudsäkringens ampère-tal och utgår för såväl lägenhets- som fastighetsabonne-mang. Vanligen är S i Mellansverige 75-90 kr. Förutom dessa kostnader ingår vid nybyggnation en anslutningsavgift på ca 100 kr/lgh.

Uppvärmningskostnaden för hus försörjda från oljeeldad panncentral är beroende av oljans pris samt oljans värmeinhåll. Dessutom in-verkar pannans verkningsgrad och övriga förluster från kulvertar etc. (FIG.6).

Mellan värmeverksföreningen och parterna på hyresmarknaden råder en överenskommelse om priser för fjärrvärme, vilket har givits uttryck för i riktpriiser för värmeleverans. Dessa riktpriiser har en sådan utformning att de direkt kan appliceras som tillämpade värmesatser. På grund av olika önskemål och lokala förhållanden och olika taxenivåer vid olika värmeverk har en gemensam taxa ej blivit genomförd. Nedan redovisas värmeverksföreningens rikt-priser och taxorna vid Linköpings tekniska verk samt Stockholms elverk. Den senare taxan är av något annorlunda utformning än övriga taxor i landet.

Värmeverksföreningens riktpriiser har följande utseende:

$$\text{Alt.1: } \frac{I}{130} (300 + 14,6 E) + (4 + 0,12 W) O_1 \quad E < 300$$

$$\text{Alt.2: } \frac{I}{130} (2000 + 12,9 E) + (15 + 0,12 W) O_3 \quad 300 < E < 2300$$

$$\text{Alt.3: } \frac{I}{130} (10000 + 10,3 E) + (75 + 0,116 W) O_4 \quad 2300 < E < 6000$$

där E = Maximala värmebehovet i kW

W = Årsförbrukningen av energi i MWh/år

I = Konsumentprisindex

O = Oljepris i kr/m<sup>3</sup> (netto) för eldningsolja 1, 3 och 4.

Taxan vid Linköpings tekniska verk har följande utseende:

$$\text{Anslutningsavgift: } \frac{I}{130} 40 E \quad \text{för } E < 500 \text{ Mcal/h}$$
$$\frac{I}{130} (13000 + 14 E) \quad \text{för } E > 500 \text{ Mcal/h}$$

Konsumentprisindex hänförs till tidpunkten för anslutningen.

Årsavgifter (fast avgift + förbrukningsavgift)

$$\text{Alt.1: } \left( \frac{210}{130} + \frac{I-210}{130} \times 0,8 \right) (100 + 17 E) 0,9 + (1,2 + 0,14 W) 0,8 B_1$$

$$\text{Alt.2: } \left( \frac{210}{130} + \frac{I-210}{130} \times 0,8 \right) (1500 + 14 E) 0,9 + (25 + 0,14 W) 0,9 B_3$$

$$\text{Alt.3: } \left( \frac{210}{130} + \frac{I-210}{130} \times 0,8 \right) (10000 + 11 E) 0,9 + (75 + 0,135 W) 0,9 B_4$$

E = den anslutna byggnadens maximivärmebehov i Mcal/h vid  $-20^{\circ}\text{C}$  yttertemperatur (1 Mcal =  $10^3$  kcal)

W = den per år uttagna värmemängden i Gcal (1 Gcal =  $10^6$  kcal)

I = konsumentprisindex (vid debiteringstillfället senast kända indexvärde)

B = oljepris, lika med eller lägre än priset för olja 1, olja 3 och olja 4 i kr/m<sup>3</sup> vid leverans av 2 m<sup>3</sup> fritt förbrukningsplatsen.

Anm.: Vid fastställandet av oljepriser skall skälig hänsyn tas till normalt förekommande rabatter på gällande listpriser.

Taxan vid Stockholms elverk har följande utseende:

Abonnemangsavgift, som beror av ansluten nettovåningsyta

Distributionsavgift, som beror av genomströmmad mängd hetvatten hos abonnenten

Indexavgift 0,25 (K-230) % på de två ovanstående avgifterna;

K = konsumentprisindex

Produktionsavgift, som är  $0,017 \times R$  öre/kWh enligt värmemätaren;

R = referensbränslepris.

I likhet med vad som gäller för eltaxor, måste man i varje enskilt fall ta reda på aktuell taxa för fjärrvärme.

Enligt de stadsplaner som gäller för Mellanstad skall ett område 3 km utanför stadens centrum bebyggas med flerfamiljshus. Inom området skall byggas 9 st. 3-vånings lamellhus och 6 st. 7-vånings lamellhus (se FIG. 7-8). Sammanlagda lägenhetsytan kommer att bli 41 000 m<sup>2</sup> (3-våningshusen - 14 000 m<sup>2</sup>; 7-våningshusen - 27 000 m<sup>2</sup>) fördelat på 500 lägenheter med i genomsnitt 3 rum och kök.

Bostäderna skall förses med ventilationsutrustning av normal standard, men balanserad ventilation, system FT kan installeras om det blir konkurrenskraftigt i kostnadshänseende.

Markförhållandena är relativt svåra varför man måste räkna med sprängning vid utförande av kulvertnät.

Fjärrvärme kan ej erhållas. Egen panncentral är det ena alternativet och elvärme det andra.

Elverket i staden tillhandahåller elkraft till en effekttaxa.

## 2.1 Förutsättningar

### 2.1.1 Använda enheter

Klimatologiska utgångsdata är:

DIT = +21°C

DUT 5 = -19°C

MUT = -12°C

graddagstalet (beräknat för DIT = 21°C) = 4 000.

### 2.1.2 k-värden

Husens byggnadsdata är inte fastställda. Som huvudalternativ väljs hus med isoleringsgrad 1 för elvärmefallet och hus med isoleringsgrad 2 för alternativet med värme från egen panncentral. Andra fall undersöks, om det kan förutses att de påverkar slutresultatet.

### 2.1.3 Ventilationssystem

Balanserad ventilation, typ FT, förutsätts för elvärmealternativet. Eftersom 3-rumslägenheter är vanligast, kan datamallens ventilationsdata användas direkt. Som basalternativ används regenerativ värmeväxlare. För oljevärmealternativet förutsätts ett mekaniskt frånluftssystem, typ F.



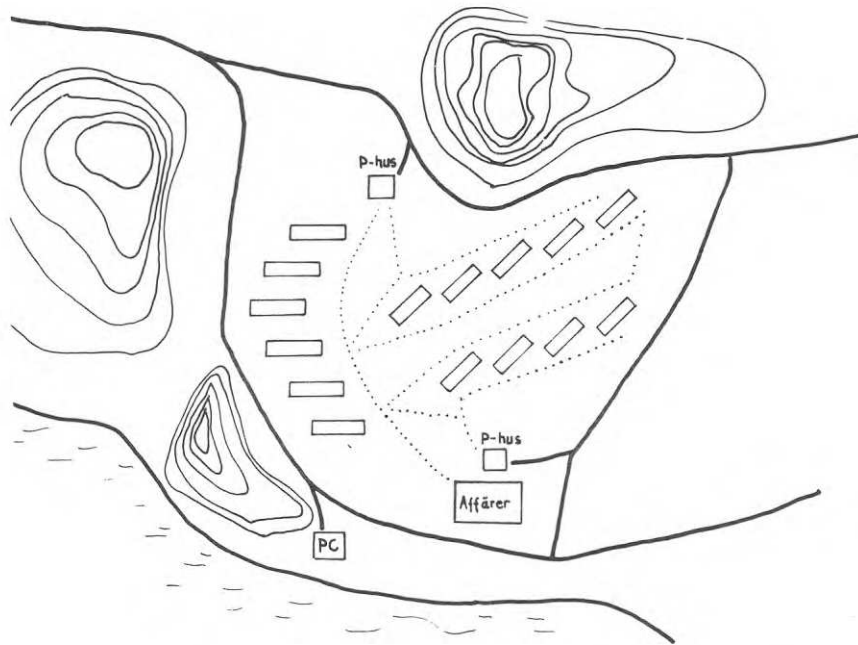


FIG. 7. Skiss över det område utanför Mellanstad som skall byggas med flerfamiljshus.

Sketch plan of area outside an average town which is to be developed by building blocks of flats.

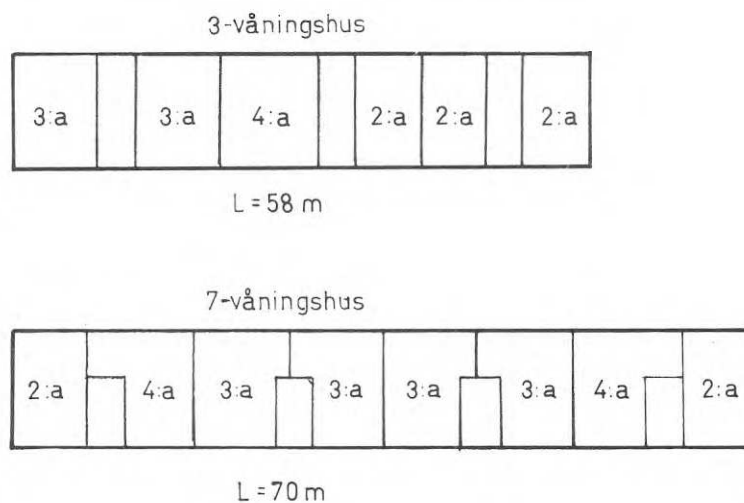


FIG. 8. Planskiss över 3- och 7-våningshus, som visar yttermått samt fördelning av våningstyper.

Sketch plan of 3-storey and 7-storey building showing overall dimensions and distribution of flat types.

#### 2.1.4 Ytor

Ytorna i förutsättningarna är angivna i  $m^2$  lägenhetsyta (ly).

#### 2.1.5 Olika mätmetoder

I samråd med elverk och blivande förvaltaren väljs kollektiv mätning av elenergin om området blir eluppvärmt och enskild mätning i annat fall.

#### 2.2 Effekt- och energibehov

De värden som tas ur tabellerna skall vara genomsnittsvärden för området, som har både hög- och låghus.

##### 2.2.1 Transmissions- och ventilationsförluster

###### 2.2.1.1 Specifika effektbehov

Ur tabellen erhålls

vid elvärme:  $0,85 \text{ W/m}^2\text{ly}$ , °C

vid oljevärme:  $1,35 \text{ W/m}^2\text{ly}$ , °C

###### 2.2.1.2 Specifika energibehov

Ur tabellen erhålls

vid elvärme:  $19 \text{ Wh/m}^2\text{ly}$ , graddag

vid oljevärme:  $43,5 \text{ Wh/m}^2\text{ly}$ , graddag

##### 2.2.2 Basvärme, effekt och energi

###### 2.2.2.1 Baseffekt

Ur tabellen erhålls

vid elvärme:  $13 \text{ W/m}^2\text{ly}$

vid oljevärme:  $- \text{ W/m}^2\text{ly}$

###### 2.2.2.2 Basenergi

Endast i elvärmefallet används rumstermostater. Följande värden på basenergi erhålls

vid elvärme:  $70 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år

vid oljevärme:  $45 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år

##### 2.2.3 Tappvarmvatten

###### 2.2.3.1 Effektbehov

För elvärmefallet förutsätts att varmvattenackumulering sker under låglasttid mellan kl. 22-06. Följande värden erhålls

vid elvärme:  $25 \text{ W/m}^2\text{ly}$

vid oljevärme:  $15 \text{ W/m}^2\text{ly}$

### 2.2.3.2 Energibehov

Det förekommer mest 3-rumslägenheter, varför man kan räkna med 3 personer i varje lägenhet. Totala varmvattenförbrukningen är densamma i båda uppvärmningsalternativen. Följande värden erhålls

vid elvärme: 4300 kWh/lgh, år eller 55 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

vid oljevärme: 4300 kWh/lgh, år eller 55 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

### 2.2.4 Hushållsel

#### 2.2.4.1 Effektbehov

Det förutsätts att det inom området uppförs ett parkeringshus. Bilvärmare blir alltså inte aktuella. Följande värden erhålls

vid elvärme: 18 W/m<sup>2</sup>ly

vid oljevärme: 18 W/m<sup>2</sup>ly

#### 2.2.4.2 Energibehov

Enligt punkt 2.2.3.2 skall man använda  $p = 3$  i formeln  $4000 + 300(p-3)$ . Elvärmade byggnaderna har balanserad ventilation, vilket medför en ökning av allmänna elförbrukningen. Följande värden erhålls

vid elvärme: 4800 kWh/lgh, år eller 60 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

vid oljevärme: 4000 kWh/lgh, år eller 50 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

### 2.2.5 Effekt- och energibehov för dimensionering och debitering

#### 2.2.5.1 Dimensionerande effektbehov

Enligt punkt 2.1.1 gäller för orten i fråga att  $DIT - DUT 5 = 40^{\circ}\text{C}$ . Värdet på totala transmissions- och ventilationsförlusterna erhålls genom att multiplicera detta värde med specifika transmissions- och ventilationsförlusterna enligt punkt 2.2.1.1. Det totala dimensionerande effektbehovet är av mindre betydelse i elvärmealternativet, eftersom kostnaderna för elnät normalt ingår i eltaxan. Radiatorerna dimensioneras emellertid för att täcka transmissions- och ventilationsförluster. Följande värden erhålls

vid elvärme:  $40 \times 0,85 = 34 \text{ W/m}^2\text{ly}$

vid oljevärme:  $40 \times 1,35 = 54 \text{ W/m}^2\text{ly}$

Till detta skall i oljevärmealternativet adderas värdet på effekten för uppvärmning av tappvarmvattnet enligt punkt 2.2.3.1 ovan. Följande värden erhålls

vid elvärme: -

vid oljevärme:  $54 + 15 = 69 \text{ W/m}^2\text{ly}$

#### 2.2.5.2 Debiteringseffekt

För att erhålla debiteringseffekt vid elvärme skall de specifika värdena under punkt 2.2.1.1 multipliceras med (DIT - MUT) = 33. Till detta skall adderas hushållseffekten 18 W/m<sup>2</sup>ly enligt punkt 2.2.4.1 och subtraheras baseffekten 13 W/m<sup>2</sup>ly enligt punkt 2.2.2.1 ovan. Följande värden erhålls

vid elvärme:  $0,85 \times 33 + 18 - 13 = 33 \text{ W/m}^2\text{ly}$

Varmvatteneffekten tas ut under natten och debiteras alltså ej.

#### 2.2.5.3 Nettoenergi

Från punkt 2.2.1.2 erhålls värdena 19, respektive 43,5 Wh/m<sup>2</sup>ly, graddag för transmissions- och ventilationsförluster. Med hjälp av graddagstalet 4000 erhåller man

vid elvärme: 76 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

vid oljevärme: 174 kWh/m<sup>2</sup>ly, år

För att erhålla nettoenergin minskas dessa värden med basenergin 70 respektive 45 kWh/m<sup>2</sup>ly, år samt ökas med varmvattenenergin 55 kWh/m<sup>2</sup>ly, år. I elvärmealternativen adderas till sist hushållselen 60 kWh/m<sup>2</sup>ly, år. Följande värden erhålls

vid elvärme:  $76 - 70 + 55 + 60 = 121 \text{ kWh/m}^2\text{ly, år}$

vid oljevärme:  $174 - 45 + 55 = 184 \text{ kWh/m}^2\text{ly, år}$

### 2.3 Anläggningskostnader

#### 2.3.1 Kostnader för el- och rörinstallationer i fastighet

##### 2.3.1.1 Elinstallation

Merkostnaderna för elinstallation som förorsakas av elvärme kan för området i medeltal anges till

vid elvärme: 16 kr/m<sup>2</sup>ly

##### 2.3.1.2 Rörinstallation

De skiljaktigheter som finns mellan mallens förutsättningar och det givna fallet är så obetydliga att man kan acceptera mallens värden. För området i genomsnitt kan kostnaden anges till

vid oljevärme: 16 kr/m<sup>2</sup>ly

Rumstermostater är ej aktuella (se 2.2.2.2).

### 2.3.2 Kostnader för ventilationsanläggning

#### 2.3.2.1 Kanaler, fläktar, luftvärmare

Totalkostnaden blir 20 kr/m<sup>2</sup>ly vid balanserad ventilation och 9 kr/m<sup>2</sup>ly vid mekaniskt frånluftsystem.

#### 2.3.2.2 Värmeväxlare med anslutning

Regenerativ värmeväxlare med kolfilter kostar ca 6 kr/m<sup>2</sup>ly.

#### 2.3.2.3 Totalkostnad

Följande värden erhålls

vid elvärme: 20 + 6 = 26 kr/m<sup>2</sup>ly

vid oljevärme: 9 kr/m<sup>2</sup>ly

### 2.3.3 Kostnad för elvarmvattenberedare inklusive installation och utrymme

Man har valt att använda enkelmantlade beredare med värmeväxlare och elpanna. Lämplig storlek på beredarna erhålls, om man ansluter 3 trevåningshus till en beredare och vartdera sjuvåningshuset till var sin beredare. Sammanlagt erhålls 9 beredare för i genomsnitt vardera 55 lägenheter.

Total kostnad: 9 x 550 x 55 = 272 000 kr eller ca 6,6 kr/m<sup>2</sup>ly.

### 2.3.4 Kostnader för undercentraler vid oljevärme inklusive installation och utrymme

Antalet undercentraler antas vara sex. För de 9 trevåningshusen (sammanlagt 14 000 m<sup>2</sup>ly) utnyttjas tre och för de 6 sjuvåningshusen (sammanlagt 27 000 m<sup>2</sup>ly) utnyttjas likaledes tre. Enligt 2.2.5.1 är dimensionerande effektbehovet 0,069 kW/m<sup>2</sup>ly. De förra undercentralerna får alltså en effekt av 1/3 x 14 000 x 0,069 = 320 kW och de senare 1/3 x 27 000 x 0,069 = 620 kW. Totala installerade effekten är 3 x 320 + 3 x 620 = 2 820 kW.

Ur FIG.1 erhålls kostnaderna för de olika utförandena. Totala kostnaden blir 3 x 16 500 + 3 x 17 500 = 102 000 kr.

Totalkostnad för undercentral, enklare utförande: 2,5 kr/m<sup>2</sup>ly.

Om man använder de något större och bättre utrustade abonnentcentralerna, erhåller man en högre kostnad 3 x 23 500 + 3 x 24 000 = 147 500 kr.

Total kostnad för undercentral, bättre utrustad: 3,6 kr/m<sup>2</sup>ly.

### 2.3.5 Kostnader för panncentraler

Man kan välja tre olika alternativ på panncentralens utförande. Den kan vara friliggande och i så fall är den antingen platsbyggd eller förtillverkad och transporterad till platsen. Tredje alternativet är att bygga panncentralen i flera plan i en källare i ett bostadshus.

Om man skall utnyttja en panncentral i källare bör storleken på installerade effekten i centralen inte vara mer än ca 1 500 kW, varför man i detta fall väljer att bygga en friliggande panncentral.

Kostnaderna för de två alternativ man då kan välja beräknas ur FIG.2. Dimensionerande effekt är 2 800 kW och lämpligen installeras då 3 pannor med sammanlagda effekten 3 000 kW. Följande kostnader erhålls

för förtillverkad panncentral exklusive bottenplatta:

335 000 kr = 8 kr/m<sup>2</sup>ly, varav ca 6,5 kr/m<sup>2</sup>ly hänförs till installationerna och 1,5 kr/m<sup>2</sup>ly till byggnaden.

för platsbyggd panncentral:

615 000 kr = 15 kr/m<sup>2</sup>ly, varav ca 9 kr/m<sup>2</sup>ly hänförs till installationerna och 6 kr/m<sup>2</sup> till byggnaden.

### 2.3.6 Kostnader för kulvertnät

Exploateringsstalet för området ligger på ca 0,35 och markens beskaffenhet kräver visst sprängarbete. Eftersom området innehåller endast 500 lägenheter bör dock FIG.3 inte användas. Ur FIG.4 erhålls följande kostnad för kulvertnät fram till värmesystemet i husen. För eternitrör med i genomsnitt 125 mm diameter på värmeledningsrören erhålls kostnaden 650 kr/m. Man kan räkna med en kulvertlängd av ca 1 200 m. Kostnaden härför blir:

1 200 x 650 = 780 000 kr = 19 kr/m<sup>2</sup>ly.

Om man använder förtillverkade kulvertledningar, kan man eventuellt minska kostnaderna ytterligare.

### 2.3.7 Kostnader för eldistributionsnät

Anslutningsavgift skall betalas för båda uppvärmningsalternativen.

vid elvärme: 1 000 kr/lgh = 12,5 kr/m<sup>2</sup>ly

vid oljevärme: 100 kr/lgh = 1,5 kr/m<sup>2</sup>ly

### 2.3.8 Kostnader för tilläggsisolering; treglasfönster

Elvärmealternativet måste belastas med tilläggsisoleringskostnaden, dvs. skillnaden i anläggningskostnad för isolering för hus med isoleringsgrad 1 och hus med isoleringsgrad 2. Det betyder

att både kostnaden för bättre isolerad vägg och isolerade fönster skall tas med. Följande värden erhålls

för tilläggsisolering:  $3 \text{ kr/m}^2\text{ly}$

för treglasfönster:  $7 \text{ kr/m}^2\text{ly}$

#### 2.4 Annuiteter, avskrivningstider, underhåll och drift

Detta avsnitt innehåller data som skall användas under punkt 2.6 vid beräkning av årskostnaderna.

#### 2.5 Bränsle- och elkraftkostnader

Taxan som man har fått från Mellanstads elverk har följande utseende

för elvärme:  $120 \text{ kr/kW}$ , år +  $3,5 \text{ öre/kWh}$  under dagtid +  $2,5 \text{ öre/kWh}$  under nattid +  $7 \%$  elskatt

för hushållsel (inklusive fastighetsabonnemang):  $85 \text{ kr/år}$ , abonnent +  $7 \text{ öre/kWh}$  +  $600 \text{ kr/år}$  och fastighet +  $7 \%$  elskatt.

Från punkt 2.2.5.2 erhålls debiteringseffekten  $33 \text{ W/m}^2\text{ly}$ . Från punkt 2.2.5.3 erhålls nettoenergin  $121 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år, varav  $60 \%$  förbrukas under nattid och  $40 \%$  under dagtid.

Debiteringseffekten är alltså  $0,033 \text{ kW/m}^2\text{ly}$  och kostar  $120 \text{ kr/kW}$ . Under dagtid förbrukas  $48 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år och dessa kostar  $3,5 \text{ öre/kWh}$  medan de återstående  $73 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år som förbrukas under natten kostar  $2,5 \text{ öre/kWh}$ .

Kostnaden för elvärme inklusive hushållsel blir:

$$(0,033 \times 120 + 0,035 \times 48 + 0,025 \times 73) 1,07 = \\ = (4,0 + 1,7 + 1,8) \times 1,07 = 8,0 \text{ kr/m}^2\text{ly, år.}$$

För de 500 abonnenterna i området är årsavgiften  $85 \text{ kr}$  per abonnent och för de 15 fastigheterna  $600 \text{ kr}$  per fastighet. Förbrukad energi kostar  $0,07 \text{ kr/kWh}$  och denna är  $50 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år enligt punkt 2.2.4.2.

Kostnaden för hushållsel i oljevärmefallet blir:

$$(85 \times \frac{500}{41\,000} + 0,07 \times 50 + 600 \times \frac{15}{41\,000}) 1,07 = \\ = (1,0 + 3,5 + 0,2) = 5,1 \text{ kr/m}^2\text{ly, år.}$$

Uppvärmningskostnaden för de oljevärmda husen erhålls ur FIG.5. Pannorna antas ha en årsmedelverkningsgrad på  $75 \%$ . Oljepriset är för Eo4  $115 \text{ kr/m}^3$ . Ur punkt 2.2.5.3 erhålls värdet för totala energibehovet ( $184 \text{ kWh/m}^2\text{ly}$ , år).

Kostnaden för oljevärme blir  $2,6 \text{ kr/m}^2\text{ly}$ , år.

## 2.6 Sammanställning av anläggnings- och årskostnader

Sammanställning av anläggningskostnader i kr/m<sup>2</sup>ly

	<u>Oljevärme</u>	<u>Elvärme</u>
Panncentral, bygg 2.3.5	6,0	
Panncentral, VVS 2.3.5	9,0	
Kulvertar, 2.3.6	19	
Undercentraler, 2.3.4	2,5	6,6
El- och rörinstallationer, 2.3.1	16	16
Ventilationskanaler, m.m., 2.3.2	9	20
Ventilationsvärmewäxlare, 2.3.2		6
Fönster, 2.3.8		7
Tilläggsisolering, 2.3.8		3
Anslutningsavgift, el, 2.3.7	1,2	12,5
	<hr/>	<hr/>
	62,7	71,1

### Årskostnader, oljevärme

	<u>Annuitet %</u>	<u>Årskostnader kr/m<sup>2</sup>ly, år</u>
Panncentral, bygg	8,0	0,5
Panncentral, VVS	13,0+6 kr/kW	1,6
Kulvertar	9,5	1,8
Undercentraler	12,5	0,3
Rörinstallation	9,0	1,4
Ventilationskanaler	10,0	0,9
Anslutningsavgift, el	7,5	0,1
	<hr/>	<hr/>
		6,6

### Årskostnader, elvärme

	<u>Annuitet %</u>	<u>Årskostnader kr/m<sup>2</sup>ly, år</u>
Varmvattenberedare, elvärme	10,5	0,7
Elinstallation	10,0	1,6
Ventilation	10,0	2,0
Ventilationsvärmewäxlare	20,0	1,2
Tilläggsisolering	7,5	0,2
Fönster	8,0	0,6
Anslutningsavgift, el	7,5	0,9
	<hr/>	<hr/>
		7,2



Sammanställning av årskostnader: kr/m<sup>2</sup>ly

	Oljevärme	Elvärme
Kapitalkostnader	6,6	7,2
Bränslekostnader	2,6	
Elkraftkostnader	5,1	8,0
	<hr/>	
Summa	14,3	15,2
Jämförlik årskostnad	9,2	10,1
(kostnaden för hushållsel = 5,1 är subtraherad från bägge totalkostnaderna)		

Det blir alltså en skillnad i årskostnad mellan de bägge alternativen på 0,9 kr/m<sup>2</sup>ly. Då bör emellertid anmärkas att elvärmealternativet har balanserad ventilation och oljevärmealternativet har mekaniskt frånluftssystem.

2.7 Jämförbara årskostnader vid förändring av förutsättningarna  
(Ändring gentemot grundalternativen)

	Oljevärme	Elvärme
	Årskostnad kr/m <sup>2</sup> ly	
	<hr/>	
1. Balanserad ventilation utan värmeväxlare, oljevärme	11,1 (+1,9)	9,4 <sup>1)</sup>
2. Samma som punkt 1 fast med regenerativ värmeväxlare	9,5 (+0,3)	9,4 <sup>1)</sup>
3. Isoleringsgrad 1 vid oljevärme, i övrigt basalalternativet	9,4 (+0,2)	10,1
4. Med friliggande, förtillverkad panncentral vid oljevärme, i övrigt basalalternativet (grundplatta antas kosta 0,5 kr/m <sup>2</sup> ly)	8,6 (-0,6)	10,1
5. Balanserad ventilation utan värmeväxlare vid elvärme	9,2	15,2 (+5,1)
6. Mekaniskt frånluftssystem vid elvärme	9,2	11,8 (+1,7)
7. Isoleringsgrad 2 vid elvärme i övrigt basalalternativet	9,2	10,8 (+0,7)
8. Styrning av effekten vid elvärme	9,2	9,6 (-0,5)

1) På grund av att oljevärmen vid detta alternativ erhåller högre allmän elförbrukning minskar jämförbara årskostnaden för elvärmens grundalternativ med 0,7 kr/m<sup>2</sup>ly.

3.1 Referenser

Bostadslånekungörelsen, 1967 (Kungl. Bostadsstyrelsen), Bilaga I:1, Stockholm.

Svensk byggnorm, 1967 (Statens Planverk), Publikation nr 1, Stockholm.

VVS-handboken, 1963 (Förlags AB VVS), p.51, Stockholm.

3.2 Kompletterande litteratur

Aktuella värmefrågor inför morgondagens samhälle, 1969. Utredningar från värmesymposium i Stockholm 3-5 mars 1969. (Kraftproducenter, eldistributör och FERA.)

Bildmark, K, 1962, Byggnadselementens uppskattade ekonomiska varaktighet och tidsintervaller för underhåll (Statens råd för byggnadsforskning), Särtryck 6:1962, Stockholm.

Dirke, L, 1966, Projektering av hetvattencentraler - några synpunkter, VVS nr 5 (Förlags AB VVS), p.253, Stockholm.

Eneborg, I, 1959, Stora eller små värmecentraler (Statens nämnd för byggnadsforskning), Handling nr 34, Stockholm.

Energiförsörjning i hyreshus, 1968, Estraddiskussion vid VVS-Tekniska Föreningens årsmöte i oktober, VVS nr 10 och 11, (Förlags AB VVS), Stockholm.

Håål, S, 1969, Redogörelse för mätningar i Råslätt, (Ing.firman Bergman & Co AB), Opublicerad stencil.

Håål, S, 1968, Uppvärmningssystem för flerfamiljshus, VVS nr 8, (Förlags AB VVS), p.423, Stockholm.

Larsson, O, 1963, Driftsekonomi vid medelstora oljeeldade värmeanläggningar, (Statens institut för byggnadsforskning), Rapport 97, Stockholm.

Larsson, O, 1964, Årsverkningsgrad hos oljeeldad värmecentral, (Statens institut för byggnadsforskning), Särtryck 5, Stockholm.

Lindskoug, N-E, 1969, Elvärmefrågor, 3:e utg., Stockholm.

Mandorff, S, 1968, Värmeförbrukning i skolor (Statens institut för byggnadsforskning), Rapport 33, Stockholm.

Svenska Bostäder, 1967, Botkyrkautredningen, Opublicerad utredning, Stockholm.

Värdering av elektriska distributionsanläggningar, 1967, (Svenska Elverksföreningen), Handlingar nr 5, Stockholm.



**R9: 1970**

**Denna rapport avser anslag nr D 329:2 från Statens råd för byggnadsforskning till Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning, Stockholm**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Abonemangsgrupp: b (byggnadsprojektering)**

**Pris: 10 kronor**