

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VUIA"
TIMISOARA

TEZA DE DOCTORAT :

**CONTRIBUTII LA STUDIUL DEZVOLTARII IN PERSPECTIVA
A CONSUMULUI CASNIC DE ENERGIE ELECTRICA (AVIND
IN VEDERE INFLUENTA ASUPRA REZELEI DE DISTRIBUTIE)**

DOCTORAND

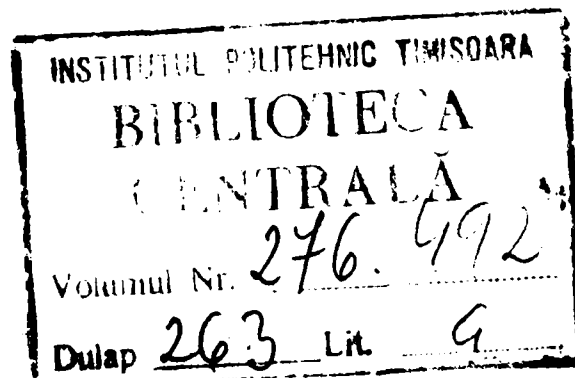
ing. Toma Nicolae Laszlo

CONDUCATOR STIINTIFIC

Prof.dr.ing.Mihai Bragovan

**BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA**

**ian.-aug.
1973**



T A B L A D E M A T E R I I

Pagina

	<u>1.</u>		
1.	<u>.....</u>		
2.	<u>.....</u>		
	<u>Uz casnic</u>		8
	2.1. Scopurile acestei prognoze și metodele utilizate		8
	2.2. Dezvoltarea consumului de energie de uz casnic în funcție de dotarea cu aparate de utilizare și repartizare pe diferite surse de energie		11
	2.3. Caracteristicile energetice principale. Core- lații dintre aceste caracteristici		19
	2.4. Calculul coeficientului de simultaneitate		27
3.	<u>.....</u>		
	<u>.....</u>		
	<u>.....</u>		42
	3.1. Necesarul de energie pentru încălzirea și climatizarea locuințelor		43
	3.2. Necesarul de energie pentru prepararea apei calde		50
	3.3. Necesarul de energie pentru pregătirea și conservarea hranei		52
	3.4. Necesarul de energie pentru mecanizarea acti- vităților de curățenie		54
	3.5. Necesarul de energie pentru iluminat		55
	3.6. Necesarul de energie pentru activități cul- tural distractive		56

4. DETERMINAREA NECESSARULUI DE ENERGIE ELECTRICA PENTRU UN CASNIC SI A PRINCIPALILOR CARACTERISTICI DE CONDII PENTRU DEZVOLTAREA IN VIITOR A CONSUMULUI CASNIC DIN R.S.R.	57
4.1. Incalzirea, respectiv climatizarea locuintelor	57
4.2. Prepararea apei calde	66
4.3. Pregătirea și conservarea hranei	68
4.4. Mecanizarea activităților de curățenie.....	70
4.5. Evoluția consumului de energie pentru iluminat	71
4.6. Activități cultural distractive	72
5. DETERMINAREA PRINCIPALILOR CARACTERISTICI DE CONDII PE CARE SE DEZVOLTARĂ VIITORUL A CONSUMULUI CASNICI DIN R.S.R.	74
6. ANALIZAREA LA SCARA A NECESSARULUI ACTUEL SI AL VIITORULUI DE CONDII PENTRU CASNICI	84
7. URMANIA DE CATRU TRENTELE DE ENERGIE A SPAII SI A NECESSARULUI DE DEZVOLTARE A CONSUMULUI CASNICI	99
<u>INCHETARE</u>	

I N T R O D U C E R E

Pe parcursul dezvoltării impetuoase a societății noastre socialiste, apar în permanență aspecte noi, probleme noi.

Prevederea apariției lor și pregătirea din timp a soluțiilor corespunzătoare prezintă importanță deosebită. De aceea conducerea Partidului Comunist Român a subliniat în mai multe ocazii necesitatea activității de prognoză, de previziune în perspectivă, a stimulat și a orientat dezvoltarea acestei activități.

Una din aceste probleme, care deocamdată a apărut numai în germane, constituie creșterea consumului de energie electrică pentru nevoile gospodăriilor casnice. În primii ani ai electricității țării noastre, acest consum era neînsemnat pe lângă consumul de energie necesar industriei, agriculturii și transporturilor. Creșterea nivelului de trai al populației, rezultat al stadiului actual și al tendinței de dezvoltare în continuare a societății noastre se manifestă însă și în direcția unei creșteri importante al consumului de energie electrică pentru nevoile casnice.

Instalațiile de distribuție a energiei electrice vor trebui să facă față acestor cereri, în condiții tehnice și economice corespunzătoare. Dar pentru aceasta e nevoie să se cu-

. . .

nească din timp modul în care se vor pune problemele, ritmul în care vor crește consumurile și nivelele de consum la care ne vom putea aștepta.

Materialele adunate și ideile elaborate pe parcursul unei activități de peste 20 ani desfășurate în cadrul serviciilor publice de electricitate au constituit bazele prezentei lucrări. Autorul dorește ca ideile și concluziile prezentate să poată constitui contribuția sa la dezvoltarea instalațiilor de distribuție publică a energiei electrice din Țara Românească și la asigurarea la nivel corespunzător al energiei necesare tuturor consumatorilor.

Pentru îndrumarea permanentă pe parcursul elaborării lucrării, autorul mulțumește cu profund respect conducătorului științific, Prof.Dr.Ing.M.Brașovan, care i-a fost dascăl încă de pe băncile școlii și care i-a fost un exemplu permanent în activitatea sa profesională.

Pentru sprijinul permanent, cu schimb activ de idei și de informații, autorul își exprimă caldă sa recunoștință colegilor săi de activitate : ing. C.Belea, ing. D.Kartae, ing. J. Constantinescu, ing. A.Rothman, ing. A.Baciu, mat. S.Hertzberg precum și dr.ing.C.Mihăileanu și dr.docent P.Dino.

Referitor la contribuțiile personale, autorul consideră necesar să menționeze următoarele :

În primul rând : modul de punere al problemei și aruncarea determinarea tendințelor de evoluție a consumatorilor casnici de

. . .

III

energie electrica, avind in vedere contribuția acestor consumatori la încărcarea rețelelor de distribuție. Lucrările în care s-a studiat pînă în prezent evoluția consumului casnic de energie electrica în țara noastră nu au avut în vedere această problemă. De aceea, problema fundamentală a celor ce dimensionează sau exploatează rețele de distribuție și care pînă în prezent nu are soluție va primi răspuns prin concluziile prezentei lucrări.

În al doilea rînd : calea de soluționare a problemei și anume deducerea consumului de energie electrică din consumul total de energie a gospodăriei casnice, în funcție de proporția de utilizare a altor surse de energie și deducerea în continuare a contribuțiilor de putere din caracteristicile de consum ale aparatelor consumatoare corespunzătoare.

În al treilea rînd : completarea și punerea la punct a teoriei coeficientului de simultaneitate pentru consumatorii mici și în domeniul numerelor mici. Verificarea teoriei s-a făcut prin simulare pe calculator numeric.

În al patrulea rînd : elaborarea unor soluții simple de rețea de distribuție care să asigure în condiții calitative și economice satisfăcătoare alimentarea consumatorilor casnici, a căror caracteristică este creșterea în timp a consumului. Aceste soluții se bazează pe o concepție fundamental diferită de cea folosită pînă în prezent, cînd rețeaua se proiectează avind în vedere asigurarea unor sarcini electrice date. Rețelele astfel dimensionate funcționează în condiții economice numai foarte puțin timp și anume numai atunci cînd sarcina electrică, pe parcursul

. . .

IV

evoluției sale, atinge valoarea considerată în calcule. Soluțiile elaborate în cadrul prezentei lucrări nu se referă la o sarcină dată ci au în vedere sarcini care evoluează în timp, într-o plajă foarte largă. Ori, aceasta este situația specifică a rețelelor electrice de distribuție publică.

Cu privire la modul de prezentare al bibliografiei, tabelelor și figurilor se fac următoarele precizări :

- Lucrările care apar în bibliografie cu autor ICENERG au avut în cadrul colectivului de elaborare pe autorul prezentei lucrări

- Tabelele mai mari și figurile au fost grupate la urmă, în anexă, făcându-se trimiterile respective în text. Tabelele mici au fost cuprinse în corpul textului.

1. ~~ACTUALITATEA PROBLEMEI. NECESITATEA CERCETĂRII~~

Timp îndelungat, consumul de energie electrică pentru uz casnic nu a prezentat interes deosebit deoarece a format o cotă parte puțin însemnată în balanța de energie electrică.

În ultimii 20 ani însă s-a remarcat în toată lumea o modificare treptată a acestor proporții, determinată de un ritm de creștere mult mai mare a consumului de energie electrică pentru uz casnic decât ritmul de creștere mediu al consumului de energie electrică pentru alte scopuri.

Astfel în intervalul 1956 - 1966, ponderea consumului casnic a crescut în Austria de la 12,7 la 20%, în Anglia de la 24 la 35%, în RFG de la 8 la 17,5%, în Franța de la 10 la 16%, în SUA de la 20,3 la 32% (1970) /1, 2, 3, 4, 5, 6/. Această tendință, care se manifestă în continuare, este consemnată și în cadrul rapoartelor la Conferința Mondială a Energiei (1968, 1971) /7, 8/, și la Simpozionul din 1972 al Comisiei Economice pentru Europa al ONU (ECE) /9/, constatându-se că proporția din consumul total de energie electrică a sectorului "edilitar

• • •

și casnic" a crescut - în medie pe Europa, de la 34% în 1963 la 37,6% în 1970 și că această tendință de creștere se menține în continuare.

Fenomenul de creștere rapidă a consumului casnic de energie electrică apare atât în țările cu înalt nivel de industrializare cât și în restul țărilor. Deci, nu poate fi explicat nicidecum printr-un ritm redus de creștere a consumului industrial și, exclusiv, prin ritmul rapid de extindere a utilităților energiei electrice în gospodăriile casnice.

Această afirmație este sprijinită de următoarele aspecte:

- creșterea rapidă a gradului de dotare a gospodăriilor cu aparate electrice de diferite tipuri (tab.1-1)/10/
- creșterea importanță a aparatelor electrotermeice și a instalațiilor electrice de încălzire a locuințelor (tab.4-3) /11,12,13,14,15/.

Și în țara noastră se remarcă tendința de creștere a proporției consumului casnic de energie electrică. Negi consumul total a crescut foarte rapid (17% medie anuală între 1960 - 1965 și 14% medie anuală între 1965 - 1970), prin creșterile anuale deosebit de mari (13% medie anuală între 1960 - 1965 și 16,5% medie anuală între 1965 - 1970) proporția consumului casnic a crescut de la 5,7% în 1960 la 6,7% în 1970, cu tendința de a ajunge la 8,9% în 1980.

Tendința pronunțată de creștere a consumului casnic de energie electrică nu e deloc întâmplătoare. Ea rezultă din mai

. . .

multe elemente strins legate de creșterea nivelului de trai, de dorința pentru condiții de confort sporit și a posibilităților din ce în ce mai largi oferite de utilizările energiei electrice pentru scopuri casnice /16/. În consecință se consideră că tendința de creștere actuală se va menține și în perspectiva anului 2000 /15, 17/.

Creșterile de consum de energie electrică pentru uz casnic prezintă, pe lângă aspectele lor sociale și o serie de aspecte tehnice economice deosebit de importante. Astfel, se menționează :

- Creșterea necesarului de aparate electrice de uz casnic, creșterea cantitativă și necesitatea lărgirii sortimentului.

- Creșterea exigenței consumatorilor față de performanțele aparatelor de utilizare

- Creșterea gradului de încărcare a rețelelor electrice de distribuție

- Creșterea exigenței consumatorilor față de nivelul calitativ al energiei electrice furnizate : constanța tensiunii și continuitatea alimentării cu energie electrică

- Necesitatea adaptării instalațiilor electrice de la abonați, corespunzător sarcinilor gamei de noi consumatori

- Apariția unor noi probleme tarifare.

Pentru a putea soluționa în mod corespunzător problemele arătate, în ultimii ani, în majoritatea țărilor, a crescut considerabil preocuparea, atât a întreprinderilor constructoare

de aparate electrice cit și a întreprinderilor furnizoare de energie, pentru dezvoltarea producției de aparate electrocasnice și pentru dezvoltarea corespunzătoare a rețelelor electrice.

Importanța acestor probleme a determinat concentrarea eforturilor unui număr mare de unități economice și științifice în direcția cercetării utilizărilor energiei electrice în scopuri casnice și a optimizării dezvoltării instalațiilor de distribuție a energiei electrice. În consecință literatura de specialitate din ultimul deceniu este din ce în ce mai bogată cu lucrări consacrate problemelor aparatelor electrocasnice, consumului de energie în scopuri casnice și rețelelor de distribuție pentru zone de locuit

Se menționează atenția acordată în țara noastră acestor probleme, prin lucrări ale Institutului de Energetică a Academiei RSR, a Institutului de Cercetări al CSP și a unor institute de cercetări departamentale ca ISPE, ICPE, ICENERG /18, 19, 20, 21/ Se menționează de asemenea elaborarea unor teze de doctorat consacrate problemei consumului casnic și a unui raport prezentat de delegația română la a VIII-a Conferință Mondială a Energiei /17, 22/.

În principal studiile și cercetările se grupează în jurul următoarelor probleme :

1. Prognoza consumului de energie pentru uz casnic, ca element în balanța generală de consum. Aceste lucrări au în vedere prognoza necesarului de energie și putere pentru ansamblul economiei naționale și servesc dezvoltarea bazei energetice.

. . .

2. Prognoza necesarului de aparate electrocasnice. Aceste lucrări au în vedere dezvoltarea corespunzătoare a industriei electrotehnice.

3. Prognoza dezvoltării consumatorilor casnici. Aceste lucrări au în vedere dezvoltarea instalațiilor de la abonați și a rețelelor de distribuție publică.

4. Politica tarifară, care să îmbine interesele consumatorilor cu interesele întreprinderilor furnizoare de energie electrică.

Lucrările elaborate pînă în prezent în țara noastră au fost destinate în principal problemelor de prognoză a necesarului de energie pe ansamblu și a necesarului de aparate electrocasnice.

Din aceste studii rezultă că creșterile de consum prevăzute pentru etapa următoare nu vor prezenta o problemă deosebită pentru sistem atît sub aspectul surselor de producere cît și a rețelelor sistemului, deoarece, consumul casnic va reprezenta la nivelul anului 1980 numai 9% și la nivelul anului 2000, cca. 13% din consumul total.

Pentru rețelele de distribuție publică și în special pentru rețelele de joasă tensiune (inclusiv posturile de transformare ce le alimentează), aceste creșteri vor reprezenta însă o problemă deosebit de dificilă. Într-adevăr, dacă se ia în considerare că pentru aceste rețele consumul casnic reprezintă cca. 50% din balanță și știind că restul consumului de joasă tensiune (iluminatul general și public) se va dezvolta în ritmul mediu (2,6 ori în 10 ani) capacitatea acestor instalații va trebui să

crească de peste 3 ori în interval de 10 ani.

Problema este însă mai complexă deoarece nu se limitează numai la această cursă dintre creșterea de consum și creșterea de capacitate, deoarece creșterile de consum nu sînt uniforme. Astfel în unele zone, în special în cartierele noi, în zonele rurale și periferice aceste creșteri rezultă din creșterea numărului de consumatori, adică datorită racordării la rețea a locuințelor noi sau a celor existente sau neelectrificate încă. În aceste zone se pune problema extinderii, respectiv completării rețelelor existente. În alte zone, ca de exemplu în cartierele existente ale orașelor și în zonele rurale electrificate, creșterile de consum vor rezulta din creșterea dotării gospodăriilor cu noi aparate casnice. În aceste zone se va pune problema depășirii capacității rețelelor electrice.

Dar, indiferent de faptul că e cazul unor zone de consum noi sau existente, cererile de putere electrică vor fi diferențiate și în funcție de gradul de dotare al gospodăriilor cu aparate electrice care va fi determinat la rîndul său de resursele energetice disponibile pentru uz casnic în zona respectivă.

Avînd în vedere că aceste diferențieri pot conduce la variații foarte mari - de ordinul 1/5 - 1/7 dintre consumurile de energie consumatorilor casnici chiar și în cadrul aceleiași oraș, cifrele medii de consum, utilizate în cadrul studiilor de prognoză pentru balanța de ansamblu, nu sînt utilizabile atunci cînd se urmărește dezvoltarea rețelelor de distribuție.

Obiectul prezentei lucrări este determinarea cifrelor

de consum pe gospodărie casnică - care vor apărea în perspectiva următorilor 20 ... 30 ani în țara noastră și care vor putea sta la baza dimensionării instalațiilor electrice interioare și a rețelelor de distribuție publică.

După cum se va vedea, vom găsi o întreagă gamă de valori, determinate în principal de gradul de dotare probabil al gospodăriilor casnice. În consecință, datele acestei lucrări vor putea servi totodată și pentru orientarea producției și desfășurării aparatelor electrocasnice.

• • •

2. PROGNOZA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICA **PENTRU UZ CASNIC**

2.1. Serourile aceste prognoze si metodele utilizate

Prin prognoza consumului de energie electrică se înțelege predeterminarea acestuia pe anumită perioadă de timp.

În principiu, această predeterminare poate prezenta interes pentru /8a/:

1. ziua următoare
2. săptămîna următoare
3. luna următoare
4. anul următor
5. următorii 4 - 5 ani (cel mult 10)
6. următorii 15 - 30 ani

Prognozele de tipul (1) (2) (3) și (4) denumite "cu orizont apropiat" servesc unităților de exploatare pentru stabilirea regimului de funcționare, schemelor optime, progresului de reparații - revizii și a unor măsuri de întărire locală a rețelei. Aceste prognoze, în special cele de tipul (3) și (4) stau la baza planificării combustibililor și gospodărirea resurselor de apă și pentru stabilirea bugetului economiei întreprinderilor furnizoare de energie electrică.

Prognozele de tipul "cu orizont mediu" (5) și (6) "cu orizont îndepărtat" servesc pentru orientarea exploatarei și dezvoltării resurselor energetice naționale și pentru orientarea dezvoltării instalațiilor de producere, transport și distribuție

. . .

energiei electrice.

Consumul de energie electrică pentru uz casnic reprezintă o cetă parte din ce în ce mai importantă din consumul total de energie electrică, intervine în toate cazurile de mai sus. Prognoza acestui consum se face deci în primul rând în vederea alcătuirii prognozei de ansamblu a consumului de energie electrică.

Metodele de prognoză utilizate se aplică în funcție de scopurile urmărite. Atunci când ne interesează numai alcătuirea prognozei de ansamblu, se pot utiliza " metodele globale"/17/

Metodele globale, bazate pe extrapolarea tendințelor manifestate în dezvoltarea consumului condus, permit determinarea, pe intervale relativ scurte (1 - 2 ani) a consumului global de energie pentru zone mai mari (teritoriul unui oraș, județ, unei țări). Prognozele întocmite cu aceste metode nu pot fi însă folosite pentru dezvoltarea rețelelor electrice pentru că nu dau nici o indicație cu privire la aspecte specifice, locale ale dezvoltării consumurilor. Din aceleași motive, nu pot fi utilizate nici pentru orientarea soluțiilor aplicate în execuția instalațiilor intericere.

Se observă, în final, că aceste metode ne fiind legate de analiza pe componente a consumului casnic, nu utilizează datele cu privire la dotarea cu aparate electrocasnice ale consumatorilor și deci nu se corelează cu planificarea producției și desfacerii acestor aparate.

Rezultă deci că, deoarece în cadrul prezentei lucrări

. . .

nu interesează contribuția consumului casnic la balanța generală de consum și problemele dezvoltării instalațiilor de distribuție și de utilizare se va recurge la metodele analitice de prognoză / 14,17,20,22,23,24,25,26/.

Aceste metode se bazează pe gruparea consumului de energie pe feluri de utilizări deci pe dotarea consumatorilor cu aparate electrocasnice și gradul de utilizare a acestora.

În aceste condiții, prognoza consumului casnic de energie electrică este strins corelată cu prognoza producției și desfacerii de aparate electrocasnice.

Intrucât dotarea cu aparate electrocasnice este determinată într-o măsură importantă de diferite condiții specifice locale, fiind posibilă diferențierea în funcție de tipul de locuințe și de dotările cu diferite servicii ale zonei (alimentare cu gaze, apă caldă, termoficare etc..), metodele analitice de prognoză permit orientarea dezvoltării rețelelor de distribuție precum și a instalațiilor electrice interioare, în funcție de aceste condiții specifice.

. . .

**2.2. Dezvoltarea consumului de energie de us casnic
in functie de dotarea cu aparate de utilizare
si repartizarea pe diferite surse de energie.**

Prognoza consumului casnic prin metode analitice se
bazează pe cunoaşterea :

- dotării consumatorilor cu aparate electrocasnice ;
- gradului de utilizare a acestor aparate ;
- numărului de consumatori.

Tinând cont de faptul că atât dotarea cu aparate
electrocasnice cât și gradul lor de utilizare este diferit de la
consumator la consumator, consumul total de energie electrică
este dat de o sumă de forma următoare /17, 25/

$$W = \sum_{i=1}^n W_{gei} \quad (1)$$

unde W_{gei} = consumul de energie al unui consumator (i)
n = numărul consumatorilor

$$\text{iar } W_{gei} = \sum_{j=1}^m P_{ij} T_{uj} \quad (2)$$

unde P_{ij} = puterea instalată în aparate de tip j la con-
sumatorul respectiv

T_{uj} = durata de utilizare a aparatului de tip j la
consumatorul respectiv

m = numărul de tipuri de aparate

Rezultă deci relația generală de determinare a ansamblului de energie pentru uz casnic

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} T_{uj} \quad (3)$$

Această formă fiind practic inutilizabilă necesită adoptarea unor ipoteze simplificatoare.

Tinând cont de faptul că aparatele electrosanice instalate la diferiți consumatori fac parte dintr-o gamă bine determinată, având aproximativ aceleași puteri instalate și durate de utilizare, relația de determinare a consumului de energie pentru uz casnic se poate scrie sub următoarea formă, mai simplă:

$$W = \sum_{j=1}^m n_j P_j T_{uj} \quad (4)$$

unde P_j = puterea nominală (medie) a aparatelor de tip j
 T_{uj} = durata de utilizare (medie) a aparatelor de tip j
 n_j = numărul de aparate de tip j instalate la consumatori

In unele cazuri n_j se exprimă sub forma

$$n_j = k_j \cdot n$$

unde

k_j = gradul de dotare mediu al gospodăriilor cu aparate de tip j

In aceste cazuri relația (4) devine

$$W = n \sum_{j=1}^m k_j P_j T_{uj} \quad (5)$$

Aceasta este forma cel mai frecvent întâlnită a relației de determinare a consumului casnic de energie electrică. Ea se bazează pe cunoașterea :

- a gamei de aparate electrocasnice și a caracteristicilor lor energetice (P_j, T_{uj})
- a gradului de dotare a consumatorilor cu aparate electrocasnice (k_j) și a dinamicii acestui grad de dotare
- a numărului de consumatori (n) și a dinamicii acestora

Numărul de consumatori este elementul cel mai ușor de determinat, fiind practic egal cu numărul de locuințe racordate la rețeaua de distribuție publică. La un moment dat acest număr este egal cu numărul abonaților iar creșterea în continuare este determinată pe de o parte de numărul locuințelor ce se construiesc pe de altă parte de numărul locuințelor existente, însă neracordate la rețeaua de distribuție publică, dar care se racordează treptat.

Dotarea consumatorilor cu aparate electrocasnice și gradul lor de utilizare la un moment dat se pot determina cu metode statistice, cu destul de bună aproximație /17,18,19,21,25/

Urmărirea în timp a evoluției dotării, corelarea acestei evoluții

• • •

cu cifre de desfacere a aparatelor respective prin comerț, cu cifrele de consum casnic de energie electrică și cu venitul mediu al populației permite prognozarea acestor cifre sub formă de funcții logistice.

Aceste funcții sînt de forma /17, 18, 25/

$$y = \frac{y_{\max}}{1 + b \cdot 10^{-\alpha t}} \quad (6)$$

unde y_{\max} = limita maximă către care tinde variabila dependentă y

α, γ, b = coeficienți care se determină prin metode statistice

t = intervalul de timp, în ani, socotit de la anul inițial.

Reprezentarea grafică a acestor funcții, care se folosesc atât pentru reprezentarea gradului de dotare ($y = k_j$) cit și a consumului specific pe abonat ($y = w$) se arată în fig. 1.

Fig. 1. (în anexă)

Se observă că se pot distinge 3 etape . Etapa I este caracterizată printr-o creștere accelerată, etapa II printr-o creștere constantă și etapa III prin tendința spre saturație.

Determinările statistice făcîndu-se în etapa I și II, nu pot da elementele necesare determinării valorii limită y_{\max}

Acastă valoare se poate obține - desigur cu aproxima-

. . .

ția convenită - pe baza cunoașterii necesarului de energie pentru o locuință (un abonat, o familie) și stabilirea modului de satisfacere a acestui necesar prin diferite forme de energie.

Determinarea necesarului total se face pe elementele sale principale, grupate în funcție de scopul de utilizare și anume :

$$= \sum_{j=1}^c w_j$$

unde

w_j = energia necesară pentru diferitele scopuri de utilizare

În cele ce urmează vom nota :

- $j = 1$ încălzirea și climatizarea încăperilor
- $j = 2$ prepararea apei calde
- $j = 3$ pregătirea și conservarea hranei
- $j = 4$ mecanizarea activităților de curățenie
- $j = 5$ iluminat
- $j = 6$ activități culturale distractive

Acest necesar se determină la nivelul actual și la cel de perspectivă, ținând cont de mărimea locuințelor, de numărul membrilor de familie, de condițiile de climă precum și de unele aspecte specifice locale.

Se observă că acest necesar are niște valori limită, care se pot determina, în cea mai mare parte, pe cale rațională, cunoscând elementele de mai sus.

Avind determinată valoarea limită w_{jmax} pentru fiecare formă de utilizare, se determină

- valoarea ei actuală w_j
- cota parte din această valoare ce se acoperă în prezent prin utilizarea energiei electrice w_{je}
- cota parte din valoarea limită ce se va acoperi prin utilizarea energiei electrice $w_{je\max}$

În valorile w_{je} și $w_{je\max}$ rezultă modul în care va evolua gradul de dotare a locuințelor cu aparate electrice precum și modul în care va evolua gradul de utilizare a acestora, deoarece :

$$w_{je} = \frac{w_{je\max}}{1 + be^{-\alpha t^r}} \quad (7)$$

iar $w_j = k_j P_j$ și $w_{j\max} = k_{j\max} P_j$

$$\text{de unde } k_j = \frac{k_{j\max}}{1 + be^{-\alpha t^r}} \quad (8)$$

O importanță foarte mare prezintă determinarea $w_{je\max}$. Această valoare nu este uniformă pentru toate locuințele unei țări ci se diversifică în funcție de condițiile de asigurare a altor surse de energie "concurente".

În principal, această concurență apare la categoriile 1 - 3, sursele "concurente" fiind combustibilii solizi, lichizi și gazeși sau sistemele centralizate de distribuție a căldurii și apei calde.

De aci rezultă că valoarea limită a consumului de energie electrică, pe locuință și an ($w_{je\max}$) poate varia între două extremități

- o valoare minimă : $w'_0 = w_4 + w_5 + w_6$ (9)

- o valoare maximă: $w''_0 = w_1 + w_2 + w_3 + w'_2$ (10)

In funcție de concurența celorlalte surse de energie va apare un număr de 5 ... 40 variante intermediare $w'_0 \leq w_0 \leq w''_0$... corespunzătoare diferitelor situații locale, specifice posibile.

Variantele w_0 max obținute astfel constituie elementele de bază pentru dezvoltarea instalațiilor electrice de distribuție și pentru orientarea producției de aparate electrocasnice.

Avantajele acestei căi constau deci în următoarele elemente principale

- Necesarul total de energie pentru o locuință poate fi determinat cu o bună aproximație pe cale teoretică și poate fi verificat practic fără cercetări de volum mare

- Variația în timp a acestui necesar poate fi determinată de asemenea cu o bună aproximație, atât ca variație sezonieră cât și ca dezvoltare de perspectivă, care este foarte lentă, spre deosebire de dezvoltarea consumului de energie electrică

- Proporția de satisfacere prin diferite surse de energie a totalului necesar are unele elemente de bază bine stabilite în funcție de sursele de energie disponibile în momentul și în locul respectiv și în funcție de unele elemente caracteristice locale.

Metoda analitică, bazată pe determinarea necesarului

...

total de energie va permite deci o prognoză cu un grad mare de certitudine și totodată va permite să scoată în evidență unul din principalele aspecte ale problemei pentru dezvoltarea rețelelor de distribuție și anume diferențierile posibile dintre consumatori sub aspectul dotării cu aparate electrice și sub aspectul caracteristicilor de consum de energie electrică.

• • •

2.3. Caracteristicile energetice principale.

Corelații între aceste caracteristici.

În cele ce urmează se prezintă principalele mărimi ce caracterizează consumul de energie și în special consumul de energie electrică a consumatorilor casnici precum și unele relații de legătură dintre ele, care vor fi utilizate în cadrul lucrării.

Mărimea de bază este consumul specific de energie pe unitate de timp a unui consumator (abonat, locuință, familie). Această mărime, care a fost deja definită și utilizată în capitolul anterior, reprezintă consumul total de energie pe un an de zile al unui abonat și se compune din

$$W = W_e + W_{cs} + W_{cl} + W_{cg} + W_{cd} + W_{ce} \quad (11)$$

unde

W_e = consum energie electrică

W_{cs} = consum combustibil solid

W_{cl} = consum combustibil lichid

W_{cg} = consum combustibil gazos

W_{cd} = consum combustibil deșeuri

W_{ce} = consum căldură produsă prin termoficare

sau încălziri centralizate (de cartier)

Obse = Evident, în cazuri concrete, suma de mai sus nu va conține decât o parte din termeni, deoarece utilizarea unui combustibil poate să excludă pe celălalt.

In continuare ne vom referi la principalele mărimi caracteristice electroenergetice. Acestea sînt :

Puterea instalată P_i (kW) care reprezintă suma puterilor nominale ale aparatelor consumatoare de energie electrică instalate la consumator

Puterea absorbită P_{abs} (kW) care reprezintă puterea electrică totală, absorbită de la rețea, la un moment dat de către consumator. Puterea absorbită este funcție de timp, variînd periodic, după curba de sarcină zilnică (fig. 2)

Fig. 2. (în anexă)

Curba de sarcină zilnică a consumatorului este caracterizată prin puterea maximă (P_{max}) puterea minimă (P_{min}), puterea medie (P_{med}), puterea la ora de vîrf (P_v) și puterea la ora de gol (P_g) a sistemului energetic.

Puterea maximă și minimă rezultă direct din curba de sarcină. Uneori se marchează ambele puteri maxime și minime (vezi fig.2)

Puterea medie rezultă din

$$P_{med} = \frac{W_T}{T} \quad (12)$$

unde $W_T = \int_0^T P(t)dt \quad (13)$

adică energia consumată în intervalul de timp T (care poate fi o zi, o lună, un an).

Puterea la ora de vîrf (P_v) și la ora de gol (P_g) se stabilesc în funcție de ora de vîrf respectiv de minima de

. . .

sarcină a sistemului energetic. Se poate deci observa că, la același consumator, aceste puteri pot apare diferit, dacă ora de vîrf sau de minim a sistemului se deplasează.

Raportul dintre energia consumată și puterea maximă se numește durata de utilizare a puterii maxime

$$T_{\max} = \frac{W_T}{P_{\max}} \quad (14)$$

Raportul dintre energia consumată și puterea instalată se numește durata de utilizare a puterii instalate

$$T_u = \frac{W_I}{P_I} \quad (15)$$

Această mărime se află de obicei într-o plajă destul de strînsă, fiind deci o caracteristică a fiecărui tip de consumator.

În cap. 3 se dau datele energetice caracteristice corespunzătoare principalelor utilizări casnice.

Cunoașterea unora din aceste caracteristici și a corelațiilor dintre ele permite determinarea întregii game de mărimi necesare cunoașterii consumatorului.

Astfel, cunoscîndu-se puterea instalată P_I rezultă :

$$W_T = P_I T_u \quad (16)$$

$$P_{\max} = \frac{W_I}{T_{\max}} \quad (17)$$

La consumatorii casnici, P_I se determină pe separate de utilizare (încălzire, iluminat, gătit, etc..) Pentru fiecare

. . .

gen de aparat (i) se cunosc T_{ui} , $T_{max i}$ și se determină W_{Ti} și $P_{max i}$. Consumul total de energie se obține prin însumarea energiilor W_{Ti} . Puterea maximă totală însă va fi mai mică decât suma puterilor $P_{max i}$ deoarece nu apar la aceeași oră a intervalului T (zi, lună, an). De aceea este necesară construirea curbei de sarcină "elementare" ipotetice, sub o formă idealizată, considerându-se intervalele de folosire obișnuite ale aparatelor respective. Însumând aceste curbe "elementare" se obține o curbă de sarcină totală, pe consumator, care va permite deducerea caracteristicilor de putere principale P_{max} , P_v și P_g (vezi fig.3)

Fig. 3. (în anexă)

Cunoscându-se consumul de energie electrică pe abonat, se pot determina de asemenea principalele caracteristici, cu același procedeu

$$P_{max} = \frac{E}{T_{max}} \quad (18)$$

însă, în acest caz valoarea T_{max} fiind globală (pe abonat și nu pe aparat de utilizare) alegerea lui este mai puțin sigură, fiind în funcție de dotarea cu aparate al abonatului care nu este stabilită deci trebuie apreciată în funcție de w_0 .

Este adevărat că, așa cum se va vedea mai departe, valorile w_0 sînt determinate de această dotare, deci se poate stabili o corelație dintre w_0 și gradul de dotare. Această corelație însă nu prezintă același grad de siguranță ca și modul de determinare bazat pe puterile instalate.

Cele arătate pînă aici se referă la cazul unui singur consumator și sînt valabile pentru dimensionarea instalațiilor electrice care îl alimentează în mod exclusiv, deci brangamentul sau coloana individuală.

În cele mai multe cazuri însă consumatorii sînt alimentați din rețele de distribuție, în care o linie deservește un mare număr de consumatori. Ordinul de mărime variază între 50 ... 200 pe o linie resp. 100 ... 500 pe un post de transformare, dar se cunosc numeroase cazuri și în afara acestor limite.

Deoarece puterea maximă a acestor consumatori nu apare în același moment, puterea totală absorbită de la rețeaua de distribuție este mai mică decît suma puterilor lor maxime individuale.

Raportul dintre puterea maximă absorbită de la rețea ($P_{\max r}$), în intervalul de timp T (zi, lună, an) și suma puterilor maxime absorbite ale consumatorilor ($P_{\max c}$) se numește coeficient de simultaneitate și se definește prin relația (19)

$$k_s = \frac{P_{\max r}}{\sum_{c=1}^n P_{\max c}} \quad (19)$$

Coefficientul de simultaneitate este o mărime subunitară și a fost denumit astfel pentru că reflectă gradul de simultaneitate a puterilor maxime ale celor n consumatori. Dacă simultaneitatea ar fi totală, k_s ar fi egal cu 1.

Trebuie remarcat de la început că folosirea coeficientului de simultaneitate are sens numai atunci cînd există posibili-

. . .

tatea apariției nesimultane a puterilor maxime a mai multor consumatori de același gen și de aceeași mărime individuală.

Astfel de exemplu, dacă se consideră un număr de n consumatori casnici care posedă exclusiv instalații de lumină, deci care vor consuma cu certitudine în același timp (în perioada amurgului și serii) coeficientul de simultaneitate va fi evident egal cu unitatea.

Dacă în schimb se consideră consumatori de puteri unitare diferite, coeficientul de simultaneitate nu va mai reflecta gradul lor de simultaneitate ci - în mare măsură - raportul dintre puterile lor unitare.

Dacă se consideră consumatori de diferite genuri, coeficientul de simultaneitate va reflecta și proporția dintre diferitele genuri de consumatori, deformați raportul de simultaneitate.

În consecință, în cele ce urmează, se vor considera simultaneitățile dintre consumatori de același gen și cu aceleași puteri unitare.

În aceste condiții, dacă se consideră

- n : numărul de consumatori
- P : puterea maximă absorbită de un consumator (kW)
- t_p : durata de funcționare a unui consumator (ore)
- T : intervalul de timp în care pot interveni acești consumatori (de ex. 8 h, 24 h, ș.a.m.d.)

și pentru simplificare se consideră consumatori cu consum constant

. . .

in perioada de funcționare t_f (vezi fig. 4)

Fig. 4. (în anexă)

vor rezulta următoarele relații :

$$\bar{x} = n \cdot P \cdot t_f \quad (20)$$

$$k_m = \frac{\bar{x}}{T} = \frac{n \cdot t_f}{T} \quad (21)$$

$$\sum r_{\max} = n \cdot r \quad (22)$$

Se poate observa că, în cazul în care momentul de apariție a unui consumator în intervalul de timp T este o mărime aleatoare, cu distribuție uniformă și $n =$ valoarea r_m este egală cu puterea maximă absorbită de la rețea, deci

$$k_s(\infty) = \frac{\bar{x}_m}{n \cdot P} = \frac{t_f}{T} \quad (23)$$

Se mai poate observa că, în acest caz particular $t_f = T_u$.

În cazul în care n este un număr finit

$$k_s = k_s(\infty) + \varepsilon(n) \quad (24)$$

În cazul în care $n = 1$ $k_s(1) = 1$

Rezultă deci că, în general curba $k_s(n)$ va avea o alură de genul arătat în fig. 5, fiind o funcție de tipul

$$k_s = A + \frac{B}{\sqrt{n}} \quad (25)$$

Fig. 5 (în anexă)

Relația de dependență de mai sus se poate demonstra și se pot calcula și termenii relației, admitând că

- intervalul de timp t_f este relativ scurt
- numărul de consumatori este mare
- apariția în timp a consumatorilor individuali este aleatoare, cu egală posibilitate pe întreg intervalul de timp I considerat.

• • •

2.4. Calculul coeficientului de simultaneitate

Problema determinării coeficientului de simultaneitate a constituit preocuparea multor cercetători încă de la începuturile sistemelor de distribuție a energiei electrice / 81, 82, 83, 84, 85, 86/. Numeroase încercări de a obține acest coeficient pe cale experimentală au scos la iveală factorii principali determinanți și au condus la concluzia posibilității de determinare pe cale rațională a unor relații de calcul pe baza teoriei probabilităților / 86, 87, 88, 89, 90/.

Relația acceptată în prezent de majoritatea autorilor se bazează pe ipoteza că avem n consumatori, egali ca mărime care funcționează fiecare un interval de timp t_f relativ scurt în cadrul unei perioade considerate T . Momentul de intrare în funcțiune a fiecărui consumator în parte este absolut întâmplător. Deci, la un moment dat t , fiecare din acești consumatori poate fi în situație de funcționare (F) sau nefuncționare (N), probabilitatea funcționării fiind p ($p = \frac{t_f}{T}$) iar a nefuncționării q ($q = 1 - p$).

Acești consumatori pot fi considerați deci fiecare ca n probe independente, având două posibilități (F sau N) cu probabilitatea p respectiv q .

Este deci situație analogă a repartiției binomiale (schema Bernoulli) în care probabilitatea evenimentului ca din n probe independente să apară k situații F este

...

$$P_k = C_n^k p^k q^{n-k} \quad (26)$$

iar probabilitatea evenimentului ca din cele n probe independente să apară $k \leq x$ situații F este :

$$P_{k \leq x} = \sum_{k \leq x} C_n^k p^k q^{n-k} \quad (27)$$

Se observă deci că fiecare consumator a fost considerat ca "o probă independentă" iar ca "eveniment" a fost considerat realizarea simultană a situației F la un număr de k respectiv $k \leq x$ consumatori.

La o astfel de repartiție avem :

$$- \text{valoarea medie } M = np \quad (28)$$

$$- \text{dispersia } I^2 = npq \quad (29)$$

Deci, la un număr foarte mare de consumatori (n) numărul consumatorilor simultani va tinde spre $x = np$, deci coeficientul de simultaneitate $k_{S(\infty)} = \frac{E - R}{n} = p \quad (30)$

Dacă se consideră un număr finit de consumatori, numărul consumatorilor simultani se va situa în domeniul din jurul valorii medii

$$n_s = x \pm \lambda D = np \pm \lambda \sqrt{npq} \quad (31)$$

unde este în funcție de coeficientul de siguranță admis, fiind legat de acest nivel prin relația

$$P [x - \lambda D \leq n_s \leq x + \lambda D] = 2\phi(\lambda) \quad (32)$$

unde
$$\phi(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\lambda e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (33)$$

În cazul consumatorilor unei rețele electrice, din cele 2 valori extreme interesează cea mai mare adică

$$n_{p, \lambda} = np + \lambda \sqrt{npq} \quad (34)$$

de unde $k_{p, \lambda} = \frac{n_{p, \lambda}}{n} = p + \lambda \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} \quad (35)$

unde $p = \frac{t_f}{T}$

$$q = 1 - p$$

$$\lambda = r \quad (\text{coeficientul de siguranță admis})$$

Se poate observa că, formal, am regăsit relația utilizată în literatură sub diferite forme, care se reduce de obicei la (25) coeficienții λ și λ fiind determinați empiric /87/, /88/, /89/.

În cazul relației determinate pe baza repartiției binomiale, coeficienții se pot determina regional, pe baza regiunilor de funcționare cunoscute (sau admis) al consumatorilor și admitând un anumit nivel de asigurare.

Astfel pentru diferiți coeficienți de siguranță P (grad de asigurare) vom avea :

P	$\phi(\lambda)$	λ
90%	0,45	1,65
95%	0,475	2
98%	0,49	2,33
99%	0,495	2,58
99,9	0,4995	3,3
99,99	0,49995	4
99,999	0,499995	5

Pentru diferite rapoarte t_f/T , vom avea

t_f/t	p	q	pq	\sqrt{pq}
0,005	0,005	0,995	0,00495	0,07
0,01	0,01	0,99	0,0099	0,1
0,02	0,02	0,98	0,0196	0,14
0,03	0,03	0,97	0,0291	0,17
0,05	0,05	0,95	0,0475	0,218
0,1	0,1	0,9	0,09	0,3
0,15	0,15	0,85	0,136	0,368
0,2	0,2	0,8	0,16	0,4
0,3	0,3	0,7	0,21	0,46
0,5	0,5	0,5	0,25	0,5

Înceind la exemple se pot constata limitele de valabilitate a relației obținute, determinate de limitele de valabilitate a ipotezelor amise și anume :

Considerind gradul de asigurare de 95% deci având $\lambda=2,58$ rezultă

$$k_g = p + 2,58 \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}} \quad (36)$$

Pentru diferite valori t_f/T și P vom avea deci :

...

$\frac{t_f}{T}$	k_0		k_0 pentru $n=1$	
	$P=99\%$	$P=99,999\%$	$P=99\%$	$P=99,999\%$
0,005	$0,05+0,181/\sqrt{n}$	$0,05+0,35/\sqrt{n}$	0,231	0,4
0,01	$0,01+0,238/\sqrt{n}$	$0,01+0,7/\sqrt{n}$	0,268	0,71
0,02	$0,02+0,36/\sqrt{n}$	$0,02+0,85/\sqrt{n}$	0,38	0,87
0,05	$0,05+0,56/\sqrt{n}$	$0,05+1,09/\sqrt{n}$	0,61	1,14
0,1	$0,1+0,775/\sqrt{n}$	$0,1+1,5/\sqrt{n}$	0,875	1,6
0,15	$0,15+0,95/\sqrt{n}$	$0,15+1,84/\sqrt{n}$	1,1	1,99
0,2	$0,2+1,03/\sqrt{n}$	$0,2+2/\sqrt{n}$	1,23	2,2
0,5	$0,5+1,29/\sqrt{n}$	$0,5+2,3/\sqrt{n}$	1,79	2,8

Se observă că pentru $n = 1$ nu se obține (decît în cazul particular $t_f/T = 0,15$ la $P = 99\%$ și $t_f/T = 0,35$ la $P = 99,999\%$) valoarea așteptată de $k_0 = 1$. Aceasta pentru că relațiile folosite sînt valabile numai pentru valori mari ale lui n (după cum se va vedea din verificarea prin simulare, pentru $n > 10$) și pentru valori mici ale t_f/T (după cum se va vedea mai departe, numai pentru $t_f/T < 0,1$).

Pentru a determina coeficientul de simultaneitate ^{(și în domeniul} $n < 10$ s-a procedat în felul următor :

S-au considerat succesiv 1, 2 ... 5 consumatori, de următorul tip : funcționează o singură dată într-un interval de timp dat, momentul apariției fiind întâmplător iar durata de funcționare, bine determinată.

Pentru fiecare număr de consumatori considerat s-au determinat :

- Situațiile de simultaneitate posibile
- Numărul de cazuri posibile pentru fiecare situație
in parte
- Probabilitatea de apariție a fiecărei situații
in parte

Se face o singură ipoteză restrictivă și anume că distribuția momentelor de intrare în funcțiune a consumatorilor este discontinuă.

Pentru $n = 1$ consumator :

$$\text{Cazuri posibile } k = \frac{T}{t_f}$$

Situații de simultaneitate posibile : 1

(cu un singur consumator simultan deci 1 P)

Cazuri favorabile = 1

Probabilitatea de apariție a situației de probabilitate

pentru 1 singur consumator simultan : $p = 1$

Coefficient de simultaneitate $k_s = 1$

Pentru $n = 2$ consumatori :

Cazuri posibile : k^2 (pentru că fiecare consumator in parte avea k poziții la intervalul de timp T)

Situații de simultaneitate posibile : 2

(cu 1 sau 2 consumatori deci 1 P sau 2 P)

Cazuri favorabile situației 2 P : k

Cazuri favorabile situației 1 P : $k^2 - k$

$$\text{Probabilitatea situației 2 P : } p(2) = \frac{k}{k^2} = \frac{1}{k} = \frac{t_f}{T} \quad (37)$$

$$\text{Probabilitatea situației 1 P : } p(1) = \frac{k^2 - k}{k^2} = 1 - \frac{1}{k} \quad (38)$$

Se observă că $p(2) + p(1) = 1$

Pentru $n = 3$ consumatori :

Cazuri posibile : \dots^3

Situații de simultaneitate posibile : 3

(cu 1, 2 sau 3 consumatori, deci 1 P, 2 P sau 3 P)

Cazuri favorabile situației 3 P : 1

Cazuri favorabile situației 2 P : $C_{n-1}^2 = 3 \cdot 2 = 6$

(pentru sint \dots^2 grupări simultane posibile 2P care pot avea n poziții în timp și este $n-1$ combinații cu al treilea consumator aflat în alt moment decit cel al simultaneității celor 2)

Cazuri favorabile situației 1 P : $A_n^3 = n \cdot (n-1) \cdot (n-2)$

(pentru că sint n situații posibile a consumatorului 1, pe lângă fiecare sint $(n-1)$ situații nesimultane a consumatorului 2, pe lângă fiecare combinație de 1-2 mai sint $(n-2)$ situații nesimultane a consumatorului 3).

Probabilitatea situației 3 P : $p(3) = \frac{1}{\dots^3} = \frac{1}{\dots^3}$ (39)

Probabilitatea situației 2 P : $p(2) = \frac{2 \cdot (n-1)}{\dots^3} = \frac{2 \cdot 2}{\dots^3} = \frac{2 \cdot 2}{\dots^3} = \frac{2}{n} = \frac{2}{\dots^2}$ (40)

Probabilitatea situației 1 P : $p(1) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (n-2)}{\dots^3} =$

$= \frac{n^3 - 3n^2 + 2n}{\dots^3} = 1 - \frac{2}{n} + \frac{2}{\dots^2}$ (41)

Se vede vă că $p(3) + p(2) + p(1) = 1$

Pentru $n = 3$ consumatori :

Cazuri posibile : N^3

Situații de simultaneitate posibile : 3

(cu 1, 2 sau 3 consumatori, deci 1 P, 2 P sau 3 P)

Cazuri favorabile situației 3 P : N

Cazuri favorabile situației 2 P : $C_2^3 N(N-1) = 3N(N-1)$

(pentru sint C_2^3 grupări simultane posibile 2P care pot avea N poziții în timp și este $N-1$ combinații cu al treilea consumator aflat în alt moment decit cel al simultaneității celor 2)

Cazuri favorabile situației 1 P : $A_N^3 = N(N-1)(N-2)$

(pentru că sint N situații posibile a consumatorului 1, pe lângă fiecare sint $(N-1)$ situații nesimultane a consumatorului 2, pe lângă fiecare combinație de 1-2 mai sint $(N-2)$ situații nesimultane a consumatorului 3).

Probabilitatea situației 3 P : $p(3) = \frac{N}{N^3} = \frac{1}{N^2}$ (39)

Probabilitatea situației 2 P : $p(2) = \frac{3N(N-1)}{N^3} = \frac{3N^2}{N^3} - \frac{3N}{N^3} =$

$$= \frac{2}{N} - \frac{2}{N^2} \quad (40)$$

Probabilitatea situației 1 P : $p(1) = \frac{N(N-1)(N-2)}{N^3} =$

$$= \frac{N^3 - 3N^2 + 2N}{N^3} = 1 - \frac{2}{N} + \frac{2}{N^2} \quad (41)$$

Se observă că $p(3) + p(2) + p(1) = 1$

...

Pentru $n = 4$ consumatori

Cazuri posibile : N^4

Situații de simultaneitate posibile : 4

(cu 1, 2, 3 sau 4 consumatori deci 1P, 2P, 3P sau 4P)

Cazuri favorabile situației 4 P : N

Cazuri favorabile situației 3P : $C_4^3 N(N-1) = 4N(N-1)$

(pentru că sînt C_4^3 grupări simultane posibile 3P care pot avea N poziții în timp și cîte $N-1$ combinațiuni al patrulea consumator aflat în alt moment decît cel al simultaneității celor 3)

Cazuri favorabile situației 2P : $C_4^2 N(N-1)^2 - C_3^2 N(N-1)$

$$= 6N(N-1)^2 - 3N(N-1) = 3N(N-1)(2N-3)$$

(pentru că sînt C_4^2 grupări simultane posibile 2 P care pot avea N poziții în timp și cîte $(N-1)^2$ combinații cu al treilea respectiv al patrulea consumator aflați în alte momente decît cel al simultaneității celor 2 - iar din acest număr trebuie scăzut numărul cazurilor favorabile 2P la $n = 3$ consumatori pentru că acestea se regăsesc în cazurile considerate la restul grupărilor).

Cazuri favorabile situației 1P : $A_N^4 = N(N-1)(N-2)(N-3)$

$$\text{Probabilitatea situației 4P : } p(4) = \frac{N}{N^4} = \frac{1}{N^3} \quad (42)$$

$$\text{Probabilitatea situației 3P : } p(3) = \frac{4N(N-1)}{N^4} = \frac{4}{N^2} - \frac{4}{N^3} \quad (43)$$

$$\text{Probabilitatea situației 2P : } p(2) = \frac{3N(N-1)(N-2)(N-3)}{N^4} =$$

$$\frac{6}{N} - \frac{15}{N^2} + \frac{9}{N^3} \quad (44)$$

...

$$\text{Probabilitatea situației 1P: } p(1) = \frac{N(N-1)(N-2)(N-3)}{N^4} =$$

$$\frac{6}{N} + \frac{11}{N^2} - \frac{6}{N^3} \quad (45)$$

$$\text{Se verifică } p(1) + p(2) + p(3) + p(4) = 1$$

Pentru n = 5 consumatori

Cazuri posibile : N^5

Situații de simultaneitate posibile : 5

(cu 1, 2, 3, 4 sau 5 consumatori, deci 1P, 2P, 3P, 4P

sau 5P)

Cazuri favorabile situației 5P : N

Cazuri favorabile situației 4P: $C_5^4 N(N-1) = 5N(N-1)$

Cazuri favorabile situației 3P: $C_5^3 1 \cdot (N-1)^2 = 10N(N-1)^2$

(nu se scade nimic deoarece simultaneitățile celorlalți

2 nu reapar în restul cazurilor)

Cazuri favorabile situației 2P: $C_5^2 N(N-1)^3 = 5N^2(3N-7) =$

$$= 10N(N-1)^3 - 5N(3N-7)$$

Cazuri favorabile situației 1P = $N(N-1)(N-2)(N-3)(N-4)$

$$\text{Probabilitatea situației 5P } p(5) = \frac{N}{N^5} = \frac{1}{N^4} \quad (46)$$

$$\text{Probabilitatea situației 4P: } p(4) = \frac{5}{N^3} - \frac{5}{N^4} \quad (47)$$

$$\text{Probabilitatea situației 3P } p(3) = \frac{10}{N^2} - \frac{20}{N^3} + \frac{10}{N^4} \quad (48)$$

$$\text{Probabilitatea situației 2P: } p(2) = \frac{10}{N} - \frac{45}{N^2} + \frac{65}{N^3} - \frac{20}{N^4} \quad (49)$$

$$\text{Probabilitatea situației 1P: } p(1) = 1 - \frac{10}{N} + \frac{25}{N^2} - \frac{20}{N^3} + \frac{2}{N^4} \quad (50)$$

$$p(1) + p(2) + p(3) + p(4) + p(5) = 1$$

Din cele de mai sus rezultă că :

Pentru $n = 1$ consumator $k_0 = 1$, cu grad de asigurare 1 (100%)

Pentru $n = 2$ consumatori

$k_0 = 1$ cu grad de asigurare 1

$k_0 = 0,5$ cu grad de asigurare $1 - \frac{1}{N}$

Pentru $n = 3$ consumatori

$k_0 = 1$ cu grad de asigurare 1

$k_0 = \frac{2}{3}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{2}{N^2}$

$k_0 = \frac{1}{3}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{2}{N} + \frac{2}{N^2}$

Pentru $n = 4$ consumatori

$k_0 = 1$ cu grad de asigurare 1

$k_0 = \frac{3}{4}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{1}{N^3}$

$k_0 = \frac{2}{4}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{1}{N^2} + \frac{3}{N^3}$

$k_0 = \frac{1}{4}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{6}{N} + \frac{11}{N^2} - \frac{6}{N^3}$

Pentru $n = 5$ consumatori

$k_0 = 1$ cu grad de asigurare 1

$k_0 = \frac{4}{5}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{1}{N^4}$

$k_0 = \frac{3}{5}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{5}{N^3} + \frac{4}{N^4}$

$k_0 = \frac{2}{5}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{10}{N^2} + \frac{15}{N^3} - \frac{6}{N^4}$

$k_0 = \frac{1}{5}$ cu grad de asigurare $1 - \frac{10}{N} + \frac{35}{N^2} - \frac{20}{N^3} + \frac{24}{N^4}$

...

Pentru a putea determina variația $k_g = f(n)$ în domeniul considerat ($1 \leq n \leq 5$), se procedează în felul următor :

- Se va admite raportul t_p/T dat (de ex. 0,01; 0,05; 0,1)
- Se va căuta încălzirea într-un grad de asigurare dat (de ex. 98 ... 99%)

Calcululele sînt grupate în tabelul 2 - 1.

T a b e l 2-1.

n	k_g	Grad de asigurare la t_p/T		
		0,1	0,05	0,01
1	1	1,00	1,00	1,00
2	1	1	1	1
	0,5	0,9	0,95	0,99
3	1	1	1	1
	0,67	0,97	0,9925	0,9997
	0,33	0,72	0,865	0,9702
4	1	1	1	1
	0,75	0,999	0,9999	0,9999
	0,5	0,9603	0,99	0,9996
	0,25	0,51	0,975	0,9411
5	1	1	1	1
	0,8	0,9999	0,9999...1	1
	0,6	0,995	0,9994	0,9999
	0,4	0,915	0,975	0,999
	0,2	0,5024	0,587	0,9055

În fig. 6 sînt reprezentate grafic variațiile $k_g = f(n)$ pentru trei valori t_p/T , admitînd un grad de asigurare 0,99 ... 0,995. În aceste figuri, variația $k_g = f(n)$ este determinată în porțiunea $n = 1...5$ cu ajutorul punctelor calculate mai sus (tabel 2-1) iar în domeniul $n > 10$ cu ajutorul relațiilor

$$k_g = p + \lambda \frac{\sqrt{pq}}{\sqrt{n}}$$

Se poate observa o bună racordare a curbelor obținute prin cele două cazuri, confirmând justetea raționamentelor făcute.

Pentru a verifica experimental relațiile de determinare a coeficientului de simultaneitate s-au făcut două simulări pe calculator numeric și anume în următoarele ipoteze :

S-a considerat că în intervalul de timp de la 6 ... 22 h pot apărea, întâmplător n consumatori identici, cu o singură funcționare în acest interval. Durata de funcționare a fost considerată $t_f = 5$ min în primul caz de simulare respectiv 120 min în cel de al doilea caz.

Numărul de consumatori a fost considerat succesiv 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500.

Pentru fiecare experiență în parte s-au determinat în prealabil (pe cale de calcul) următoarele valori :

$$p, q, \sqrt{pq}, SMED, SDS$$

unde p și q au semnificațiile arătate mai sus

iar $SMED = \text{numărul mediu de consumatori simultani} = np$

$$SDS = \sqrt{\text{dispersia}} = \sqrt{npq}$$

Pentru a simula cât mai aproape de realitate, intervalele de timp în care s-au considerat posibile intrările în funcțiune succesive ale consumatorilor s-au stabilit la 1 minut.

Ce date de ieșire din calculator s-au fixat :

$SIMMAX$ = coeficient de simultaneitate maxim

$SMED$ = numărul mediu de consumatori, simultani

SDS = $\sqrt{\text{dispersie}}$

...

Rezultatele experienței prin simulare sînt date
reCAPITULATIV în tab. 2-2 și 2-3

$$t_p/T = p = 0,0052 \quad \sqrt{qp} = 0,072$$

cu grad asigurare 99,99% $k_g = 0,0052 + 5 \frac{0,072}{\sqrt{n}} = 0,0052 + \frac{0,36}{\sqrt{n}}$

cu grad asigurare 99% $k_g = 0,0052 + 2,6 \frac{0,072}{\sqrt{n}} = 0,0052 + \frac{0,186}{\sqrt{n}}$

T a b e l 2-2

I cazuri de depășire a k_g calculat pt. 99,99%

n	k_g max	k_g calculat cu		I cazuri de depășire a k_g calculat pt. 99,99%	
		p=99,99%	p=99%	99%	99,99%
500	0,02	0,0214	0,0135	1,24	-
400	0,025	0,0232	0,0145	1,55	0,1
300	0,0266	0,026	0,0159	1,13	0,3
200	0,033	0,0306	0,0183		
100	0,04	0,0412	0,0238		
50	0,06	0,0562	0,0316		

$$t_p/T = p = 0,125 \quad \sqrt{pq} = 0,3307$$

pentru asigurare de 99,99% $k_g = 0,125 + 5 \frac{0,3307}{\sqrt{n}} = 0,125 + \frac{1,65}{\sqrt{n}}$

pentru asigurare de 99% $k_g = 0,125 + 2,6 \frac{0,3307}{\sqrt{n}} = 0,125 + \frac{0,86}{\sqrt{n}}$

T a b e l 2-3

I cazuri de depășire a k_g calculat cu asig. de 99%

n	k_g max	k_g calculat cu asig. de		I cazuri de depășire a k_g calculat cu asig. de	
		99%	99,99%	99%	99,99%
500	0,16	0,163	0,199	-	-
400	0,165	0,168	0,2075	-	-
300	0,18	0,1745	0,220	-	-
200	0,185	0,186	0,231	-	-
100	0,21..0,24	0,211	0,290	-	-
50	0,22..0,28	0,246	0,360	-	-
10	0,6	0,395	0,675	-	-

Se poate observa că coeficienții de simultaneitate calculați teoretic au fost confirmați în limitele nivelului de asigurare admis chiar și în cazul experienței cu $n = 10$ consumatori.

Calculul coeficientului de simultaneitate poate fi făcut, conform relațiilor determinate anterior numai pentru valori mici ale raportului t_f/T .

Aceasta devine evident pentru ca ul în care $t_f/T \geq \frac{1}{2}$

într-adevar, în acest caz $k_s = 1$ independent de numărul consumatorilor, ne fiind posibilă nici o nesimultaneitate. În cazul în care $\frac{1}{3} < \frac{t_f}{T} < \frac{1}{2}$, $k_s = \frac{1}{2} \dots 1$ în funcție de modul de așezare al consumatorilor, deci $k_s \text{ minim} = \frac{1}{2}$

Ornărind astfel, pas cu pas, variația $k_s \text{ minim}$ în funcție de t_f/T se constată :

		$k_s \text{ minim}$
$\frac{t_f}{T} \geq \frac{1}{2}$	1	1
$\frac{1}{2} > \frac{t_f}{T} \geq \frac{1}{3}$	2	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{3} > \frac{t_f}{T} \geq \frac{1}{4}$	3	$\frac{1}{3}$
$\frac{1}{4} > \frac{t_f}{T} \geq \frac{1}{5}$	4	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{n-1} > \frac{t_f}{T} \geq \frac{1}{n}$	n	$\frac{1}{n-1}$

In consecința, se poate considera

$$k_s \text{ minia } \frac{\frac{t_f}{T}}{1 - \frac{t_f}{T}}, \text{ deoarece astfel se satisface}$$

girul situațiilor arătate mai sus. Se observă că pentru

$\frac{t_f}{T} < 0,1$, influența factorului $1 - \frac{t_f}{T}$ devine neglijabil.

• • •

3. necesarul total de energie pentru uz casnic

se determină în funcție de scopul de utilizare și de sursele de energie disponibile

și se notează cu w_j (vezi anexa 3-1)

Determinarea necesarului total de energie pentru uz casnic se face, în cele ce urmează, în funcție de scopul de utilizare, așa cum s-a precizat la Cap. 2.2 și anume $w = \sum_{j=1}^6 w_j$ unde cu w_j s-au notat necesarele de energie pentru

- încălzirea și climatizarea încăperilor (w_1)
- prepararea apei calde (w_2)
- pregătirea și conservarea hranei (w_3)
- mecanizarea activităților de curățenie (w_4)
- iluminat (w_5)
- activități culturale, distractive (w_6)

După cum rezultă din tabelul 3-1, se consideră 27 variante posibile de asigurare a acestui necesar, în funcție de sursele de energie disponibile.

Tab. 3-1 (în anexă)

La stabilirea variantelor din tab. 3-1 s-a ținut cont de următoarele ipoteze :

- În zonele de locuit care au rețea de încălzire centralizată prepararea apei calde este asigurată de asemenea centralizat
- În zone de locuit asigurate cu combustibil gazos, gătitul se va face totdeauna cu acest combustibil
- În zonele de locuit asigurate cu combustibil lichid,

. . .

solid sau degeu, sînt posibile toate variantele de folosire a acestuia.

Din punct de vedere al consumului de energie electrică numărul de variante se reduce însă numai la 7 și anume

- (1) $w_{\bullet} = w_4 + w_5 + w_6 - w'_e$ (minim)
- (2) $w_{\bullet} = w'_e + w_1$
- (3) $w_{\bullet} = w'_e + w_2$
- (4) $w_{\bullet} = w'_e + w_3$
- (5) $w_{\bullet} = w'_e + w_1 + w_2$
- (6) $w_{\bullet} = w'_e + w_2 + w_3$
- (7) $w_{\bullet} = w'_e + w_1 + w_2 + w_3 = w''_e$ (maxim)

Pentru a putea deci determina w_{\bullet} în cele 7 variante este necesară determinarea valorilor $w_1 \dots w_6$.

Această determinare se va face, pentru fiecare categorie de consum în parte, în mod diferit și anume, pentru unele categorii în baza unui necesar ce se poate aproxima prin calcul, iar la altele pe baza posibilităților respectiv tendințelor de dotare cu aparate electrice.

3.1. Necesarul de energie pentru încălzirea și climatizarea locuințelor.

În zonele climatice corespunzătoare țării noastre necesarul de energie pentru încălzirea locuințelor reprezintă 70 ... 80% din necesarul total de energie de uz casnic (vezi tab. 3-2). Această proporție mare obligă să i se acorde o atenție deosebită, deoarece, evident, alegerea sursei de energie

...

pentru încălzire va fi determinantă în cea mai mare măsură pentru consumul de energie electrică a locuinței.

Necesarul de energie pentru încălzire se poate determina prin calcul pentru că rezultă din cantitatea de căldură cedată de locuință mediului exterior, atunci când temperatura din încăperi se menține la o valoare corespunzătoare, "gradului de confort", considerat normal, iar temperatura mediului exterior scade sub această valoare.

$$w_1 = G \cdot V \cdot 24 \sum_{i=1}^Z \Delta \vartheta_i \quad \text{kWh/an} \quad (51)$$

unde G = coeficientul de pierderi de căldură corespunzător locuinței respective $\text{kW/m}^3\text{grad}$

V = volumul locuinței m^3

$\Delta \vartheta_i$ = diferența dintre temperatura "de confort" din locuință și temperatura medie din exterior, în ziua i

Z = numărul de zile dintr-un an în care $\Delta \vartheta_i > 0$

Frecvent această relație se dă sub forma

$$w_1 = k \cdot G \cdot V \cdot 24 \cdot \varepsilon_2 \quad [\text{kWh/an}] \quad (52)$$

unde $\varepsilon_2 = \sum_{i=1}^Z \Delta \vartheta_i$ este denumit "grad-zile"

și k = un coeficient subunitar care ține cont de unii factori de reducere a consumului ca de exemplu : reducerea temperaturii din interior în timpul nopții sau în perioada de absență din locuință.

După /35/, $k = 0,55 \dots 0,6$, ceea ce explică în parte deosebirea dintre valorile G date de /36/ respectiv /32/, /33/ și /35/.

După cum rezultă din relațiile (51) și (52) necesarul de energie pentru încălzire este determinat de :

- Condițiile climatice date (g_g), (temp. din exterior)
- Condițiile de confort impuse (temp. de confort)
- Volumul locuinței (V)
- Izolația termică a locuinței (G resp. KC)

Tinând cont de limitele între care pot varia factorii de mai sus, (tab. 3-3, 3-4, 3-5), necesarul de căldură pentru încălzirea pe timp de un an a unei locuințe de volum mijlociu ($150 \dots 250 \text{ m}^3$ resp. $60 \dots 100 \text{ m}^2$ la înălțime de 2,5 m) și cu grad de izolație obișnuit ($G = 0,6$) se va situa între 7500 ... 12500 kWh/an.

Necesarul de căldură mai este influențat de o serie de elemente foarte importante, dar care nu pot fi totdeauna exprimate prin factori numerici.

Un prim factor, care are un efect de reducere de ordinul 0,5 și uneori chiar mai important, rezultă din felul sursei de energie folosite. Astfel, din toate cercetările statistice efectuate /27/, /36/, /40/, se constată că în locuințele încălzite cu combustibil solid sau de surse agricole consumul de căldură este cu mult sub cel realizat în locuințele încălzite cu gaze naturale sau cu termoficare (tab. 3-6). Această diferență este determinată în primul rând de diferența de efort fizic și financiar, după cum s-a putut constata din creșterea bruscă a consumului de căldură în locuințele în care încălzirea cu sobe cu combustibil solid a fost înlocuită prin termoficare. Diferențierea este determinată însă în mare măsură și de posibilitățile

de reglaj. Astfel, comparându-se consumurile de energie ale unor locuințe încălzite cu același combustibil, unele având încălzire centrală (deci reglaj centralizat) iar altele încălzire separată în fiecare cameră (deci reglaj individual) s-a putut constata o diferență de 20 - 30% în favoarea încălzirilor cu reglaj individual (tab. 3 - 7).

Un alt factor important constituie amplasarea sursei de căldură în încăperi. Astfel s-a putut constata /34, 36/ că la utilizarea sistemelor de încălzire inglobate în podele, plafoane sau pereți, temperatura medie necesară asigurării senzației de confort scade cu 2 ... 3 grade sub valorile corespunzătoare sistemelor de încălzire prin surse concentrate (radiatoare, sobe) (fig. 7). ^{in anexa} această reducere conduce la o economie de energie de ordinul 10 ... 20%, în funcție de temperatura medie exterioară (valorile mai mari corespund temperaturilor mai mari).

Se subliniază ca alți factori de reducere a consumului datorit reglajului individual și cel datorit încălzirii pereților sau podelei sunt argumente importante în favoarea alegerii energiei electrice ca sursă de încălzire.

La acestea se mai adaugă încă un factor economic important și anume : din cauză că investițiile necesare instalațiilor electrice de încălzire sînt mai mici decît cele necesare instalațiilor de încălzire centrală echivalente, este rațională investirea unor sume suplimentare în izolarea mai bună a clădirilor.

În cadrul unui studiu elaborat în legătură cu această problemă în Franța /35/ s-a ajuns la concluzia că izolația optimă din punct de vedere economic în acest caz conduce la reducerea

. . .

cu cea. 40% a pierderilor de căldură față de izolația normal utilizată în prezent deci, implicit și la o economie corespunzătoare de energie.

Cifrele prezentate în această lucrare /33/ evidențiază foarte clar avantajele astfel obținute. Pentru locuința - tip de 76 m², necesarul de căldură anual rezultă :

- 20 000 kWh, cu izolație normală, încălzire centrală
- 13 000 kWh, cu izolație normală, încălzire individuală
- 5 300 kWh, cu izolație optimă, încălzire individuală

Deci în acest caz economia obținută prin încălzire individuală este de 35% iar cea obținută prin izolație întărită este de 59%.

Se menționează că în aceste calcule s-a ținut cont și de contribuția așa numitelor "surse libere de căldură", care contribuie în mod favorabil la balanța de căldură, ca de exemplu corpurile de iluminat.

Necesarul de energie pentru climatizarea locuințelor rezultă din cantitatea de căldură ce trebuie evacuată din locuință înspre mediul exterior, atunci când temperatura mediului exterior este mai mare și se dorește menținerea temperaturii din încăperi sub o limită impusă de condițiile de confort.

Spre deosebire de necesarul de energie pentru încălzire, care este considerată ca o condiție obligatorie pentru sănătatea omului, climatizarea este considerată recomandată ca o condiție facultativă, către care se tinde în funcție de posibilitățile economice.

Se subliniază însă că în încăperile industriale și publice, necesitatea climatizării începe să fie admisă ca o condiție obli-

gatorie deoarece depășirea unui anumit nivel de temperaturi conduce la scăderea pronunțată a randamentului activității oamenilor /41/.

Determinarea necesarului de energie pentru climatizare se face pe baza cunoașterii perioadelor cu temperaturi mai mari decât cea corespunzătoare nivelului maxim admisibil din punct de vedere al condiției de confort și a cantităților de căldură ce trebuie evacuate orar din încăpere.

Temperatura maximă admisibilă în încăperi este considerată în prezent în domeniul 26 - 28 gră /34/. Intervalul de timp depinde de numărul de zile respectiv numărul de ore în care această temperatură se depășește.

În țările aflate la aceeași paralelă cu țara noastră acest interval este între 60 ... 90 zile, cu 8 ... 10 ore/zi deci de cca. 500 ... 900 h/an.

Lebitul de căldură orar ce trebuie evacuat se determină /36/ pe baza unor relații de tipul

$$q_T = q' + q_r + q_d + q_v' + q_v'' \quad \text{kcal/h} \quad (53)$$

- unde
- q' = cantitatea de căldură intrată în încăpere prin suprafețele ce o mărginesc
 - q_r = cantitatea de căldură primită prin radiație solară
 - q_d = cantitatea de căldură deșejată de diferite surse aflate în încăpere
 - q_v' = cantitatea de căldură corespunzătoare răcirii aerului cald ce intră prin ventilație
 - q_v'' = cantitatea de căldură corespunzătoare pierderilor de energie în instalații de ventilație.

• • •

Tinând cont de coeficientul de eficiență a instalației de răcire ψ_r [kWh/fg/h] și de durata de funcționare a ei T_f [h/an] energia necesară climatizării rezultă

$$w_i = \frac{q_r \cdot T_f}{\psi_r} \quad [\text{kWh/an}] \quad (54)$$

Pentru determinări cantitative se pot folosi următoarele cifre specifice :

$$q_r = 20S_1 + 400S_2 + 250S_3 + 80S_4 + 70S_5 \quad (55)$$

$$q_g = 160n + 0,86 P_1 \quad (56)$$

unde

- S_1 = suprafața acoperișului (dacă e plat)
- S_2 = suprafața ferestrelor expuse soarelui și neprotejate
- S_3 = idem, protejate prin jaluzele interioare
- S_4 = idem, exterioare
- S_5 = ferestre, neexpuse soarelui (fațadă Nord)
- n = numărul de persoane aflate în încăpere
- P_1 = puterea aparatelor ce degajă căldură (becuri, mașini de gătit etc..)

Ca exemple de puteri necesare climatizării se pot da cele din tab. 3-8 (v. anexa)

În general ψ_r [kWh/fg/h] se află în domeniul 0,5...0,7, valorile mai mici fiind corespunzătoare instalațiilor mai mari.

Având în vedere experiența limitată cu aceste instalații, este mai greu să se prevadă exact consumurile interioare de energie pentru climatizare. În orice caz, cu cifrele cunoscute azi consumul anual de energie, pentru o locuință de loc ... 150 m³ va fi de ordinul 1000 ... 2500 kWh/an, deci cu mult mai mic decât consumul de energie pentru încălzire.

Acest consum este însă influențat mai mult decât necesarul pe încălzire, de condițiile climatice momentane (durata perioadelor cu cer senin sau acoperit)

3.2. Necesarul de energie pentru prepararea apei calde

Energia necesară pentru încălzirea apei rezultă din consumul zilnic de apă caldă E și diferența medie de temperatură dintre temperatura apei calde și reci

$$v_2 = \frac{365 \cdot E \cdot \Delta t}{860} \quad [\text{kWh/an}] \quad (57)$$

Temperatura apei calde fiind de cca. 40 gră iar a apei reci, în medie de cca. 10 gră, Δt se poate considera 30 gră.

În legătură cu necesarul zilnic de apă caldă datele din literatură prezintă un grad mare de diversificare.

Astfel, valorile determinate în RFG și considerate ca satisfăcătoare pentru dimensionarea instalațiilor de încălzirea apei se prezintă astfel (pentru o familie de 4 persoane) /43/

Consum apă pentru bucatărie	24	l/si
B a i e	100 ... 160	"
D u ș	30 ... 45	"
Spălatul mâinilor	<u>3 ... 9</u>	"
T o t a l	157 ... 238	l/si

Debitele de mai sus fiind considerate la 40 gră, rezultă un consum anual de 2000 ... 3000 kWh/an pentru o locuință

Aceste cifre sînt confirmate prin valorile determinate în lucrările :

...

/32/ : 2000 kWh/an

/33/ : 3700 " (60 m³/an la 65 grd)

/46/ : 1840 "

Se observă ca în aceste locuințe încălzirea apei pentru spălatul rufelor se face în mașina de spălat.

Numeroase determinări au dat însă valori mult mai mici și anume :

/25/ : 1080 ... 1300 kWh/an

/44/ : 1200 ... 1400 kWh/an

/45/ : 1000 ... kWh/an

Din analiza condițiilor în care s-au făcut aceste determinări se poate însă presupune că o parte importantă din consum și anume consumul pentru baie se pare că nu a fost cuprins în calcul.

O următoare serie de date indică valori mult mai mari . Astfel :

/38/ : 4000 kWh/an

/30/ : 3950 kWh/an

/47/ : 5000 ... 5500 kWh/an

/48/ : 5400 kWh/an (180 ... 200 l/si la 55 grd)

Aceste valori se apropie de cele indicate în literatura tehnică ce se ocupă de termoficare /36, 40/. Astfel conform STAS 1478-58, cantitatea de apă caldă necesară zilnic, pentru o persoană fiind de 75 l/si, la 65 grd, rezultă un consum de căldură (la o familie medie de 3,5 persoane)

$$365 \cdot 50 \cdot 3,5 \cdot 75 \cdot \frac{1}{860} = 5600 \text{ kWh/an}$$

...

De asemenea consumul de căldură dat în lucrarea /40/ și anume de 1 Gcal/an, persoană, ceea ce corespunde la 4050 kWh/an se apropie de valorile realizate în alte țări din Europa, deci par a fi plauzibile.

Trebuie remarcat că în locuințele care dispun de apă caldă din rețeaua de termoficare - deci consumul de apă caldă este la discreție, fără ca să influențese direct costul încălzirii, s-au înregistrat debite foarte mari. Astfel, conform unor determinări făcute în București /36/, consumul de căldură pentru prepararea apei calde menajere se ridică până la 2 Gcal/pers, an deci la cea. 8100 kWh/locuință, an.

Acest consum care depășește cu mult cele mai mari valori determinate la instalații de încălzire electrică a apei se explică și prin faptul că la consumul de apă caldă considerat mai sus s-a adăugat atât cantitatea necesară pentru gătit cât și pentru spălatul rufelor (cea. 2000 kWh/an).

Având în vedere cele de mai sus, în cele ce urmează vom considera un necesar pentru o locuință medie (3,5 persoane) de 4000 kWh/an.

3.3. Necesarul de energie pentru pregătirea și conservarea hranei

Prin necesarul de energie pentru pregătirea și conservarea hranei înțelegem în cadrul celor ce urmează :

- necesarul de energie pentru gătit
- necesarul de energie pentru mașini de bucătărie
- necesarul de energie pentru răcirea alimentelor.

. . .

Necesarul de energie pentru gătit este în funcție de numărul membrilor de familie și de proporția în care alimentele se prepară în cadrul gospodăriei. Din aceste motive, datele din literatură referitoare la acest consum prezintă o dispersie relativ mare (între 600 ... 4000 kWh/an și locuință) (tab.3-9) Analizând mai de aproape aceste date, trebuie eliminată de la început cifra de 4000 kWh/an deoarece este evident exagerată. Cifrele din domeniul 600 kWh/an corespund situației în care masa de prînz se consumă la cantină iar cea de seară se bazează în parte pe semipreparate. În consecință se consideră ca cifre variabile 300 ... 375 kWh/an respectiv 1150 ... 1300 kWh/an la gospodărie "medie" (3,5 persoane). Se poate presupune că, pe viitor acest consum se va reduce, pe măsura extinderii sistemului de alimentație bazat pe cantine - restaurant respectiv semipreparate, tinzînd spre 600 - 700 kWh/an.

Necesarul de energie pentru mașini de bucătărie este foarte modest. Deși varietatea operațiilor, respectiv a mașinilor, este mare, ele reprezintă un consum total de numai 15... 30 kWh/an (tab. 4-1). Aceasta se explică prin numărul mic de ^{ore de} utilizare.

Necesarul de energie pentru răcirea alimentelor este dependent în principal de gradul de dotare cu frigider sau congelatoare : 300 ... 400 resp. 700 ... 800 kWh/an (tab. 4-1)- Acest consum mai este influențat și de tipul frigiderelor. Frigiderele cu absorbție avînd un randament mult mai mic, consumul de energie corespunzător este mai mult decît dublu față de cele cu compresor, la aceeași capacitate. Se menționează aici că necesarul de energie pentru răcire este relativ mare, deși puterea aparatelor e mică, din cauza numărului mare de ore de utilizare (2000-4000 h/an)

3.4. neesenul de energie pentru mecanizarea activităților de curățenie.

Prin mecanizarea activităților de curățenie înțelegem :

- spălătul, useatul și calcatul rufelor
- spălătul veselei
- aspirarea prafului, frecarea podelei
- evacuarea și distrugerea gunoaielor.

Consumul de energie corespunzător acestor activități este de ordinul 1000 ... 2000 kWh/an, avind ca elemente componente principale :

Mașini de spălat rufe :	30 ... 60 kWh/an
Incălzitul apei pentru spălat	200 ... 250 kWh/an
Centrifugă rufe	20
Uscător lingerie	700
Fier de călcat	40 ... 100
Mașină de spălat vase	350 ... 500
Aspirator de praf	20 ... 50
Aparat de măcinat resturi menajere	650

Se poate observa că cea mai mare parte a acestui consum este de fapt tot pentru încălzire și anume 200 ... 250 kWh/an la spălătul rufelor, 300 ... 400 kWh/an la spălătul veselei, 700 kWh/an pentru uscarea lingeriei.

• • •

3.5. Necesarul de energie pentru iluminat

Necesarul de energie pentru iluminat este determinat de nivelul mediu de iluminare, de suprafața locuințelor și de numărul de ore de utilizare.

Din aceste considerații rezultă

$$w_5 = P_1 \cdot T_u \cdot 10^{-3} \quad (58)$$

unde

P_1 = puterea instalată [W]

T_u = numărul orelor de utilizare [h/an]

În cazul iluminatului electric, puterea instalată se poate determina din

$$P_1 = \frac{S \cdot I}{\eta_i \eta_l} \quad (59)$$

unde

S = suprafața locuinței [m^2]

I = iluminarea medie necesară [lm/m^2]

η_i = randamentul mediu al instalației de iluminat
(fără dimensiune)

η_l = randamentul lămpilor [lm/W]

Considerând iluminarea medie necesară de loc (\approx randamentul mediu 0,5, iluminat cu becuri incandescente (15 lm/W), perioada medie de funcționare de 2 h/zi și 50% din camere iluminate simultan, rezultă pentru un apartament

$S = 100 \text{ m}^2$	$S = 50 \text{ m}^2$
$P_1 = 1350 \text{ W}$	670 W
$T_u = 365 \text{ h/an}$	365 h/an
$w_5 = 490 \text{ kWh/an}$	245 kWh/an

Aceste valori se încadrează în domeniul consumurilor determinate (tab. 4-1) precum și prognozele luate în considerare în alte țări (400 kWh/an /25/)

În viitor aceste consumuri pot să se modifice în funcție de apariția unor noi sisteme de iluminat care pot aduce îmbunătățiri randamentelor.

3.6. Necesarul de energie pentru activități culturale distractiva.

Sub această denumire se înțelege consumul de energie pentru aparatele de radio, televiziune, magnetofone, picapuri, aparate de proiecție etc..

Acest consum este determinat de gradul de dotare cu aparatele respective, ajungând la 250 ... 500 kWh/an în caz de dotare loaz, cum rezultă din însumarea cifrelor de mai jos (Tab. 3-10)

T a b e l 3 - 10	
Consum pentru	kwh/an
Aparat de radio	60 ... 90
Televizor	200 ... 400
Picap	5 ... 10
Magnetofon	10 ... 20
T o t a l	275 ... 520

Se menționează că acest consum apare exclusiv sub formă de consumator de energie electrică.

• • •

Aceste valori se încadrează în domeniul consumurilor determinate (tab. 4-1) precum și prognozele luate în considerare în alte țări (400 kWh/an /25/)

În viitor aceste consumuri pot să se modifice în funcție de apariția unor noi sisteme de iluminat care pot aduce îmbunătățiri randamentelor.

3.6. Necesarul de energie pentru activități culturale distractive.

Sub această denumire se înțelege consumul de energie pentru aparatele de radio, televiziune, magnetofone, picapuri, aparate de proiecție etc..

Acest consum este determinat de gradul de dotare cu aparatele respective, ajungând la 250 ... 500 kWh/an în caz de dotare 100%, cum rezultă din însumarea cifrelor de mai jos (Tab. 3-1e)

T a b e l 3 - 1 e	
Consum pentru	kwh/an
Aparat de radio	60 ... 90
Televizor	200 ... 400
Picap	5 ... 10
Magnetofon	10 ... 20
T o t a l	275 ... 520

Se menționează că acest consum apare exclusiv sub formă de consumator de energie electrică.

...

**4. DETERMINAREA NECESARULUI DE ENERGIE ELECTRICA
SI A PRINCIPALIILOR CARACTERISTICI DE CONSUM
PENTRU DEZVOLTAREA IN VIITOR A CONSUMATORILOR
CASnici PLa, Sa, Sa, Sa**

4.1. Incalzirea, respectiv climatizarea locuintelor

4.1.1. Incalzirea electrica

Incalzirea electrica a locuintelor este, in prima
aparență, o solutie tehnica neeconomica, datorita faptului ca
randamentul global de transformare a energiei este rezultat al
produsului

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3$$

unde η_1 = randamentul de productie a energiei electrice

η_2 = randamentul transportului și distribuției energiei
electrice

η_3 = randamentul aparatului de incalzire

și ca valorile maxime posibile ale η ($\eta_1=0,35$; $\eta_2=0,9$; $\eta_3=1$)
conduc la un $\eta_{max}=0,315$, ceea ce este mai mic chiar decit
randamentul sobelor cu lemne (cca. 0,4).

Totugi, experienta ultimelor decenii a demonstrat o
tendință generală de crestere a ponderii incalzitului electric,
in toate țările, iar in unele țări (Norvegia) aceasta solutie
a devenit preponderentă (tab. 4-2, 4-3)

T a b e l 4-2 (în anexă)

T a b e l 4-3 (în anexă)

Această creștere se explică prin mai multe cauze fiind în funcție de eficiența acestora.

Argumentele principale în favoarea introducerii încălzirii electrice a locuințelor sînt următoarele :

- exploatarea deosebit de comodă, cu posibilități largi de reglaj și de automatizare ;
- spațiu foarte redus ocupat de elementele de încălzire;
- posibilitatea de punere în funcțiune foarte rapidă și totodată de acumulare de lungă durată;
- costuri de investiție relativ reduse
- combaterea poluării atmosferei
- posibilitatea de a consuma energie electrică în orele de minim și de a debita energie termică în tot cursul zilei în funcție de necesități.

Dacă primele cinci argumente au determinat pe unii consumatori ca să aleagă un mijloc de încălzire mai costisitor în exploatare față de alte mijloace, al șaselea argument a determinat întreprinderile de electricitate să introducă tarife speciale care să favorizeze consumul de energie electrică în orele de gol de sarcină.

Intr-adevăr, se poate demonstra ușor posibilitatea introducerii unui astfel de tarif care să favorizeze deopotrivă pe consumatorul și pe furnizorul de energie electrică.

Acest tarif, este în general de ordinul 50% din tariful normal și - în aceste condiții - consumatorul va plăti pentru încălzirea electrică o sumă cel mult de același ordin de mărime

. . .

cu altă sursă de încălzire echivalentă.

Introducerea tarifulor în orele de gol (de noapte) a constituit stimulentele principale pentru avântul care s-a înregistrat în ultimii 20 ani în domeniul încălzirii electrice a locuințelor.

Energia electrică a fost utilizată în țara noastră până în prezent numai în mod excepțional pentru încălzirea locuințelor (vezi tab. 4-4) ^{in anexă}. În cartierelor noi, blocurile se prevăd cu încălzire centrală, bazată pe rețele de termoficare sau pe centrale de încălzire locale. În cartierelor vechi și în zonele cu locuințe individuale din orașe și în zonele rurale, cu excepția zonelor care au distribuție de gaz metan, încălzirea este asigurată în majoritatea zonelor cu combustibil solid (lemn, cărbuni sau deșeurile agricole). Această soluție de încălzire (care este utilizată de peste 54% din total) prezintă numeroase dezavantaje, atât pentru consumator, cât și pentru economia națională.

Astfel din punct de vedere al consumatorului, încălzirea cu combustibil solid este :

- greoaie, pentru că obligă la operațiunile anuale de achiziționare, transport și depozitare și la operațiuni zilnice de pregătire, transport și manipulare ;

- neigienică, pentru că nu permite reglajul temperaturii în cameră și este însoțit de fum, gaze de ardere, cenușă;

- relativ costisitoare, din cauza randamentului redus al arderii și prețului ridicat al combustibilului (raportul la puterea calorică).

. . .

Din punct de vedere al economiei naționale :

- nerățională, din cauza randamentului redus al arderii: în cele mai bune sobe de teracotă se ajunge la 40 ... 50% iar lemnul poate fi valorificat mult mai bine (utilizându-l la producerea plăcilor aglomerate sau la producerea celulozei);

- insalubră : numărul mare de coguri inundă cu fum zonele locuite și evacuarea cerugii creează mari probleme de colectare și transport.

Din cauza ritmului rapid de apariție a noilor zone de locuit, proporția locuințelor încălzite cu combustibil solid este în permanentă scădere. Totuși, un număr mare de locuințe vor rămâne în continuare în afara zonelor alimentate cu surse de încălzire centrală sau cu gaz metan. Pentru aceste locuințe se va impune treptat din ce în ce mai mult trecerea la încălzirea electrică.

Astfel, studiul ISAKT /40/, prevede următorul ritm de introducere a încălzirii electrice :

1980: 11 1990: 32 2000: 102 din totalul locuințelor

Având în vedere numărul relativ mare de locuințe care vin în considerație, precum și consumurile de energie foarte mari (7 500 ... 15 000 kWh/an - abonat, cu vîrf propriu de 6...15 kW/abonat) instalațiile electrice de încălzire ale locuințelor merită o atenție cu totul deosebită.

Aparatele electrice utilizate în prezent pentru încălzire în țara noastră sînt următoarele :

. . .

Radiatoarea simpla : de 0,5 ... 2 kW, de construcție simplă și ieftină. Transmiterea căldurii se face în principal prin radiație și foarte puțin prin convecție, de aceea necesită spațiu liber pentru a putea emite căldura. Nu permit acumulare de căldură deci pot fi utilizate numai ca încălzire "de completare".

Radiatoarea cu ventilator : de 1 ... 2 kW, de construcție ceva mai pretențioasă. Transmiterea căldurii se face în principal prin convecție. Nu permit acumularea de căldură, deci pot fi utilizate numai ca încălzire "de completare".

Radiatoarele cu ulei : de 1 ... 2 kW, cu termostat, o construcție relativ scumpă. Transmiterea căldurii se face în principal prin convecție. Permit o acumulare de scurtă durată (1 ... 2 ore) deci nu pot fi folosite în regim de acumulare de noapte.

Sobele electrice de 1 ... 2 kW, cu casă ceramică pentru acumulare. Transmiterea căldurii se face prin radiație și convecție. Permit o acumulare de scurtă durată (1 ... 2 ore) deci nu pot fi folosite în regim de acumulare de noapte.

Din cele de mai sus rezultă că în prezent nu dispunem de aparate de încălzit potrivite din punct de vedere al utilizării raționale a energiei electrice.

Pentru introducerea încălzirii electrice în spațiile de locuit din țara noastră pot veni în considerație, pe viitor, următoarele soluții :

a. Sobele electrice cu acumulare : cu puteri unitare de 2 ... 12 kW și capacități de acumulare de 16 ... 72 kWh/si.

. . .

Aceste sobe permit consumul de energie electrică exclusiv în afara
 orilor de vîrf și o adaptare corespunzătoare a consumului de ener-
 gie electrică cu variații ale temperaturii exterioare.

Consumul de energie anual, pentru încălzirea unei lo-
 cuințe de 150 m^3 ($50 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m}$) la 3000 zile grad/an va fi

$$\text{la } G = 0,6 \text{ W/m}^3 \text{ grad} : 6500 \text{ kWh/an}$$

$$\text{la } G = 1 \text{ W/m}^3 \text{ grad} : 10800 \text{ kWh/an}$$

Consumul de energie zilnic pentru cea mai rece zi

($\vartheta_{\text{ext}} = -18^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{cameră}} = +22^\circ\text{C}$, $\Delta\vartheta = 40^\circ\text{C}$) va fi la :

$$G = 0,6 : 86 \text{ kWh/zi}$$

$$G = 1 : 144 \text{ kWh/zi}$$

Puterea instalată corespunzătoare unei locuințe de
 150 m^3 , rezultă, considerînd 8 ore de încălzire în cea mai rece
 zi : 10,8 ... 18 kW (3 camere \times 3,6 ... 6 kW/cameră) și $T_{\text{u}} = 600 \text{ h/}$

Contribuția la vîrfurile rețelei va fi în aceste condiții

$$P_{\text{vd}} = 0$$

$$P_{\text{va}} = 0$$

$$P_{\text{ge}} = 0$$

$$P_{\text{gn}} = 10,8 \dots 18 \text{ kW}$$

Se observă că puterile necesare sînt mult influențate
 de izolația termică a clădirilor. Valorile superioare corespund
 unor case izolate, cu pereți subțiri. Valorile inferioare cores-
 pund locuințelor medii.

S-a luat în considerare locuința cu $V = 150 \text{ m}^3$, avînd
 în vedere frecvența mare a acestei dimensiuni.

...

Avantajele economice ale sistemului de încălzire cu acumulare rezultă, conform calculelor din anexă¹. Puterile mari instalate solicită însă mult instalația electrică interioară. Având în vedere investițiile suplimentare relativ mari, nu se prevede aplicarea largă a acestei soluții.

b. Încălzire mixtă, folosind sobe cu acumulare și completarea cu încălzire directă : permite reducerea substanțială a puterii instalate față de soluția cu acumulare integrală, fără a mări mult costul energiei consumate.

Astfel, în exemplul din anexa, puterea instalată în sobe cu acumulare se reduce de la 18 kW la 9 kW, utilizând instalații cu încălzire directă de 3 kW, având însă asigurat avantajul economic față de utilizarea combustibililor solizi.

În aceste condiții, la același consum de energie, ca în cazul încălzirii exclusive cu acumulare, apar următoarele puteri (la locuințe de 150 m³)

$$P_{vd} = 2 \dots 3 \text{ kW} \quad P_{gs} = 2 \dots 3 \text{ kW}$$

$$P_{vs} = 2 \dots 3 \text{ kW} \quad P_{gn} = 6,7 \dots 9 \text{ kW}$$

Se prevede că această soluție, care îmbină avantajele economice ale utilizării energiei ieftine cu o investiție mai redusă, are perspective bune de aplicare

c. Încălzirea electrică a podelei sau a peretilor prezintă soluții care permit reducerea consumului de energie totală, dar nu permit decât acumulare parțială.

Tinând cont de condițiile mai favorabile asigurate de

. . .

acest sistem, consumul de energie anual va fi de numai 5450 ... 9000 kWh/an (la loc.de 150 m³) și 72 ... 120 kWh/zi (la $\Delta t = 40^{\circ}\text{C}$).

Avind in vedere capacitatea de acumulare redusă, de cel mult 4 ... 5 ore, puterea instalată corespunzătoare rezultă de 7 ... 12 kW (150 m³) considerind oprirea de cite 5 ore la vîrf de dimineață și seară.

Puterile absorbite rezultă : (pentru 150 m³)

$$P_{vd} = 0$$

$$P_{vs} = 0$$

$$P_{gn} = 3 \dots 5,0 \text{ kW}$$

$$P_{gn} = 7 \dots 12 \text{ kW}$$

Se menționează că deși numai o parte din energie necesară se consumă in perioada de tarif redus, costul total al energiei poate rămîne sub valoarea calculată pentru cazul cu sobe electrice cu acumulare, din cauza sarcinilor totale mai mici.

Avind in vedere avantajele acestei soluții din punct de vedere al gospodăriei energetice și avind in vedere posibilitățile relativ ușoare de realizare, se consideră că aceasta este una din soluțiile de viitor pentru încălzirea apartamentelor noastre din zonele nesigurate cu încălzire centrală.

4.1.2. Climatizarea și pompele de căldură.

Climatizarea se bazează pe utilizarea pompelor de căldură. In prezent se utilizează pompe de căldură bazate pe ciclul clasic al instalațiilor frigorifice. Instalațiile pot fi reversibile astfel încît vara să evacueze căldura din cameră, in schimb iarna să o introducă.

Aceste instalații, foarte răspândite în SUA, și în curs de introducere în Europa ar putea avea domenii de aplicare foarte mari în țara noastră din următoarele motive :

- În perioada de vară, mai ales în zonele de șes (Oltenia, Muntenia, Dobrogea, dar și în alte zone), există cea. 60 ... 80 zile când temperatura din cursul zilei depășește valorile considerate suportabile pentru o activitate normală (25 - 26°C).

- În perioada de încălzire (de cea. 120 ... 180 zile) utilizarea aceluiași instalații ca pompe de căldură permite o importantă economie de combustibil datorată coeficientului de eficiență supraunitar al pompei de căldură φ_p = cantitatea de căldură pompată/cantitatea de energie consumată > 1.

$$\varphi_p = \eta \frac{T_g}{T_g - T_o} \quad (60)$$

unde

T_g = temperatura punctului cald (radiator)

T_o = temperatura punctului rece (aer ext.)

η = randamentul instalației = 0,5 ... 0,5

Pentru evidențierea eficienței unei astfel de instalații se compară cantitatea de energie electrică consumată în cazul utilizării încălzirii cu :

- combustibil solid, în sobe
- încălzire electrică cu convecție și radiație
- pompe de căldură

(vezi anexa 1)

Rezultatele calculului evidențiază atât reducerea considerabilă a cheltuielilor abonatului (cu peste 30% față de

...

lemn și 7-85 față de încălzire electrică cu sobe cu acumulare
și economie de energie totală (49% față de cel teoretic necesar).

Având în vedere în special acest ultim argument se
consideră că utilizarea pompelor de căldură are mari perspective
de introducere și în gospodăriile noastre casnice.

Principalele date energetice (pentru o locuință de
150 m³) :

Censum periodic de încălzire : 3000 ... 6500 kWh/an

Censum în cea mai rece zi : 70 ... 115 kWh/zi

Puterea absorbită corespunzătoare : 3,0 ... 4,8 kW
(permanent)

Censum în perioada de răcire : 900 ... 1500 kWh/an
(60 zile/an x 10 h/zi = 600 h/an)

Puterea absorbită corespunzătoare : 1,5 ... 2,5 kW
(numai în perioada caldă a zilei, deci contribuie numai
la vîrfurile de dimineață și golul de după masă).

	<u>I A T A A</u>	<u>V A T A A</u>
P_{vd}	3,0 ... 4,8	1,5 ... 2,5
P_{vs}	3,0 ... 4,8	-
P_{gs}	3,0 ... 4,8	1,5 ... 2,5
P_{ga}	3,0 ... 4,8	-

4.2. Prepararea apei calde

În prezent necesarul de apă caldă se asigură în țara
noastră pe următoarele căi principale :

- din rețelele de termoficare (zone cu blocuri noi,
în localitățile cu surse de termoficare);
- din centrale de încălzire (zone cu blocuri noi)

- din încălzirea centrală proprie a blocului ;
- cu încălzire directă, folosind gaze naturale, lichide, sau combustibili solizi.

Energia electrică este utilizată numai în mod cu totul izolat, deci există, de peste 4 ani echipamentul electric produs în țară : boilere de 5 l și de 80 l, cu reglaj automat. Domeniul de utilizare restrins se explică pe de o parte prin costul relativ ridicat al boilerelor, pe de altă parte prin faptul că ele nu sînt concepute pentru a putea utiliza energia electrică în orele de tarif redus (noaptea).

Avînd în vedere tendința generală de reducere a consumului de combustibil solid, se prevede în viitor introducerea treptată a încălzitoarelor electrice pentru prepararea apei calde, în locuințele care în prezent folosesc combustibil solid.

Conform studiului ICAI /40/, proporția energiei electrice la această utilizare va evolua astfel :

1980 : 5% 1990 : 16% 2000 : 69% din totalul
locuințelor.

Ce aparate de utilizare se prevăd următoarele posibilități :

a. Boilere cu acumulare de noaptea (de mare capacitate)

putere instalată 1,0 ... 1,5 kW

Capacitate cca. 60 ... 100 l (consum de apă la 40 grd cca.
150 - 250 l/si) (vezi cap. 3)

Consum de energie zilnic 6 ... 10 kWh (din care cea mai mare parte
în orele de gol, la tarif redus).

$W_{an} = 2200 \dots 3600 \text{ kWh/an}$ $P_{vd} = 0$ $P_{gz} = 0$
 $P_{vs} = 0$ $P_{gn} = 1,0 \dots 1,5 \text{ kW}$

b. Incalzitoare la trecere (de mare putere) :

putere instalată : 10 ... 20 kW

debit de apă : 5 ... 10 l/min ($\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$)

consum de energie zilnic : 6 ... 10 kWh

contribuție la vîrf :

- pe o locuință, egal cu puterea instalată

- pe ansamblu de locuințe, contribuție la vîrf este

foarte redusă, în funcție de numărul de aparate racordate. La

$n = 50$, $k_{sim} = 0,10$ (v. anexa 2) deci $P_{vd} = P_{vs} = P_{gz} = 1,0 ..$

.. 2,0 kW, $P_{gn} = 0$.

Domeniul de utilizare prevăzut : în clădirile mai vechi care nu au încălzire centrală și nici racord la rețeaua de distribuție de gaze precum și în locuințele individuale care nu au perspective recordării la rețeaua de distribuție de gaze.

4.3. Pregătirea și conservarea hranei

În prezent, în țara noastră, pentru pregătirea și conservarea hranei se folosesc mai multe surse de energie. Pentru conservarea hranei se utilizează aproape exclusiv energie electrică (frigidere). Pentru gătit se folosesc în principal mașini de gătit cu gaze naturale, gaze lichefiate sau petrol. Reșourile electrice sînt utilizate numai ca mijloace auxiliare, mașinile de gătit electrice fiind foarte puțin răspîndite.

Pe viitor, se prevede următoarea evoluție a consumului de energie electrică în aceste scopuri :

4.3.1. Conservarea hranei : se va face cu frigidere, dotarea locuințelor crescînd treptat la local. (51% în 1980,

...

96,9% în 2000 / 20 /).

Puterea de vîrf proprie $P_v = 0,15$ kW (frigider cu compresor, de capacitate ca. 150 ... 200 l).

Contribuția la vîrf de seară (loc) $P_{vs} = 0,15$ kW

Contribuția la vîrf de dimineață (loc) $P_{vd} = 0,15$ kW

Contribuția la golul de noapte (loc) $P_{gn} = 0,15$ kW

Contribuția la golul de zi (loc) $P_{gz} = 0,15$ kW

Consumul de energie anual, cu $T_u = 4$ ore h/an

$W_{an} = 600$ kWh/an

4.3.2. Cătitul electric : se va utiliza inițial în zonele neservite cu gaz metan sau gaze lichefiate (în principal zone rurale) pentruca, în final să devină soluția unică /4a/.

În acest sens, se prevede o creștere treptată a dotării locuințelor de pînă la 8% în 1980, 26% în 1990 ajungînd la 100% în 2000.

Considerînd că se vor introduce magazinele de cătit cu 2 ochiuri (600 + 800 W) și cuptor (2000 W), rezultă următoarele date de consum :

(variabile pe 1 locuință)

$P_1 = 3,4$

$P_{vs} = 0,8$ kW (un ochi)

$P_{vd} = 3,4$ kW (la familiile care cătes dimineața)

$P_{gn} = 0$

$P_{gz} = 3,4$ kW (la familiile care cătes după masa)

$W_{an} = 1000$ kWh/an $k_{sim} = 0,362$ pentru $n = 50$

$k_{sim} = 0,318$ " $n = 100$

(veri anexa 2)

4.3.3. Mașini de bucătărie : se prevede treptat dotarea

cu

mașini universale

mașini de tocat carne

mașini de sters fructe

Puterea instalată a acestor aparate este mică :

0,2 ... 0,4 kW și durata de utilizare foarte redusă. Consumul anual este de ordinul 15 ... 20 kWh/an. În consecință, chiar dacă se ajunge la dotare locș, contribuțiile acestor aparate sînt limitate la :

$$P_v = 0,4 \text{ kW (nu se folosește simultan decît un aparat)}$$

$$P_{vs} = 0,4 \text{ kW}$$

$$P_{vd} = 0,4 \text{ kW}$$

$$P_{gs} = 0$$

$$P_{gd} = 0,4 \text{ kW}$$

$$W_{an} = 20 \text{ kWh/an}$$

$$k_{sim} = 0,100 \text{ la } n = 50$$

$$k_s = 0,081 \text{ la } n = 100$$

(vezi anexa 2)

4.4. Mechanizarea activităților de curățenie

Se va face cu energie electrică și se prevede dotarea treptată, pînă la locș, cu următoarele aparate principale :

	P_1 kW	kWh/an	d o t a r e a		
			1970	1980	2000
Aspiratoare de praf	0,4	25	12,5	20	90
Mașini de spălat cu centrifugă fără încălzire	0,5	50	24	41,5	52
Fier de călcat	0,5	50	91	99	100

Se prevede de asemenea dotarea, însă numai parțială a locuințelor, cu următoarele aparate :

Mașini de irsecat pedale	0,2	10	10
Mașini de spălat vase	0,5	150	150
total general	2,1	285	289

Simultaneitatea acestor aparate fiind foarte mică, se poate considera o contribuție la vîrfurile rețelei de cel mult 0,4 kW pentru întreaga categorie, avînd în vedere $k_{sim} = 0,165 \dots 0,196$ (v. anexa 2)

$$\text{Deci } P_{vd} = P_{ve} = P_{gz} = 0,4 \text{ kW}$$

$$P_{ga} = 0$$

4.5. Evoluția consumului de energie electrică pentru iluminat.

Gospodăriile casnice din R.S. Romînia, avînd instalație electrică, au iluminat electric cu becuri incandescente. Iluminatul cu tuburi fluorescente nu s-a introdus, decît în cazuri cu totul izolate, din cauză costului relativ ridicat al instalării corpurilor de iluminat - dar în principal din considerente estetice^{x)}:

Consumul specific calculat teoretic pentru un apartament mediu de 50 m², este de 245 kWh/an (v. Cap. 3.5.)

Această cifră a fost aproape atinsă la nivelul anului 1969 (179 kWh/ab) și se poate considera că va crește în continuare, proporțional cu creșterea suprafeței medii a locuințelor și a nivelului de confort general pînă la eca. 300 - 350 kWh/an. Ca verificare se pot lua în considerare datele tab. 4-1 care indică 125 ... 300 kWh/an la nivelul anului 1968 și prognosele luate în considerare în RFO care indică pînă la 400 kWh/an și care confirmă consumurile determinate prin calcul (v. Cap. 3.5.)

. . .

x). La aceasta a contribuit o tendință generală a populației față de unele consecințe nefavorabile asupra vederii.

$$P_v = \frac{200 \dots 250 \text{ kWh/an}}{600 \text{ h/an}} = 0,5 \dots 0,6 \text{ kW}$$

In cele ce urmează se va considera 0,5 kW

Contribuția la vîrf de seară (loc)	$P_{vs} = 0,5 \text{ kW}$
Contribuția la vîrf de dimineață (50)	$P_{vd} = 0,25 \text{ kW}$
Contribuția la golul de noapte (0)	$P_{gn} = 0$
Contribuția la golul de zi (0)	$P_{gz} = 0$

Se consideră că creșterea consumului de la nivelul actual realizat va avea loc treptat pînă în 1980 - 1985. În continuare, nu se prevede o creștere a acestui consum luîndu-se în considerare intervenția unor surse și aparate de iluminat cu randamente mai bune decît a celor actuale.

4.6. Activități culturale distractive

Dotarea actuală cu aparate, care arată și tendința de dezvoltare, rezultă din tabelul de mai jos :

	V_{an} kWh an	P_i kW	<u>Dotarea % în anul</u>			
			1965	1970	1980	2000
Aparate radio	100	0,06	84	78	76	92
Aparate T.V.	160	0,16	48	50	85	98
Magnetofoane	10	0,3	n u	s i n t	d a t e	
Picupuri	10	0,15	n u	s i n t	d a t e	
Aparate proiecție	20	0,100	n u	s i n t	d a t e	
TOTAL	300	0,365				

Se poate observa că din punct de vedere al contribuției la vîrf numai aparatele T.V. merită să fie luate în considerare, acestea avînd și contribuție aproape loc în ora de vîrf. Aparatele de radio nu mai intervin la vîrf dacă în aceeași locuință funcționează un aparat T.V.

Rezultă deci, pentru întreaga categorie o contribuție de 0,16 kW la ora de vîrf de seară și de 0,06 kW la vîrf de dimineață.

$$P_{v\grave{a}} = 0,06 \text{ kW}$$

$$P_{v\grave{s}} = 0,16 \text{ kW}$$

$$P_{g\grave{a}} = 0,06 \text{ kW}$$

$$P_{g\grave{s}} = 0$$

$$W_{an} = 300 \text{ kWh/an}$$

5. DETERMINAREA PRINCIPALĂ ALEI UNOR ACIUNI

DE CĂTRE PI. ADRUT, ÎN TRAVULIUL VILTOREI

A CONSUMATORILOR DE ACIUNI DIN R.S. ROMÂNIA

după cum rezultă din cele expuse în Cap. 3 se pot lua în considerație șapte variante principale ale "consumatorului casnic" și care pot fi caracterizate în felul următor :

Varianta	Caracterizarea variantei și resurselor de energ.	incalzire	prep. apei calde	prep. apei calde
1	2	3	4	5
1	Locuințe cu încălzire centrală proprie sau termoficare. Asigurate cu gaz metan sau gaze lichefiate.	central	central	gaze
2	Locuințe fără încălzire centrală. Asigurate cu gaze (lichefiate)	electr.	gaze	gaze
3	Locuințe fără încălzire centrală. Neasigurate cu gaze	comb. solid	electr.	comb. solid
4	a. Locuințe cu încălzire centrală. Neasigurate cu gaze b. I d e m ca la 3.	central comb. solid	central comb. solid	electr. electr.
5	a. Locuințe fără încălzire centrală. Asigurate cu gaze (lichefiate) b. Locuințe fără încălzire centrală. Neasigurate cu gaze	electr.	electr.	gaze comb. lichid
6	a. Locuințe încălzite cu sobe cu comb. lichid. Neasigurate cu gaze (v.3) b. Locuințe încălzite cu sobe cu comb. solid. Neasigurate cu gaze (v.3) c. Locuințe încălzite cu sobe cu comb. deșeurii. Neasigurate cu gaze (v.3)	comb. lichid comb. solid comb. deșeurii	electr.	electr. electr. electr.
7	locuințe fără încălz. centr. Neasigurate cu gaze.	electr.	electr.	electr.

Cele șapte variante de consumator se pot reduce la una "de bază" și 6 combinații ale acestei variante cu suplimentarea prin încălzire electrică (w_1) prepararea apei calde pe cale electrică (w_2), prepararea hranei cu ajutorul energiei electrice (w_3).

Se menționează că pentru cea parte de "conservarea hranei" din w_3 nu se va lua în considerare decât varianta de alimentare cu energie electrică.

În consecință s-au stabilit întii caracteristicile energetice principale pentru varianta de bază și pentru componentele suplimentare iar pentru variantele 2 ... 6 s-au stabilit prin compunerea acestora (tab 5-1, în anexă)

V a r i a n t a 1 (" de bază")

Dotarea cu aparate pt.	W_{an} kWh/ an	P_i kW	Contribuția de putere							
			La nivelul contorului locuinței				La nivelul postului de transformare			
			P_{vd}	P_{vs}	P_{gs}	P_{gn}	P_{vd}	P_{vs}	P_{gs}	P_{gn}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Iluminat	350	1	0,25	0,5	-	-	0,25	0,5	-	-
Conservarea hranei	600	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Mașini de bucatărie	20	0,4	0,4	0,4	0,4	-	0,03	0,03	0,03	-
Mecanizarea curățeniei	280	2,1	0,4	0,4	0,4	-	0,08	0,08	0,08	-
Activități culturale	300	0,365	0,06	0,16	0,06	-	0,06	0,16	0,06	-
TOTAL(w_0)	1550	4,045	1,26	1,61	1,01	0,15	0,57	0,92	0,32	0,15

...

D e t a r i s u p l i m e n t a r e :

Dotarea
suplimen-
tară cu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(w ₁ ^o) Încălzire spațiu mixtă) ^x	6500	7	2	2	2	7	2	2	2	7
(w ₁ ^o) Încălzire spațiu (podea, pereți) ^x	5450	7	-	-	3	7	-	-	3	7
(w ₁ ^o) Încălzire spațiu (pompa caldură) ^x	3800	3	3	3	3	3	3	3	3	3
x) - Se considerat locuința de 150 mc, cu izolație mai bună, C = 0,6										
(w ₂) Căștit electric	1000	3,4	3,4	0,8	3,4	-	1,1	0,25	1,1	-
(w ₃ ^o) Încălzirea apei cu acuzulare	2500	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-	1,0
(w ₃ ^o) Încălzirea apei cu încălzitor de trecere	2000	1,0	1,0	1,0	1,0	-	1,00	1,00	1,00	-

Cifrele tabelii 3-1 (anexă) merită unele comentarii.

Se remarcă în primul rând gama largă de variație a principalelor
date caracteristice : consumul anual variază între 1550 ... 11500
kWh/an, puterea instalată între 4 ... 24,5 kW, puterea de vîrf

. . .

(proprie) între 1,26 ... 17,66 kW. 'evine deci evident că în calculele de rețele nu se poate considera un "consumator casnic mediu" și trebuie considerat tipul de consumator caracteristic al zonei determinat în principal de modul în care se asigură încălzirea spațiului, încălzirea apei și gătitul.

În al doilea rând se pot trage unele concluzii cu privire la alegerea variantei de încălzire, deoarece se evidențiază influența acesteia asupra consumului total de energie și asupra instalațiilor de alimentare cu energie electrică. Astfel, se vede că dintre cele trei soluții de încălzire a spațiului, cea cu pompe de căldură este avantajoasă din punct de vedere al consumului pentru că asigură un nivel minim de consum de energie fără a provoca un vîrf de sarcină pronunțat. În rețele cu rezervă de putere în golul de noapte, soluțiile cu acumulare și în special cea cu acumulare în podea (pereți) sînt însă mai avantajoase pentru că permit alimentarea cu energia necesară încălzirii fără a contribui la vîrfurile de sarcină a rețelei. Se vede însă că la această soluție poate să apară "vîrfurile de noapte" dacă se aplică în mod necontrolat.

În al treilea rând se poate observa că soluția de încălzirea apei trebuie corelată cu soluția de încălzirea spațiului pentru că încălzirea apei cu acumulare de noapte, suprapusă peste consumul sobelor electrice cu acumulare poate provoca un vîrf de noapte pronunțat. În schimb, folosirea încălzitoarelor de trecere, la consumatorii care au sobe cu acumulare, conduce la o mai bună utilizare a instalației electrice proprii și reduce vîrfurile de noapte.

In legătură cu perspectivele de realizare în timp a caracteristicilor de consum prezentate în tab. 5-1^(din anexă) trebuie făcute următoarele considerațiuni :

Consumurile de energie și de putere, care au rezultat din analiza efectuată, sînt în concordanță cu cele realizate la nivelul anului 1970 în țări a căror nivel de industrializare și produs social brut pe cap de locuitor urmează să fie atins de țara noastră în etapa 1985 - 1990. De altfel, în prognozele elaborate în țara noastră în legătură cu creșterea consumului de energie electrică pînă în anul 2000/40 / consumul casnic este considerat să atingă nivelul de 1750 ... 2200 kWh/loc. respectiv 5600 ... 7000 kWh/ gospodărie, ceea ce de asemenea concordă cu datele determinate în prezenta lucrare, dacă se consideră, conform /40/, că 10% din locuințe vor fi încălzite electrice, 69% vor avea prepararea apei calde cu ajutorul energiei electrice și 100% vor avea bucătărie electrică.

În aceste condiții, consumul casnic mediu rezultă considerînd consumatori din variantele 4, 6, 7 după cum urmează :

10%, varianta 7	(11500)	=	1 150
69%, varianta 6	(5000)	=	3 450
21%, varianta 4	(4000)	=	850
Total, mediu			<u>5 350 kWh/an</u>

Se menționează încă să, în cadrul prezentei lucrări nu se vor accepta integral ipotezele lucrării /40/ și anume nu se va considera trecerea integrală la consum de energie electrică pentru gătit.

. . .

Datele caracteristice obținute prezintă deosebită importanță pentru dimensionarea pe viitor a coloanelor principale și a rețelelor de distribuție a energiei electrice. Astfel, pentru dimensionarea coloanelor principale se vor lua în considerare puterea instalată și puterea maximă simultană la nivelul contorului locuinței.

Pentru dimensionarea rețelei de distribuție se vor lua în considerare puterile absorbite simultane la nivelul postului de transformare (în care s-a ținut cont de reducerea prin aplicarea coeficientului de simultaneitate).

Grupind variantele de consum în funcție de puterea de vîrf proprie, se poate obține următoarea clasificare :

Coloană tip	Puteri maxime	Consumatori din variantele
I	pînă la 3 kW	1 și 4 ^I
II	între 3 ... 6 kW	2 ^{III} , 3, 6 ^I
III	între 6 ... 9 kW	2 ^I , 2 ^{II} , 5 ^I , 5 ^{II} , 5 ^{III} , 7 ^I , 7 ^{II} , 7 ^{III}
IV	între 9 ... 12 kW	4 ^{II}
V	între 12... 18 kW	6 ^{II} , 7 ^{IV} , 7 ^V , 7 ^{VI}

Această clasificare, care ține cont de o rezervă de putere de cca. 1 ... 1,5 kW - necesară în special consumatorilor care au încălzire centrală (și din acest motiv apelează uneori la încălzirea electrică, de exemplu în perioadele de tranziție) permite ușor tipizarea brangamentelor și coloanelor individuale.

...

Intr-adevăr, considerind scara siguranțelor fusibile și conductoarelor izolate existente, rezultă următoarea tabelă de corespondențe (tab. 5-2)

T a b e l 5 - 2

Columă tip	Curent nom. al siguran- ței	P u t e r e (cos = 0,9 V = 220 V)		Conductor Al corespunzător	
		monofazat	trifazat	monofazat	trifazat
		kW	kW	mm ²	mm ²
II	10	-	6,0	-	3x2,5
I resp. II	16	3	9,5	4	3x4
IV	20	-	12	-	3x6
V	31,5	-	19	-	3x10

Grupind variantele de consumatori în funcție de contribuția la nivelul postului de transformare, se obține următoarea situație (tab. 5-3)

Pentru simplificarea calculului și ținând cont de gradul de incertitudine a datelor s-a considerat rațională adoptarea unei scări de puteri de 6 trepte 1 ... 6 kW care acoperă toate variantele de consumator, la calculul rețelei de distribuție care, de regulă, se va face pentru vîrfurile scării, avînd în vedere simultaneitatea cu restul consumatorilor acestei rețele (iluminat public, iluminat general). În cazul consumatorilor de încălzire cu acumulare (variantele 2^I, 2^{II}, 5^I, 5^V, 7^I, 7^{II}, 7^{IV} și 7^V) trebuie însă făcută verificarea sarcinii în perioada de noapte.

Dacă pe circuitul (sau pe postul de transformare) respectiv nu există consumatori de alt tip, soluția de încălzire electrică cu acumulare de noapte este nerățională și trebuie evitată deoarece crează un vîrf de noapte pronunțat care ar conduce la o supradimensionare nejustificată a rețelei de distribuție.

Este important de apreciat unde și cînd pot să apară consumatorii corespunzători variantelor stabilite deoarece trebuie luate măsurile potrivite pentru dimensionare a rețelelor electrice noi respectiv de reconstruire a celor existente.

La nivelul cunoștințelor actuale, se consideră ca probabilă următoarea evoluție a consumatorilor în această privință :

V a r i a n t a 1 : corespunde zonelor de blocuri și de locuințe noi, construite între 1955 - 1972 și care se construiesc în continuare după aceleași principii de alimentare cu energie : încălzirea și apa caldă se asigură din rețele de distribuție publice iar bucătăriile se alimentează din rețeaua de distribuție de gaze. Deși, unele studii /40/, prevăd ca pe viitor și bucătăriile acestor locuințe să treacă la consum de energie electrică, considerăm ca foarte puțin probabilă această alternativă. Căci fiind existența unei rețele de distribuție a gazelor, chiar în cazul cînd s-ar reduce costul de gaze naturale afectate acestei categorii de consumatori, este mai probabilă înlocuirea gazelor naturale prin alt gaz, obținut pe cale de electroliză (de ex. hidrogen) sau degazeificare a unor combustibili solizi. În aceste condiții, numai în zonele care s-ar construi ulterior, ar fi prevăzute cu bucătării electrice (varianta 4).

Varianta 2: corespunde zonelor de locuit mai vechi din orașe, construite pînă în 1930 ... 1955. O parte din aceste locuințe folosesc gaze lichefiate atât pentru gătit și pentru prepararea apei calde. Se menționează însă că se prevede ca în viitor aceste locuințe să treacă treptat la folosirea energiei electrice și în locul gazelor lichefiate, deci ca acești consumatori să se încadreze, într-o etapă ulterioară, în varianta 7. Între variantele 2^I ... 2^{III} se consideră ca cea mai probabilă 2^I deoarece 2^{II} presupune lucrări mari de modificare constructivă iar 2^{III} este însă numai o soluție de viitor mai îndepărtat.

Varianta 3: corespunde locuințelor vechi din orașele mici și majorității locuințelor din sate. Se prevede ca acești consumatori să introducă integral energia electrică pentru încălzirea apei, întrucît prezintă avantaje nete față de combustibilul solid. Treptat, acești consumatori vor introduce energia electrică la gătit și la încălzirea spațiului deci se vor încadra în varianta 7.

Varianta 4: corespunde locuințelor mai noi și a blocurilor din acele orașe sau sate care nu au distribuție de gaze. Acești consumatori vor introduce treptat mașinile de gătit electrice, dar încălzirea spațiului și pregătirea apei calde vor rămîne alimentate din încălzirea centrală.

Varianta 5a, corespunde locuințelor considerate în varianta 2, dar care datorită dificultăților de aprovizionare cu gaze lichefiate tind să introducă energia electrică pentru încălzirea apei. Acești consumatori vor trece treptat în varianta 7.

V a r i a n t a 5, corespunde locuințelor considerate în varianta 3, dar care folosesc combustibil lichid pentru gătit. Și acești consumatori vor trece treptat la varianta 7.

V a r i a n t a 6: reprezintă etape mai avansate ale variantei 3 și vor trece treptat la varianta 7.

V a r i a n t a 7: reprezintă etapa finală la care vor ajunge locuințele din zonele care nu au asigurată distribuția de gaze, și vor avea distribuție de căldură.

Se observă deci că din cele 7 variante de consumatori numai variantele 1, 4, 7 și o parte din 2 pot fi considerate "stabile", variantele 3, 5 și 6 și o parte din 2 având tendința de a se transforma treptat în varianta 7.

...

**6. POSIBILITĂȚILE DE ADAPTARE A DEZVOLTĂRII
REȚELEI ELECTRICE LA CRESTERILE DE CONSUM
PREVAZUTE.**

Din cele expuse anterior, rezultă că în următorii 20 ... 25 ani se prevede creșterea considerabilă a consumului casnic. Cererile de putere vor fi diferențiate, în funcție de proporția în care necesarul de energie al consumatorilor casnici va fi acoperit din rețeaua de distribuție a energiei electrice și în funcție de soluțiile tehnice alese. Din cele 7 variante posibile în această privință, se consideră ca cele mai probabile următoarele (tab. 6-1)

T a b e l 6-1

Variantă	P_{vs}	P_{ca}	O b s e r v a ț i i
1	1	-	Cuartale de blocuri existente și noi, cu gaze
2 ^I	3	7,5	Fond de locuințe vechi cu gaze lichefiate
4	2	-	Cuartale de locuit noi, fără gaze.
7 ^I	4	8,5	Fond de locuințe vechi, fără gaze
7 ^V	3	7,5	Locuințe noi individuale fără gaze

Rețele de distribuție existente, au fost concepute pentru sarcini mult mai reduse. Astfel, rețelele de distribuție rurală au fost dimensionate pînă în 1968 pentru o contribuție de cca. 0,05 kW/consumator iar după aceea pe 0,2 kW/consumator. Rețelele

...

de distribuție din zona cartarelor noi, care au fost dimensionate pentru cea. 0,6 - 0,8 kW/consumator iar in ultima vreme pentru 1 kW/consumator, vor putea face față deoarece in aceste zone consumatorii se vor incadra in varianta I. In schimb restul rețelelor urbane și in special cele din zonele mai vechi, vor fi in curind depășite de sarcină.

In tab. 6-2 se prezintă parametrii caracteristicii principali ai rețelei de distribuție pentru diferitele variante de consum, in care s-a ținut cont și de densitățile posibile ale locuințelor.

T a b e l 6 - 2

Varianta de consum	Dens. locuințe		P_{vs}		P_{gn}		Posturi trafa. 400 kVA	
	ap/km ²	ap/km	MW/km ²	MW/km	MW/km ²	MW/km	buc/km	buc/km
1 (cartare noi)	15000 - 30000	-	15 - 30	-	-	-	37 - 75	-
4 (idem)	10000 - 20000	-	20 - 40	-	-	-	50 - 100	-
2 (zone vechi)	600 - 6000	60 - 600	1,8 - 18	0,18 - 1,8	4,5 - 45	0,45 - 4,5	11 - 110	1,1 - 11
7 ^I (idem)	600 - 6000	60 - 600	2,4 - 24	0,24 - 2,4	5,1 - 51	0,51 - 5,1	13 - 130	1,3 - 13
7 ^V (case individuale noi)	600 - 3000	60 - 300	1,8 - 9	0,18 - 0,9	4,5 - 22,5	0,45 - 2,25	11 - 55	1,1 - 5,5

Analizând datele tab. 6-2 se pot stabili următoarele probleme specifice diferitelor variante de consum :

6.1. Cartarele noi existente, cele a late in construcție și cele ce se vor construi in continuare pe aceleași principii de asigurare cu energie - loci a căror consumatori se vor incadra

in varianta 1, vor putea fi alimentate in continuare, in mod satisfăcător cu energie electrică in soluțiile actuale pentru că nu se prevedea o creștere a sarcinilor individuale peste 1 kW/consumator. Aceste zone sînt de la început sistematizate, deci numărul final de locuințe este cunoscut in momentul proiectării rețelei de distribuție. Astfel, nu ne putem aștepta la o depășire a capacității de distribuție a rețelei.

6.2. Cuartalele noi care urmează să fie construite in zonele fără rețele de distribuție de gaze, deci a căror consumatori se vor încadra in varianta 4, vor trebui prevăzute cu rețele de distribuție de capacitate dublă față de soluțiile actual utilizate (2 kW/apartament in loc de 1 kW/ap.) Această creștere de sarcină care va conduce la puteri de 20 - 40 MW/km² (eventual chiar mai mari, in cazul indesirii construcțiilor) va necesita densități de 50 - 100 posturi de transformare pe km² (in posturi de 400 kVA). La o densitate atât de mare a posturilor de transformare se va pune problema modificării structurii rețelei de joasă tensiune deoarece - considerînd in medie blocuri de 200 apartamente - se observă ușor că se ajunge la situația ca fiecare bloc să aibe postul său propriu de transformare (200 apart/bloc x 2 kW/apart. = 400 kW/bloc). Desigur, in această situație, rețeaua de distribuție de joasă tensiune se reduce practic la rețeaua interioară a blocului. Rețeaua de distribuție publică externă se va compune doar din circuitele de alimentare a iluminatului public, eventuale legături pentru alimentări de rezervă dintre posturile de transformare vecine și cabluri de alimentare a unor eventuale consumatori de iluminat general (magazine, chioscuri).

Schema de principiu și configurația unei astfel de rețele sînt arătate în fig. 8

Fig. 8 (în anexă)

Soluția prezentată are următoarele elemente caracteristice :

Rețeaua de distribuție este bazată în principal pe numărul mare de posturi de transformare 10/0,4 kV în medie cîte un post de transformare la 200 ap. Astfel fiecare bloc de 200 ap. va avea postul de transformare propriu, blocurile de 400 ap vor avea cîte 2 posturi de transformare iar cîte două blocuri de 100 ap. vor fi deservite de cîte un post de transformare comun. Ținînd cont de densitatea posibilă a locuințelor de pînă la 20.000 loc/km², rețeaua poate ajunge la o densitate corespunzătoare de pînă la 100 posturi de transformare/km².

Posturile de transformare sînt îngirite în lungul distribuitorilor de 10 kV, de 3 x 185 mm² Al cu capacitate de transformare de 5,4 MVA. Distribuitorii se sprijină la cele două capete pe cîte o stație de transformare 110/10 kV.

La încărcare maximă, pe fiecare distribuitor se racordează cîte 14 posturi de transformare de 400 kVA totalizînd 5,6 MVA. În mod normal, fiecare distribuitor este secționat la mijloc, revenind cîte 7 posturi de transformare, deci 2,8 MVA, pe fiecare plecare din stație de alimentare 110/10 kV.

La fiecare stație de 110/10 kV sînt racordate cîte 28 distribuitori, totalizînd, la regim maxim, normal, 78 MVA.

. . .

Stațiile de 110/10 kV sînt echipate de cite 2 transformatoare 63 MVA, funcționînd deci normal la cea. 62% din sarcină, ceea ce este aproape de sarcina optimă din punct de vedere al pierderilor de energie. Stațiile nu au nici un fel de echipament 110 kV, interruptoarele fiind montate în stația de 220/110 kV din amonte. Cablurile de 110 kV pot intra direct în cuva transformatoarelor 110/10 kV cutia terminală a cablului confundîndu-se cu izolarele de trecere ale transformatorului. În aceste condiții stațiile 110/10 kV ocupă foarte puțin loc deci pot fi amplasate ușor în apropierea centrului de consum.

Schema de alimentare prezentată asigură gradul de continuitate în alimentare necesar, pentru majoritatea cazurilor de avarii

Astfel, în cazul avarierii unui bloc cablu 110 kV - transformator 110/10 kV se poate funcționa în continuare în următorul regim : distribuitorii se trec integral pe stațiile de transformare învecinate (pe ST1 resp. ST3 în fig. 8). În aceste condiții pe stațiile respective se încarcă cu cite 19,5 MVA în plus deci ajung la încărcare de 97,5 MVA (față de capacitate 126 MVA) iar stația avariata se descarcă cu 39 MVA deci ajunge la 39 MVA (față de capacitate de 63 MVA).

În cazul avarierii unei secțiuni de țară a unei stații 110/10 kV, stația vecină va putea prelua întreaga sarcină de 39 MVA a secțiunii respective, ajungînd la 117 MVA, față de capacitate 126 MVA.

În cazul avarierii unei plecări de distribuție dintr-o stație 110/10 kV întreaga sarcină de 5,6 MVA va putea fi preluată prin plecarea din stația vecină, cu o supraîncărcare de 4%, ce a ce

este admisibil pe durata vîrfului de sarcină.

În cazul avarierii unui transformator dintr-un post de transformare, consumatorii rămîn nealimentați pe timp de 3 ... 4 ore, cît e necesar pentru înlocuirea transformatorului.

Dacă situația consumatorilor unui post nu permite o întrerupere de durată atît de lungă (deși posibilitatea acestei avarii este numai de 1 ... 2/100 ani) se pot folosi legături de rezervă prin cabluri de 1 kV între tablourile de distribuție a posturilor de transformare învecinate. Datorită densității mari ale posturilor de transformare, un astfel de racord va fi de oca. 100 m. Folosind secțiunea de 150 mm^2 , capacitatea de transport va fi de 190 kVA pe un astfel de cablu.

Indicii economici ai soluției sînt reflectați de :

- Suprafața deservită $(1,4 \text{ km})^2 = 1,96 \text{ km}^2$
- Lungimea cablurilor 10 kV : 28 km respectiv $14,3 \text{ km/km}^2$
- Numărul de celule : 28 celule resp. 14 celule/km^2

Soluția de alimentare prezentată are și calitatea de a fi adaptabilă unor sarcini suplimentare. În acest sens există următoarele posibilități de creștere treptată a capacității de distribuție :

- Prin creșterea treptată a densității posturilor de transformare prin racordare la distribuțiile existente de la 7 - 8 posturi pe distribuitor, inițial, pînă la 14 posturi, în final.
- Prin înlocuirea transformatoarelor din posturi (inițial 250 kVA/post, în final 400 kVA/post).

Aceste două posibilități permit creșterea treptată a capacității rețelei în raportul 3,2 : 1, fără a se recurge la pozări

de noi cabluri sau alte lucrări de mare amploare. Dat fiind faptul că această soluție se preconizează să se aplice în cadrul unor zone noi de locuințe, care se construiesc pe bază de planuri de sistematizare și de dezvoltare bine precizate, se consideră că elasticitatea realizată este complet satisfăcătoare.

6.3. Consumatorii din zonele de locuit compuse din clădiri vechi, ne având încălzire centrală și nici rețea de gaze naturale se vor încadra în variantele 2^I și 7^I de consum, cu tendința de a se trece în timp integral la varianta 7^I. În aceste zone se prevede deci o creștere treptată a contribuției la vîrf pînă la 3 respectiv 4 kW și a contribuției la golul de noapte, pînă la 7,5 resp. 8,5 kW. Această creștere va crea mari dificultăți deoarece va încălca rețelele de distribuție mai vechi dimensionate pentru sarcini sub 0,5 kW și nu va apărea sistematic și în mod spontan, în funcție de diferite condiții specifice locale : dificultățile de gospodărire a combustibililor existenți, posibilități de achiziție și de instalare a unor aparate electrotermice, nivelul de cunoștințe generale și tehnice ale populației locale.

În același timp, în aceste zone mai apar următoarele restricții :

- Rețeaua stradală, în general definitivă, impune anumite trasee respectiv amplasamente obligatorii.

- Activitatea și circulația permanentă din aceste zone impune reducerea la minim a volumului și a duratei unor lucrări la rețelele publice.

Considerațiunile de mai sus conduc la necesitatea

. . .

adoptării unor soluții de rețea electrică care să se încadreze într-o rețea stradală dată, să fie ușor adaptabilă unor sarcini crescătoare neregulat în timp, în limite largi (de la 1 la 10) cu modificări constructive care să nu fie necesare mai frecvent de odată la 5 ani, să fie posibile fără perturbarea circulației publice și evident, să solicite investiții cât mai puține.

Soluția de rețea propusă pentru această categorie de consumatori se bazează pe o rețea de joasă tensiune, de tip plasă, cu cel mult două trepte de secțiuni. Buzele plasei coincid cu rețeaua stradală. Alimentația rețelei se face din posturi de transformare de mărime variabilă în gamă largă (100 ... 630 kVA) amplasate în nodurile rețelei. Capacitatea de distribuție a acestei rețele este determinată în principal de numărul și amplasamentul posturilor de transformare. Această soluție de rețea, spre deosebire de soluția anterior descrisă, este specifică consumatorilor mai mici, distribuiți liniar (în lungul arterelor principale). Sarcina electrică (A/km sau kW/km) variază în funcție de densitatea apartamentelor (nr. nivelelor de construcție, gradul de ocupare a terenurilor) și în timp, în funcție de dotarea consumatorilor, în special cu aparate electrotermice.

Limita inferioară a densității apartamentelor corespunde zonelor de case individuale, cu grădini : 50 ... 60 ap/km. Limita superioară corespunde străzilor cu case cu mai multe nivele (2..4) și cu mai multe apartamente/nivel 500 ... 600 ap/km.

Variantele considerate pentru rețeaua stradală : ochiuri dreptunghiulare cu dimensiunile (200 ... 500) x (300 ... 600)m.

Domeniul de variație a variantelor de consum : de la

. . .

0,4 ... 0,5 kW/ap (nivel mediu urban 1970) pînă la 3 ... 4 kW/ap (nivel corespunzător variantelor 2^I și 7^I). Sarcinile de 7,5 resp. 8,5 kW pe apartament nu se vor lua în considerare la calculul rețelei la ora de vîrf pentru că aceste puteri intervin la gelul de noapte. În aceste condiții se impune o verificare specială a condițiilor de funcționare a rețelei la gelul de noapte - problemă care se tratează separat.

Încărcarea rețelei se consideră uniform distribuită. Din datele de bază stabilite anterior, rezultă următorul domeniu de variație a sarcinilor :

T a b e l 6 - 3

ap/km	kW/ap	kW/km	kVA/km	A/km
60	0,5	30	33	48
60	3	180	200	290
60	4	240	267	387
600	0,5	300	330	480
600	3	1800	2000	2900
600	4	2400	2670	3870

Obs : $\cos \varphi = 0,9$

Pentru a demonstra viabilitatea soluției propuse s-a făcut verificarea comportării și optimizarea economică a rețelei în diferite etape de dezvoltare a consumului.

În fig. 9 ^{în anexă} sînt prezentate schemele de funcționare a rețelei propuse, în 6 etape distincte. Pentru simplificarea calculelor s-a considerat o rețea stradală cu ochiuri patrato de dim. siunța

...

Fiecare stradă s-a considerat echipată cu cite un circuit separat pe fiecare parte a străzii. Aceasta este configurația normală, avînd în vedere în principal considerațiunile constructive. Într-o primă etapă, această configurație poate să nu fie justificată de sarcină prea mică. Dacă apar astfel de situații, ele vor fi evidențiate prin calculul de optimizare ca etape de tranziție. Posturile de transformare sînt instalate în noduri. Ca primă etapă s-a considerat situația în care avem un post de transformare la 32 noduri respectiv la 64 a km stradă. Numărul de posturi de transformare se dublează de la o etapă la alta, ajungînd la etapa 6 la 1 post de transformare/nod respectiv la 2 a km stradă.

Se poate observa că rețeaua etapei 6 se apropie de situația limită față de rețeaua fără distribuție de joasă tensiune.

Pentru fiecare etapă în parte s-a determinat parametrii specifici ai rețelei :

D = distanța dintre două posturi de transformare vecine

l = lungimea maximă a unui circuit, de la postul de transformare, pînă la ultimul consumator

L_p = lungimea totală a străzilor alimentate de un post de transformare

N_p = numărul specific de posturi de transformare, buc/km stradă

Se menționează că pentru o rețea studiată de lungimea L vom avea N posturi de transformare unde

$$N = N_p L = \frac{L}{l} \quad \text{sau} \quad N_p = \frac{N}{L} = \frac{1}{l}$$

S-au determinat de asemenea și relațiile de calcul necesare secțiunii corespunzătoare unei căderi de tensiune maxime admise la o sarcină uniform distribuită i A/km dată. Se menționează că prin valoarea i din aceste relații s-a considerat sarcina corespunzătoare unui circuit dintr-o stradă dotată cu 2 circuite, deci numai sarcina dată de o singură parte a străzii.

Parametrii rețelei și relațiile de calcul pentru $s = f(l, i, \Delta u)$ sunt prezentate în tab. 6-4

Configurația de rețea prezentată are o infinitate de soluții de alimentare a unei zone, cu sarcină dată. Pentru a putea alege soluția optimă din punct de vedere economic respectiv pentru a putea alege treptele optime de dezvoltare a rețelei în funcție de creșterea sarcinii s-a elaborat următorul mod de procedură :

S-au fixat două criterii de calcul :

- rețeaua să necesite investiții minime
- să nu se depășească căderile de tensiune maxime admise la consumatori.

Se menționează că nu s-au aplicat criteriile de verificare la curenți maxim admisibili din p.d.v. al limitei termice și nici din p.d.v. al protecției contra tensiunilor de atingere, știind că respectarea condiției de cădere de tensiune maximă (sub 5%) asigură și respectarea celorlalte două condiții /92/.

Costul rețelei de distribuție pentru alimentarea unei zone, în configurația considerată este egală cu

$$C_R = A \cdot N + (B + C_s)L \quad (61)$$

unde :

N = numărul posturilor de transformare

A = costul aferent unui post de transformare, inclusiv
rezervul de încălzire a acestuia în rețeaua de dis-
tribuție de medie tensiune

L = lungimea străzilor alimentate

B = costul stîlpilor, consolelor, izolațiilor și restul
elementelor independente de secțiunea conductoarelor
pentru 1 km de stradă

$C.S$ = costul conductorilor pentru 1 km de stradă

S = secțiunea conductorilor

Se observă că termenul $(B + C.S)$ are valoare dublă dacă
avem câte un circuit pe fiecare parte a străzii.

În cele ce urmează aceasta va fi valoarea de referință
considerată, deoarece se calculează cu circuit separat pe fiecare
parte a străzii.

Costul specific (lei/km stradă) va fi

$$\frac{C_R}{L} = AN_0 + B + C.S \quad (62)$$

unde $N_0 = f(l)$

$S = f(l, i)$

Soluția optimă va fi obținută prin anularea derivatei :

$$\frac{d\left(\frac{C_R}{L}\right)}{dl} = A \frac{dN_0}{dl} + C \frac{dS}{dl} \quad (63)$$

Avînd în vedere că relațiile $N_0 = f(l)$ și $S = f(l, i)$

sunt diferite pentru cele 6 etape de dezvoltare ale rețelei considerate, am determinat soluția optimă pentru 3 cazuri și anume :

$$N_0 = \frac{1}{16 l} \text{ corespunzător etapei 1}$$

$$N_0 = \frac{1}{8 l} \text{ corespunzător etapei 2 și 3}$$

$$N_0 = \frac{1}{4 l} \text{ corespunzător etapelor 4, 5 și 6}$$

deoarece pentru aceste etape și relațiile $S = f(l, i)$ sunt aceleași cu excepția etapelor 2 - 3 pentru care am considerat însă ca relația comună cea corespunzătoare etapei 3, având astfel o soluție acceptabilă pentru ambele etape.

In aceste condiții, vom avea :

Pentru etapa 1 :

$$N = \frac{1}{16L} \quad s = \frac{7\rho}{4\Delta u} l^2 i \quad (64)$$

$$\frac{C_B}{L} = \frac{A}{16L} + B + C \frac{7\rho}{4\Delta u} l^2 i \quad (65)$$

$$\frac{d}{dl} \left(\frac{C_B}{L} \right) = 0 \quad \text{pt. } l = \sqrt[3]{\frac{A \Delta u}{56 C i \rho}} \quad (66)$$

Pentru etapele 2 și 3 :

$$N = \frac{1}{8L} \quad s = \frac{\rho l^2 i}{\Delta u} \quad (67)$$

$$\frac{d}{dl} \left(\frac{C_B}{L} \right) = 0 \quad \text{pt. } l = \sqrt[3]{\frac{A \Delta u}{16 C i \rho}} \quad (68)$$

Pentru etapele 4, 5 și 6 :

$$N = \frac{1}{4L} \quad s = \frac{\rho l^2 i}{2\Delta u} \quad (69)$$

$$\frac{d}{dl} \left(\frac{C_B}{L} \right) = 0 \quad \text{pt. } l = \sqrt[3]{\frac{A \Delta u}{4 C i \rho}} \quad (70)$$

Pentru aplicarea și verificarea metodei s-au făcut două exemple de calcul și anume pentru

Δ^* = 200.000 lei/post transf. (rețea n.t. aeriană și post trafo pe stîlp)

Δ^* = 300.000 lei/post transf. (rețea n.t. subterană)

C = 1000 lei/km, mm² (cu linii paralele, conductor de aluminiu 28 kg/km, mm² și 30 lei/kg

Se consideră $\Delta u = 11$ $\rho = 31$ (Aluminiu)

Calcululele și rezultatele sînt prezentate recapitulativ în tab. 6-5, 6-6 (în anexă)

Valorile obținute pentru l_{optim} trebuie rotunjite astfel :

et.2 $l = 4a = 0,8$ km

et.3 $l = 2a = 0,4$ km

et.4 $l = 2a = 0,4$ km

et.5 $l = a = 0,2$ km

et.6 $l = \frac{1}{2}a = 0,1$ km

Din tab. 6-5 se pot observa următoarele :

1. Etapa 1 se elimină de la început (dacă se consideră $i = 20$ μ /km ca valoare de pornire)

2. Etapele 2 - 3 se pot realiza în condiții raționale cu secțiunea 70 mm²Al.

3. Etapele 4, 5 și 6 se pot realiza în condiții raționale cu secțiunea de 120 mm²Al (sau 95 mm²Al)

4. Treptele de secțiune standardizate obligă la limitarea în timp a etapelor alese. În acest scop s-a întocmit tab. 6-7 ^{în anexă} care indică limitele de încărcare Δ /km admisibile la fiecare etapă.

• • •

5. Admițind dublarea sarcinii într-o primă perioadă la 7 ani, iar mai târziu la 10 ani rezultă că soluția de rețea propusă permite funcționare normală, fără intervenție de amplificare pe durate lungi, având la ... 20 între două etape iar trecerea de la o secțiune la alta nu e necesară.

În concluzie se poate afirma că soluția de rețea - plasă cu secțiuni uniforme, cu număr variabil de posturi de transformare, poate îndeplini condițiile cerute în schemele în care vor apărea consumatorii din variantele 2 și 7.

• • •

7. UNASURILE DE CĂTĂRI UNICELE DE CĂTĂRI,
LA CĂTĂRI DE CĂTĂRI DE CĂTĂRI DE CĂTĂRI
CONSUMUL DE CĂTĂRI.

Din cele expuse în capitolele anterioare se desprinde în primul rând ponderea importantă în balanța de consum pe care o vor câștiga treptat consumatorii casnici și rezultă modificările substanțiale ce vor trebui aduse rețelelor de distribuție publică pentru a putea asigura, în condiții corespunzătoare, alimentarea tuturor consumatorilor.

Dar, totodată rezultă unele aspecte importante și anume :

- Creșterea consumului de energie pe gospodărie se realizează în cadrul unui consum total de energie pe gospodărie, care prezintă o tendință de creștere limitată. Numărul mare de variante de consum respectiv diferențierile ce apar în cifrele de consum caracteristice ale diferiților consumatori reflectă în principal proporția în care consumatorii preferă energia electrică față de alte resurse.

- Alegerea soluției și a treptelor de dezvoltare a rețelei de distribuție sînt determinate de cifrele caracteristice de consum. Ori modul de evoluție în timp a acestor cifre este greu previzibil.

După cum s-a văzut, există numeroase metode de previziune a dezvoltării consumului de energie electrică. Experiența a arătat însă că ele dau rezultate valabile numai global, în medie, la

foarte mulți abonați, unele diferențieri sînt aproape imposibil de prevăzut pe termene mai lungi.

Astfel, în cartierele noi de locuit, proiectate ca ansamble mari, avînd numărul și tipul locuințelor bine determinate avînd în același timp și modul de alimentare cu căldură bine stabilit (de ex. încălzire și apă caldă prin termoficare, bucătării cu gaze), consumurile specifice de energie electrică pe apartament sînt ușor de prevăzut și, la fel, consumul total pe cartier (varianta I de consum din prezenta lucrare).

Dificultățile mari apar în cartierele vechi ale orașelor, în zonele rurale și în zonele periferice ai orașelor. În aceste zone elementele determinante ale creșterii de consum pot fi :

- Creșterea numărului de consumatori, prin apariția unor noi locuințe

- Creșterea consumului de energie electrică, prin preluarea treptată de către energie electrică a rolului altor purtători de energie.

În astfel de zone pot apărea perioade de salt spectaculos, în special ca urmare a apariției pe piață a unor aparate electrotactice în momente în care există dificultăți de consum a altor purtători de energie. Se menționează astfel instalarea unui mare număr de mașini de gătit electrice în unele localități din Banat în perioada 1967 - 1968 (cca. 1000 buc. în 2 ani) sau instalarea unui mare număr de aparate electrice de încălzit în unele localități din țara noastră în perioada 1971 - 1972 (cca. 100 MW în 2 ani).

. . .

In astfel de zone este necesară urmărirea dezvoltării
 detării cu aparate a consumatorilor, cunoașterea situației purtă-
 torilor de energie pentru încălzirea apei, spațiului și gătii
 și dirijarea vânzării aparatelor electrotermice.

Acest gen de activitate nu constituie o nouitate pe plan
 mondial, constituind de multă vreme o preocupare majoră a tuturor
 marilor unități furnizoare de energie electrică /7, 23, 27, 29,
 61, 65, 71, 72, 74/.

In Europa de Vest, în special în Germania, Austria,
 Elveția, problema cunoașterii consumatorului casnic a fost sesizată
 încă în perioada anilor 1930. Pentru acest scop s-au organiza-
 rat sisteme de evidență a puterilor instalate la consumatori și
 sisteme de înregistrare a diagramei de consum individuale.
 Volumul imens al datelor și variației lor rapide pe de o parte
 și limitele de capacitate a mijloacelor tehnice disponibile au
 condus încă la abandonarea acestor acțiuni deoarece necesitau
 eforturi umane și materiale mult prea mari față de eficiența
 economică a rezultatelor.

In perioada anilor 1960 încă problema cunoașterii și
 urmării dezvoltării consumatorilor casnici s-a repus cu o
 acuitate deosebită, datorită creșterilor de consum foarte mari
 (vezi Cap. 1). In același timp încă s-au căutat noi metode care
 să reducă necesarul de manoperă și să deranjeze cât mai puțin pe
 consumatori, apelându-se la posibilitățile oferite de teoria
 probabilităților și de dezvoltarea actuală tehnică de calcul. Se
 subliniază în acest sens activitatea EDF /71, 73/, ENEL (Italia)

MVM (R.P.U.), TVA (SUA) s.a.

In țara noastră s-au făcut numeroase încercări de introducere a activității de cunoaștere și de urmărire a consumului casnic /21/. In baza acestor încercări și a sistemelor de urmărire experimentate in alte țări, colectivul de cercetare de la ICEBERG din care face parte și autorul prezentei lucrări a elaborat un astfel de sistem care a fost experimentat in cinci întreprinderi de electricitate (IDEB, IRE Brașov, IRE Cluj, IRE Sibiu și IRE Timișoara).

Sistemul elaborat are ca scop cunoașterea de către întreprinderea furnizoare de energie a următoarelor elemente :

- Gradul de dotare a consumatorilor casnici cu diferite tipuri de aparate consumatoare de energie electrică.
- Puterile instalate respectiv absorbite de aici abonați și consumul lor de energie electrică, raportul dintre aceste mărimi și diferite variante mai frecvente.
- Contribuția de putere la vârful sistemului energetic și coeficienții de simultaneitate.
- Tendințele de dezvoltare a consumului de energie electrică și de dotare cu aparate electrice, in funcție de condițiile specifice locale.

Sistemul de urmărire propus se bazează pe două categorii de elemente primare :

- Anchetă statistică efectuată periodic la grupe de consumatori, aleși la întâmplare din anumite zone de consum in

care se presupun condiții specifice date

- Înregistrarea diagramei de consum ale grupelor de consumatori în perioada de consum de vîrf.

Ancheta statistică a fost concepută la nivel de simplificare extremă, avînd în vedere economia de muncă calificată și dorința de a deranja cît mai puțin pe abonați. Formularul de anchetă (vezi anexa 3) se completează de preferință cu răspunsuri de tip DA sau NU. Pentru completarea rubricilor în care indicarea unor puteri instalate este absolut necesară, s-a dat un tabel auxiliar cuprinzînd puterile aparatelor consumatoare de utilizare frecventă.

Grupele de abonați anchetați au fost alese astfel încît să facă parte din patru categorii distincte :

- Zone urbane, centrale, cu construcții vechi
- Zone urbane, periferice, cu construcții individuale
- Zone de construcții noi (cartiere noi de locuit, cu blocuri)
- Zone rurale.

În cadrul acestor zone s-a acordat o atenție specială ca grupele de consumatori aleși să aibe același mod de aprovizionare cu combustibili, formîndu-se grupe distincte pentru consumatori racordați la rețeaua de gaz metan, consumatori de combustibil solid, consumatori cu încălzire centrală etc.. În aceste condiții diversificarea din cadrul unei grupe este redusă, deci este posibi-

. . .

la restringerea numărului de consumatori care formează un eșantion la cca. 1 ... 2% din numărul total.

Se observă că în grupele de consumatori astfel formate se regăsesc variantele de consumatori prezentate în Cap. 3.

Ancheta se recomandă să fie făcută prin personalul care se ocupă cu citirea contoarelor care în general cunoaște pe abonați. Promptitudinea și corectitudinea completării formularelor de către abonați (sau în comun de către abonat și delegatul întreprinderii de electricitate) depinde în mare măsură de încrederea pe care o are abonatul în delegatul întreprinderii și de înțelegerea scopului anchetei.

Ancheta trebuie repetată la intervale de 3 ... 5 ani, efectuându-se, în limita posibilităților, la aceiași abonați. Cu ocazia anchetei următoare se pot constata nu numai modificările de dotare cu aparate a consumatorilor dar și modificări în ce privește numărul consumatorilor din zonă.

Prelucrarea datelor cuprinse în formulare se poate face mecanizat. În mod obișnuit, se vor urmări :

- Gradul de dotare a abonaților cu diferite aparate electrocasnice. Relația dintre acest grad de dotare și modul de alimentare cu alte forme de energie.

- Consumul anual de energie electrică pe abonat, în funcție de suprafața locuinței, numărul încăperilor, numărul membrilor de familie. La această analiză consumatorii vor fi grupați în funcție de gradul de dotare cu principalele aparate, mari consumatoare de energie.

. . .

- Tendințele de modificare a unor elemente importante, în special tendințele de înlocuire a consumului de combustibili prin energie electrică.

Inregistrarea diagramelor de consum a fost concepută de asemenea în așa fel încât numărul de puncte de măsură și numărul de diagrame să fie reduse la strictul minim necesar, avându-se în vedere economia de aparate, forțele de muncă de calificare superioară necesare instalării aparatelor și prelucrării diagramelor precum și intreruperile abonaților provocate de montarea aparatelor de măsură.

Mărimile măsurate sînt puterea activă și reactivă, absorbite de un grup de consumatori de același tip și se înregistrează continuu, sau din 15 în 15 minute, timp de 7 zile, în perioada decembrie - ianuarie.

Aparatele de măsură se instalează în posturi de transformare. Dacă toți abonații postului de transformare fac parte din aceeași categorie de consumatori (exclusiv consumatori casnici, de un anumit tip), aparatele se racordează la transformatoarele de curent ale coloanei transformatorului. Dacă această grupare este posibilă numai pe unele din circuitele de distribuție, se instalează transformatoare de curent pe circuitele respective pentru a putea realiza înregistratoarele. Alegerea postului de transformare respectiv a circuitelor de distribuție se va face în concordanță cu zonele în care se face ancheta statistică periodică a consumatorilor.

În anexa 4 se arată cele două tabele în care se cuprind

datele referitoare la măsurătorile efectuate.

Se observă că întocmirea tabelului 2 - cel care necesită cea mai mare cantitate de lucru - se poate evita dacă se folosesc aparate înregistratoare care dau datele sub formă numerică sau, mai bine, sub formă de bandă perforată în codificare potrivită prelucrării la mașini de calcul /91/.

Diagramele de consum comparate cu datele obținute prin metoda permit stabilirea condițiilor dintre caracteristicile energetice ale consumatorilor și contribuția lor la curba de sarcină a rețelei. Se menționează ca deosebit de importante : contribuția de putere (kW/abonat) și corelația acesteia cu consumul specific de energie (kWh/abonat). Unele întreprinderi furnizoare de energie, care urzăresc de mulți ani aceste elemente, au ajuns la un astfel de grad de siguranță cu privire la aceste corelații încât se prețasesc să renunțe la controlul anual prin măsurători al încărcării posturilor de transformare rămânând să o deducă prin intermediul consumului de energie al abonaților acestora. Astfel, în cadrul EDF /71/ se experimentează în prezent calculul puterii cu ajutorul unei relații, determinate pe principiu probabilistic, de tipul

$$P_v = a W + b \sqrt{W} \quad (71)$$

unde P_v = contribuția la vîrf a unui consumator

W = consumul anual de energie al unui consumator

a și b = coeficienți care se determină experimental.

. . .

Coefficienții a și b recomandați prin circulara TE733 a EDF sînt 0,00035 respectiv 0,01 cu mențiunea că utilizarea relației cu acești coeficienți trebuie făcută numai în limitele domeniului stabilit de circulară (metodă de calcul pentru căderile de tensiune în rețeaua de joasă tensiune), deci cu multă prudență.

Verificînd utilizarea relației (71) pentru variantele de consum din prezenta lucrare se poate observa că în unele cazuri (variante 1, varianta 3) puterile determinate prin relația (71) sînt aproape identice cu cele determinate de noi. În schimb sînt cazuri în care diferențele sînt mari : de exemplu la varianta 4^I puterea determinată prin relația (71) este de 2 kW/abonat, dublă față de cea găsită de noi. Explicația se află în influența aparatelor electrotactice care contribuie mult la consumul de energie fără a contribui însă la vîrf. De aceea considerăm că într-adevăr utilizarea generală a unor relații de tipul (71) nu este posibilă, fiind necesară menținerea contactului permanent cu abonații.

I N C H E I D E N T - - - - -

Concluziile prezentei lucrări vor trebui să servească pe de o parte ca orientare în dezvoltarea instalațiilor de utilizarea energiei electrice în gospodăriile casnice, pe de altă parte ca orientare pe viitor a dezvoltării rețelelor noastre de distribuție publică.

Data fiind ponderea din ce în ce mai importantă a consumului casnic în balanța națională de energie electrică - și a consumului de energie electrică în balanța consumului de energie a fiecărei gospodării casnice - rezultă importanța deosebită ce trebuie acordată soluțiilor tehnice de utilizare a energiei electrice în aceste gospodării. Într-adevăr, considerând numai posibilitatea măririi cu 5% a randamentului instalațiilor de încălzire a locuințelor, aceasta reprezintă - la nivelul anilor 1990 - 2000 - un consum anual de cca. 3 miliarde kWh, respectiv de cca. 1 milion tone combustibil convențional. Importanța deosebită a acestei contribuții, într-o perioadă în care energia trebuie din ce în ce mai bine gospodărită este evidentă.

Un aspect foarte important al problemelor ce vor apărea este însă deocamdată insuficient recunoscută și ne va crea mari dificultăți dacă nu vom lua măsurile corespunzătoare. Ne referim aici la necesitatea organizării unei urmăriri permanente a " con-

. . .

sumatorului casnic" pe parcursul dezvoltării sale. Această activitate este deosebit de importantă pentru că dezvoltarea nu va fi uniformă la toți consumatorii ci vor apare - așa cum rezultă din lucrare - diferențieri importante chiar în cadrul aceleiași localități. Ori, dezvoltarea rețelelor de distribuție va trebui să fie pregătită corespunzător condițiilor specifice locale și nu trebuie să fie surprinsă de evenimente.

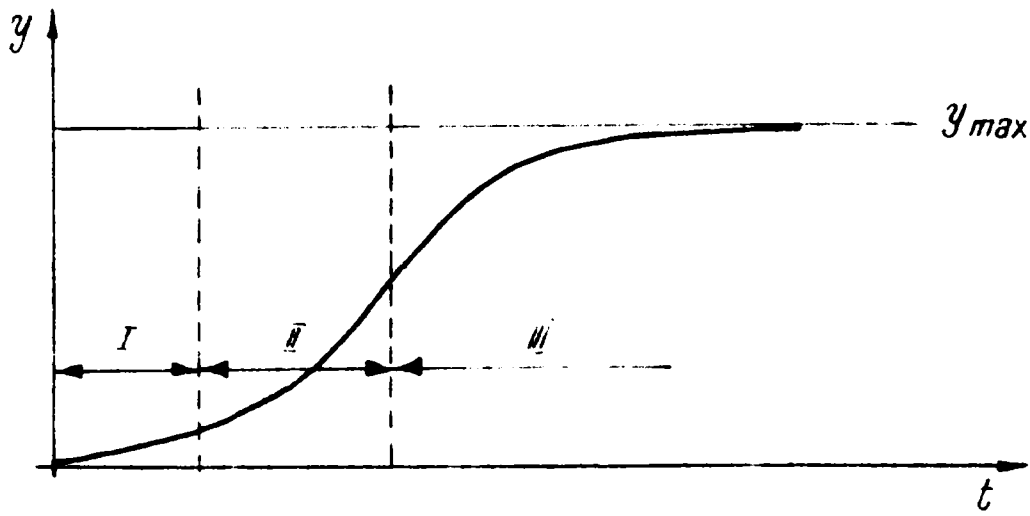


Fig. 1 Reprezentarea grafică a funcției $y = \frac{y_{max}}{1 + b \cdot 10^{-\alpha t}}$

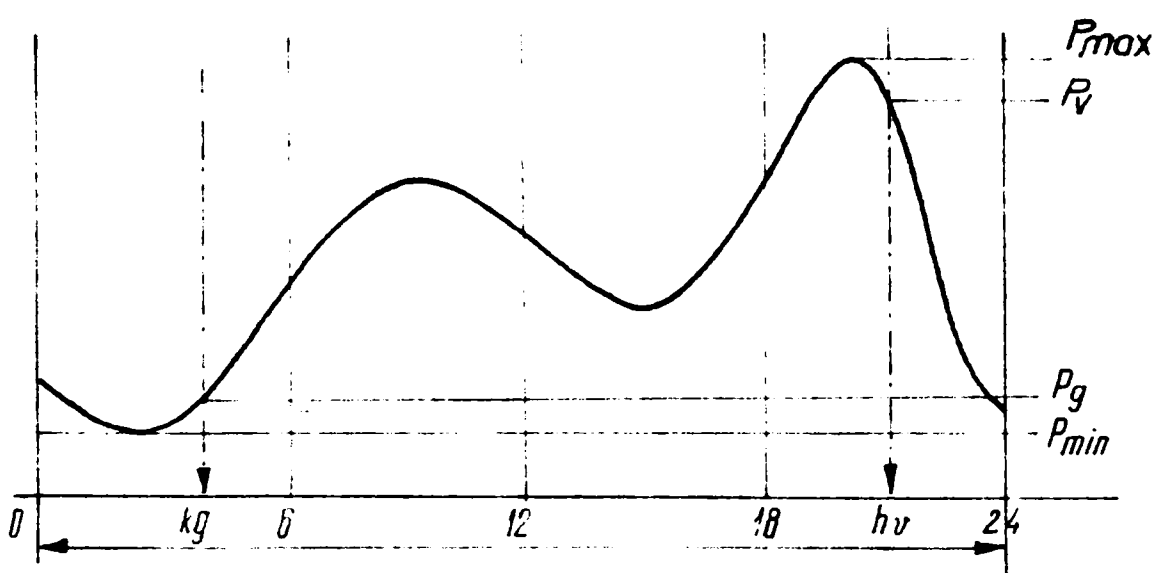


Fig. 2 Curbă de sarcină zilnică a unui consumator casnic

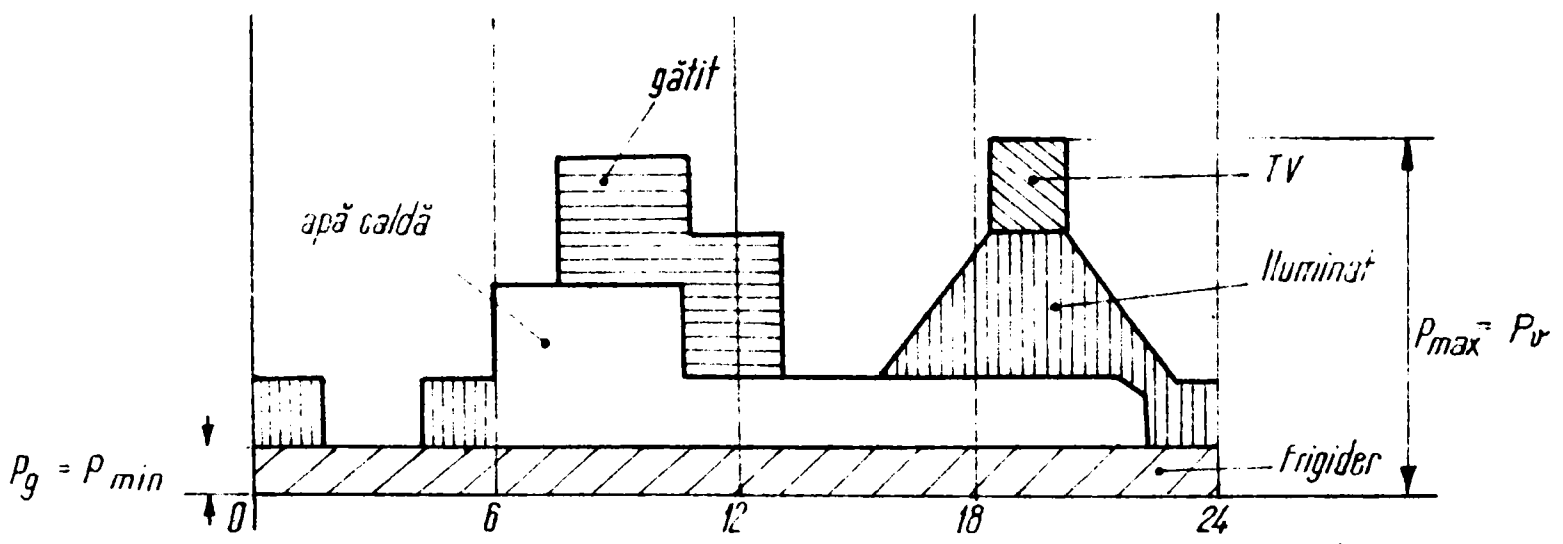


Fig. 3 Curbă de sarcină sintetică obținută din însumarea consumurilor elementare

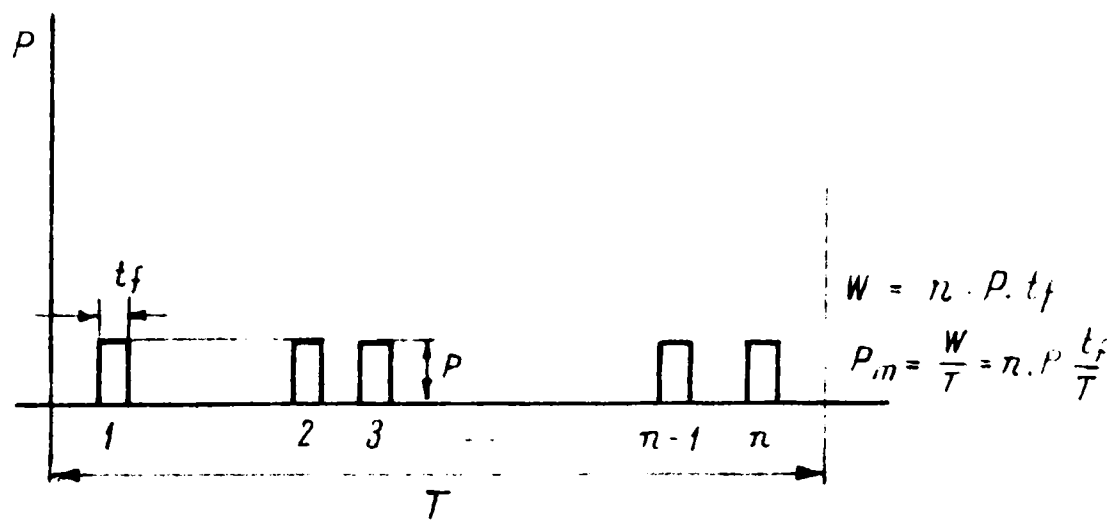


Fig. 4

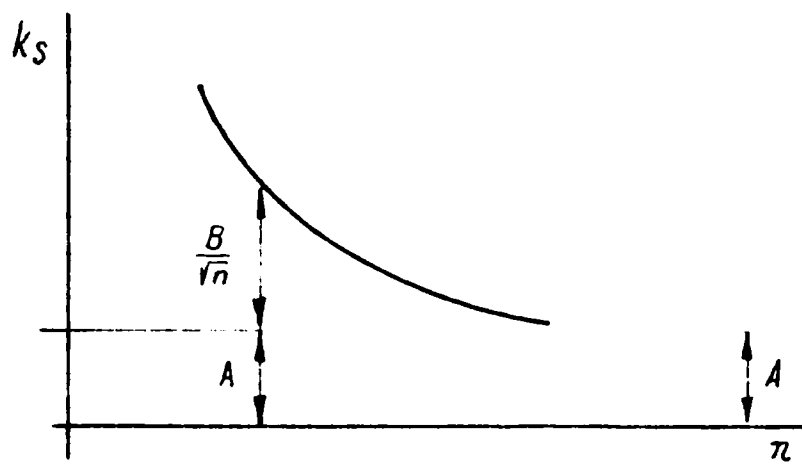


Fig. 5

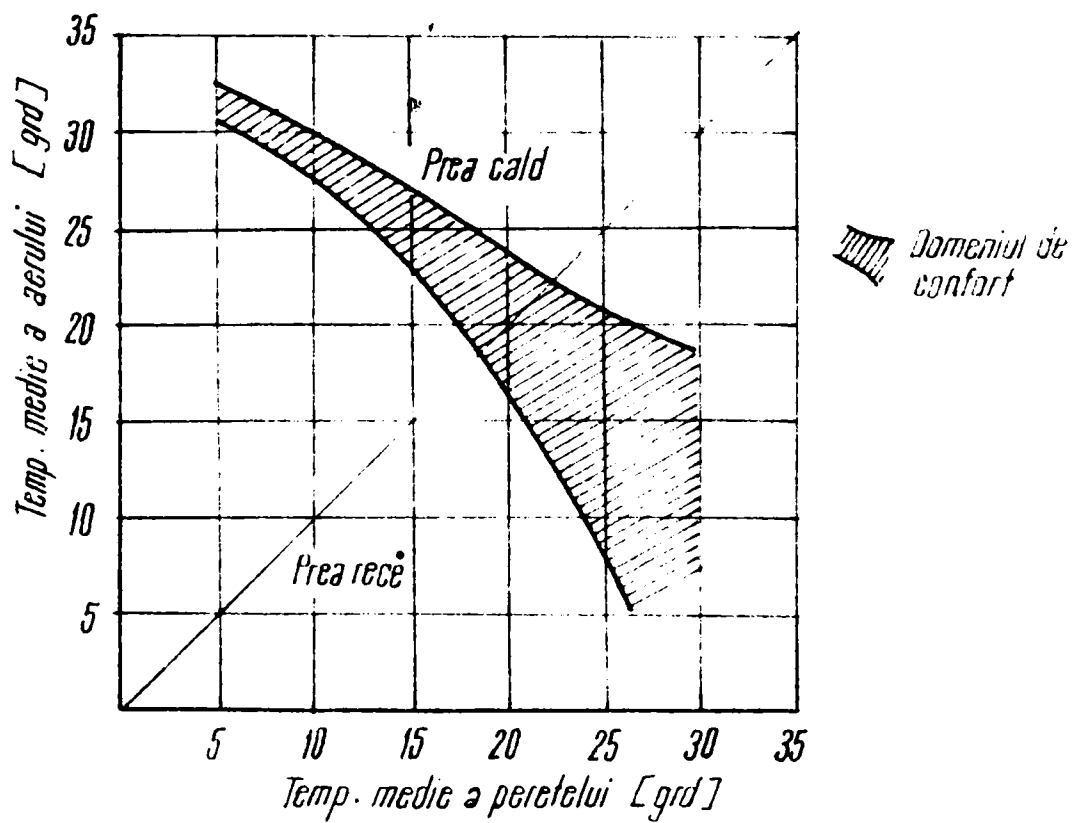


Fig. 7 influența temperaturii medii a aerului și a pereților camerei asupra senzației de confort.

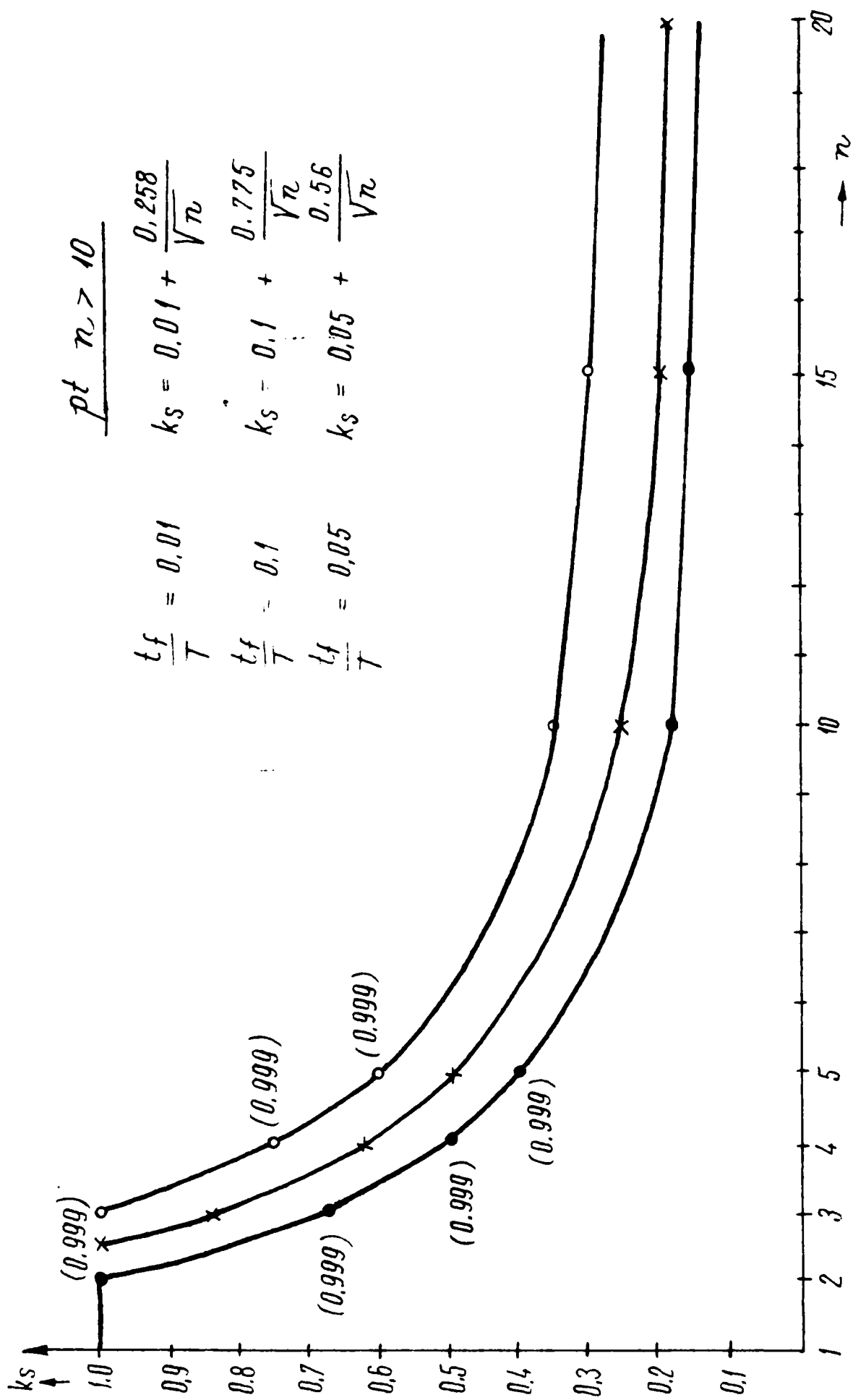
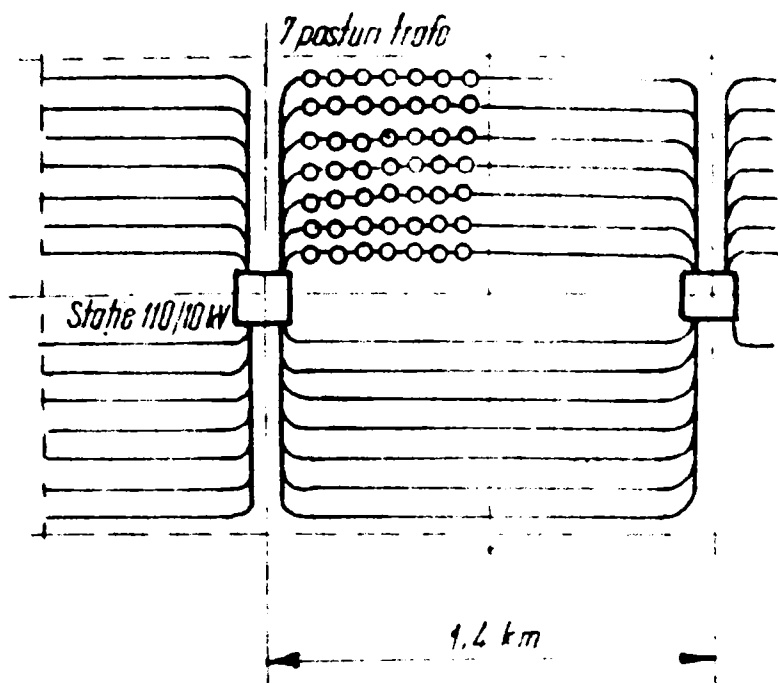
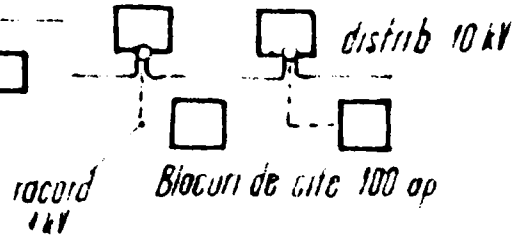
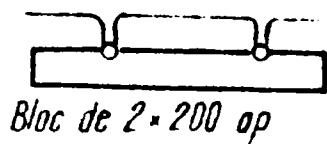
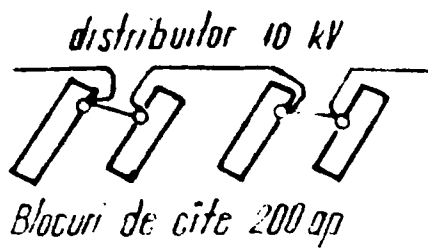


Fig. 6



DISTRIBUITOR 10 kV, 185 AL, capac 5.4 MVA

Funct normală 7 PT, cu 400 kVA
1.3.4 2.8 MVA

Funct în caz de defect pe distrib vecin:

14.0.4 = 5.6 MVA

suprasarcină 1.04

acceptabili pt. 2 ore

STATIE 110 / 10 kV 2 * 63 MVA

Functia normală

• 28 distribuitori = 28 * 2.8 = 78 MVA

Functie în caz de defect pe 1
cablu sau 1 trafo 110 kV din ST 2

4 distribuitori trec pe ST 1 = 11 MVA

4 distribuitori trec pe ST 3 = 11 MVA

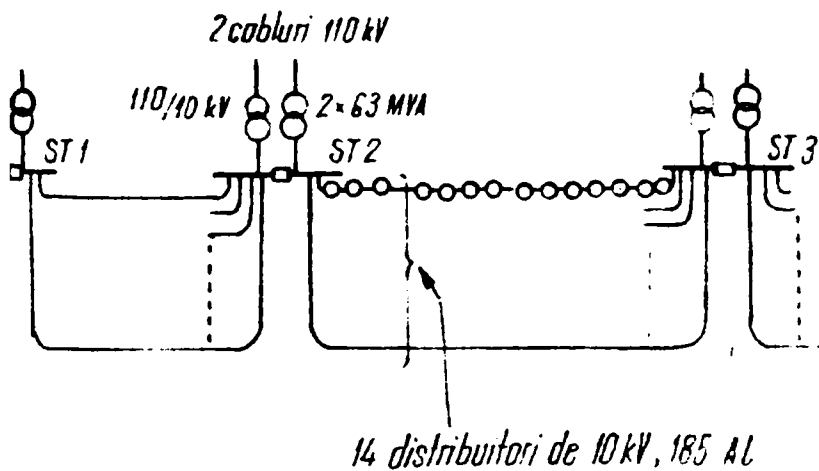
Total 22.0

Rest 56 MVA

Funct în caz de defect pe 1 bara
10 kV din ST 2

14 distrib. pe ST 1 = 39 MVA

Sarcină totală pe ST 1 = 78 + 33 = 111 MVA



INDICI : Suprafață deservită de o stație : $(1.4)^2 = 1.96 \text{ km}^2$

Nr. posturi trafu : 4.49 = 196 PT

Lungime cabluri : 4.7. 1.05 = 28 km

196 PT / 1.96 $\text{km}^2 = 100 \text{ PT} / \text{km}^2$

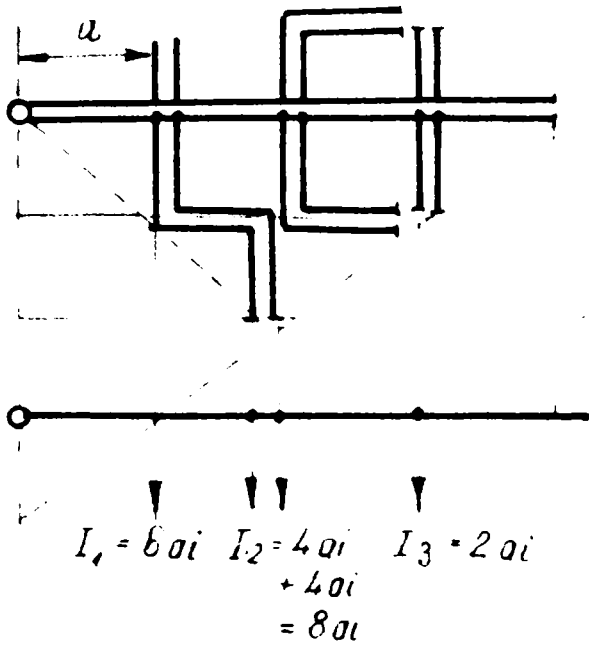
28 km cablu / 1.96 $\text{km}^2 = 14.3 \text{ km} / \text{km}^2$

1 ST / 1.96 = 0.51 ST / km^2

28 celule / 1.96 = 14 celule / km^2

Fig. 8 Rețea distribuție 10 kV

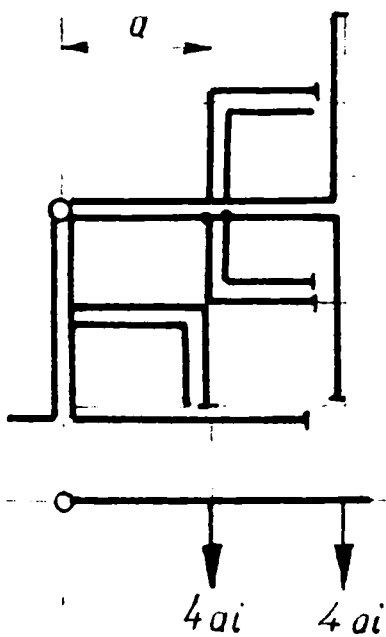
Etapa 1



$$\Delta u = 6a^2ir + 2 \cdot 8a^2ir + 3 \cdot 2a^2ir = 28a^2ir = 28a^2ip/s$$

$$S = \frac{29 a^2 p i}{\Delta u}$$

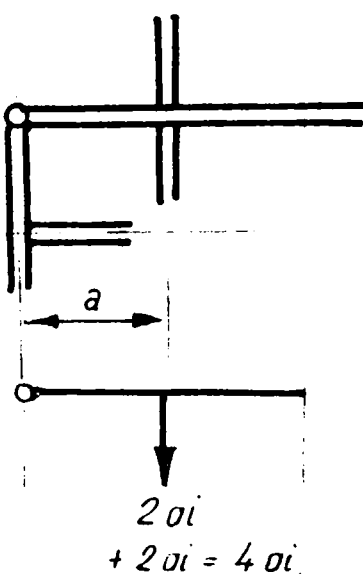
Etapa 2



$$\Delta u = 4a^2ir + 2 \cdot 4a^2ir = 12a^2ir = 12a^2ip/s$$

$$S = \frac{12 a^2 p i}{\Delta u}$$

Etapa 3

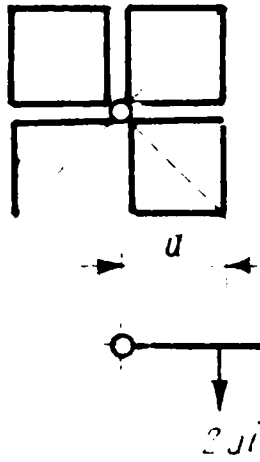


$$\Delta u = 4a^2ir = 4a^2ip/s$$

$$S = \frac{4 a^2 p i}{\Delta u}$$

Fig. 9 Demonstrația relațiilor de calcul pentru fiecare etapă.

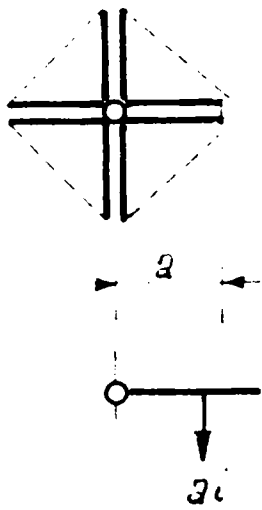
Etapa 4



$$\Delta u = 2a^2 i r = 2a^2 i \rho / s$$

$$S = \frac{2a^2 \rho i}{\Delta u}$$

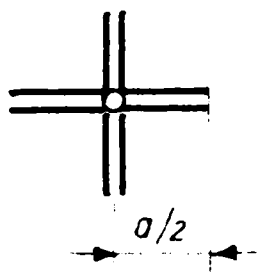
Etapa 5



$$\Delta u = \frac{1}{2} a^2 i r = \frac{1}{2} a^2 i \rho / s$$

$$S = \frac{a^2 \rho i}{\Delta u}$$

Etapa 6



$$S = \frac{a^2 \rho i}{8 \Delta u}$$

T a b e l 1 - 1.

Evoluția dotării gospodăriilor cu unele aparate
electrocasnice (nr. aparate la 100 abonați) /10/

T a r a	Mașini de șălit		Boilere electr.		Frigidere		Mașini de spălat		Aparate TV	
	1963	1968	1963	1968	1963	1968	1963	1968	1963	1968
R F G	47	59	19	25,4	59	83	41	66	42	69
Austria	29,4	32,9	16,9	25,4	30,3	46,7	14,9	24,8	20,3	44,5
Belgia	10	12,9	6	11,2	33	56,9	67,0	71,3	38,4	57,4
Danemarca	25	30 ^{x)}	-	-	59	90	17	31	67	85
Finlanda	35	56			44	70	42	58	38	67
Franta	5,2	5,6	10,7	17	44	69	34	47,9	34	60,8
Regatul Unit	35 ^{xx}	38,6	48 ^{xx}	57,4	42 ^{xx}	53,6	53 ^{xx}	63,5	87 ^{xx}	91,5
Polonia					7	22	52	66	20,7	42,0
RP Ungară	-	-	1,9 ^{xx}	3,3	4,6	23,2	34,2	60,5	21,8	43,2
Irlanda	20,9	26,5	16,8	19,2	13,4	16,5	24,2	-	36,9	57,8
Italia	5,5	12,6	13	28,2	37,4	71,9	14,3	41,8	31,4	63,5
Olanda	11,6	12,4 ^{xxx}	11,3	18,6	22	31	46,7	81	60,0	76
Suedia	70	88 ^x			77	93	29	39	66	83
Elveția	62	67,7	53	-	74,5	81,3	24	27,6	22	52,7
S U A	39,3	49,9	19,9	27,8	98,3	99,9	72,1	94,8	93,4	98,5

x) - 1967

xx) - 1965

xxx) - 1966

T a b e l 3 - 1.

Variantele posibile de asigurare a necesarului
total de energie

Var.	w_{es}	w_{eg}	w_{cl}	w_{es}	w_{ed}	w_e
1	w_1+w_2	w_3				$w'_e=w_4+w_5+w_6$
2		w_3	w_1+w_2			w'_e
3		w_3+w_4	w_1			w'_e
4		w_3		w_1+w_2		w'_e
5		w_3+w_2		w_1		w'_e
6		w_3			w_1+w_2	w'_e
7		w_3+w_2			w_1	w'_e
8		$w_1+w_2+w_3$				w'_e
9			w_3	w_1+w_2		w'_e
10			w_3+w_2	w_1		w'_e
11			w_3		w_1+w_2	w'_e
12			w_3+w_2		w_1	w'_e
13			$w_1+w_2+w_3$			w'_e
14				$w_1+w_2+w_3$		w'_e
15					$w_1+w_2+w_3$	w'_e
16	w_1+w_2					$w_3+w'_e$
17		w_3				$w_1+w_2+w'_e$
18		w_3+w_2				$w_1+w'_e$
19			w_3			$w_1+w_2+w'_e$
20			w_3+w_2			$w_1+w'_e$
21			w_1			$w_2+w_3+w'_e$
22				w_1+w_2		$w_3+w'_e$
23				w_1		$w_2+w_3+w'_e$
24					w_1+w_2	$w_3+w'_e$
25					w_1	$w_2+w_3+w'_e$
26						w_1+w_2 $w_3+w'_e$
27						$w_2+w'_e$

T a b e l 3 - 2.

Necesarul total de energie pentru uz casnic
și elementele sale principale

a. Valori medii

	RFG		RGR		Austria		Franta
	1960	1970	1969	1970	1980	1967	1965
w_1	83,52	86,5	70	73	72,82	66	66,5
w_2	9,4	8,3		12,5	13,00		13,4
w_3	5,3	3,7		11,0	10,00		11,3
w'_e	1,8	1,5		3,5	4,2		8,95
w $\frac{\text{kWh}}{\text{G.an}}$	17,3	26,2	18	10	16,3	12,2 ^{x)}	13,7
Bibl.	/26/		/27/		/22/	/24/	/7/

x)-pentru case alimentate
exclusiv electric

b. Valori individuale (măsurate)

	Franta kWh/an		Elveția	Obs.
w_1	6000 ... 8250	80%...72%	11800	65%
w_2)				
w_3 (1200 ... 5000		2350	Pausal
w'_e (
w	7500 ... 11400		18150	51 kWh/m ³ an
$G \text{ m}^2$	94	119	89	
$G \text{ m}^3$	0,72 ... 0,95			
	/32/		/38/	

Tabel 3-3.

Valori ale coeficientului α

	Franta $\alpha/m^3 \text{ grad}$	Franta $\alpha/m^3 \text{ grad}$	RFG $\alpha/m^3 \text{ grad}$	RSR
Instalație normală	1,55	-	1,3...2,5	
Clădiri noi				0,46...1,05
Isolație întărită	0,88	0,73...1	0,88...1,5	
Clădiri vechi				0,3... 0,64
	/33/	/32/	/35/	/36/

Tabel 3-4.

Temperatura "de confort" și "grad-zile"

	Franta	Germania	Austria	RSR
Temperatura "de confort"	20	20	20	20
Grad-zile(alt.0-100)	1200..2700	3000..3400	3100	2800..3000
(alt.1000-2000)		3600		3600 4300
	/34/	/35/	/36/	/36/
		/36/		

Tabel 3-5.

Valori ale necesarului de energie w_1/V și w_1

Bibl.	V m^3	100	200	300
/35/	α m^2 (h=2,5)	40	80	120
	w_1/V kWh/ m^3 an	45... 75	35...50	31...42
	w_1 kWh/an	4500 - 7500	7000...10000	9300..12600
/37/	α m^2		76	
	w_1 kWh/an		6600...16100	
/38/	α m^2		89	
	w_1 kWh/an		11800	
/24/	w_1 kWh/an	(loc.medie din Austria) 8000		

T a b e l 3 - 6.

Numărul mediu de camere încălzite, din locuințe
 într-o zi de iarnă, în funcție de sistemul de încăl-
 zire /27/

	pl.:ă la ora 12	intre ora 12-17	intre ora 17-22	după ora 22
Sobe cu cărbune	131	133	127	22
Sobe cu gaz	149	181	179	26
Încălzire centrală "de etaj"	286	311	320	99
Încălzire centrală de bloc	303	302	319	158

T a b e l 3 - 7.

Consumuri anuale de căldură, comparate în funcție
 de sursa de energie, sistem de încălzire și tipul
 locuinței

Energie	Încălzire	Tipul locuințelor	kWh/m ² an
Motorină	Centrală	Bloc	270
	Centrală	Individuală	260
Cărbune	Centrală	Bloc	236
	Centrală	Individuală	304
	Sobe	Bloc	204
G a z	Sobe	Bloc	125
	Central	Individual	230
Electrică	Acum.centr.	Individual xx	170
	Acum.indiv.	Individual xxx	112
	Directă	Individual xxx	110
	Mixtă	Bloc xxx	90 ...120

xx - Izol.obisnuită xxx Izol. specială

T a b e l 3 - 8.

Date orientative cu privire la puterea necesară
climatizării unor încăperi

După /35/ : instalații înglobate în ferestre

P abs	Q_T	Volumul încăperii
kW	kcal/h	m^3
0,80	2200	50 ... 120
1,000	2400	100 ... 150
1,30	3300	120 ... 200
2,0	5000	180 ... 300

După /42/ : instalații înglobate în pereți sau ferestre

P abs	Q_T	Volumul încăperii
0,83	1300	50 ... 80
1,36	2500	70 ... 110
2,37	3750	100 ... 175
2,6	5000	125 ... 225

T a b e l 3 - 9.

Date referitoare la consumul de energie
pentru prepararea hranei.

Sursa din literatură	Consum pe gospodărie	Consum pe persoană	Consum pe gosp.de 3,5 persoane
	kWh/an	kWh/pers.an	kWh/an
/25/	600		
/27/	1250		
/28/	550 ... 600		
/29/		300	1150
/30/	1225		
/32/	1100		
/40/		575 ... 1150	2000...4000
/17/		375	1300
/49/	x) 1100		

x) - 4 persoane/familie

Puteri unitare și consumuri anuale de energie pentru diferite aparate de uz casnic

Denumirea aparaturii	/20/		/28/		/29/		/30/		/31/		/25/		/32/		
	W	kWh/an	kWh/an	W	kWh/an	h/an	W	kWh/an	kWh/an	W	kWh/an	W	kWh/an	W	kWh/an
		1970	prognoză									1969-80			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
R a d i o	60	60	80	71	35	485	80	90	-	-	-	-	-	-	-
T.V.	160	200	300-460	172	160	920	255	325	-	200	200-400	200	-	-	-
Frigider	85-140	300	400	140	325	2480	220	420	250	90	100-300	90	250	100-300	350
Congelator	(300)	700	900				300	860	650	365					
Mașini de spălat	340-2350	250	250	268	29	109	355	60	250-65	250	2000-3500	250	2000-3500	300	300
Centrifugă rufe		20													
Mașini de gătire	2000-2800 (5600)	550-600	1000		300	185	11610	1225		600	7000-9500	600	7000-9500	1100	1100
Boiler pentru apă	1900	200											1080-1300	2000	2000
Idem		1000	3000					3950							
Radiator mobil	500-2000	100					2875	120							
Sobă cu acu- mulare		9000	16000												
Mașină de spălat vase	299-3600	350													
Fier de	450-1000	40		390	96	246	1035	130							

• • • •

Mașină de călcat	80																			
Aspirator praf	360-500	20	410	53	130	505	40	25												300-700
Mașină bărb.	30	2				15	2													
Mixer		10				130	10													
Ap. prăjit pîine	450	10				1095	35													
Ap. măcinat res- turi menajere	100	650																		
Pernă electr.	60	5				60	9													
Maș. pt. cafea	300					855	85													
Iluminat		90-125	300	310	1005															150-400
Radiator cu ventilator	2000		950	37	38															
Tigăie electrică	300-400					1150	180													
Reșou	300-2000					1240	100													
Maș. bucătărie (Robot)	150-250																			1500-2000
Ventilator	30																			
Uscător păr	300-400																			
Uscător rufe		1000																		

T a b e l 4 - 2.

**Creșterea puterii instalate în încălzire
electrică, în intervalul 1965 - 1968**

/12/, /39/

T a r a	Putere instalată în instalații de încălzire (MW)	
	la 31.12.65	la 31.12.68
Norvegia	1800	2000
Austria	340	450
Scotia	1663	2260
Irlanda	330	540
Franța	818	1465
Sveția	24	44
Belgia	75	158
R F G	1500	4000
Suedia	275	1270
Finlanda	14	228
A n g l i a	3592	9787

T a b e l 4 - 3.

Evoluția dotării gospodăriilor cu instalații
electrice de încălzire a locuințelor

/11,12,13,14,15/

T a r a	Anul	Nr. locuințe		Cons. casnic		Putere instalată pentru încălzire
		Total	Încalz. electr.	Total	Pentru încalz. locuint.	
		10 ⁶	10 ⁶	TWh/ an	TWh/ an	kW
S U A	1965	61	3	280	50	
	1970	62	6	440	110	
	1980	80	15-19	970	320	
R F G	1965	21	0,12		1,2	1500
	1970	22,5	0,70		7,6	8000
	1980	23,9	2,5		25	25000
Franța	1965		0,1		0,7	818
	1970		0,27		1,5	1668
	1980	

T a b e l 4 - 4.

Repartiția resurselor energetice utilizate pentru
incalzire în R. S. A. - 1969 /1/

Cărbune	10^3 to	2050	10^3 Gcal	7200	%	19,3
Lemn	10^3 to	2450	10^3 Gcal	7350		19,8
Combust. lichid	10^3 to	360	10^3 Gcal	3500		9,4
Combust. gaze	m^3	1250	10^3 Gcal	10000		26,8
Distrib. publică			10^3 Gcal	3300		8,9
Deșeurile agricole			10^3 Gcal	5600		15,0
Energie electrică	10^6 kWh	345	10^3 Gcal	300		0,8
TOTAL :				37250		100,0

T a b e l 5 - 1

Caracteristicile principale de consum ale
variantelor de "consumator casnic".

Varianta de consumator	Wan kW/V an	P _i kW	Contribuția la putere							
			La nivelul contoru- lui locuinței				la nivelul postului de transformare			
			P _{v1}	P _{vs}	P _{gs}	P _{gn}	P _{vc}	P _{vs}	P _{gs}	P _{gn}
(w ₀ ⁱ)	1550	4,045	1,26	1,61	1,01	0,15	0,57	0,92	0,32	0,15
(w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱ)	8050	11,045	3,26	3,61	3,01	7,15	2,67	2,92	2,32	7,15
(w ₀ ⁱ +w ₀ ⁱⁱ)	6000	11,045	1,26	1,61	4,01	7,15	0,57	0,92	3,32	7,15
II (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ)	5350	7,045	4,26	4,61	4,01	3,15	3,57	3,92	3,32	3,15
(w ₀ ⁱ +w ₂)	2550	7,445	4,66	2,41	4,41	0,15	1,67	1,17	1,42	0,15
(w ₀ ⁱ +w ₃)	4050	5,045	1,26	1,61	1,01	1,15	0,57	0,92	0,32	1,15
(w ₀ ⁱ +w ₃ ⁱⁱ)	3550	14,045	11,26	11,61	11,01	-	1,97	1,92	1,32	0,15
(w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱ +w ₂)	5050	14,445	6,66	4,41	6,41	7,15	3,67	3,17	3,42	7,15
(w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂)	7000	14,445	4,66	2,41	7,41	7,15	1,67	1,17	4,42	7,15
III (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂)	6350	10,445	7,66	5,41	7,41	3,15	4,67	4,17	4,42	3,15
(w ₀ ⁱ +w ₂ +w ₃)	5050	8,445	4,66	2,41	4,41	1,15	1,67	1,17	1,42	1,15
(w ₀ ⁱ +w ₂ +w ₃ ⁱⁱ)	4550	17,445	14,66	12,41	14,41	0,15	2,67	2,17	2,42	0,15
(w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱ +w ₂ +w ₃)	11550	15,445	6,66	4,41	6,41	8,15	3,67	3,17	3,42	6,15
II (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂ +w ₃)	9500	15,445	4,66	2,41	7,41	3,15	1,67	1,17	4,42	8,15
III (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂ +w ₃)	8850	11,445	7,66	5,41	7,41	4,15	4,67	4,17	4,42	4,15
IV (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱ +w ₂ +w ₃)	11050	24,445	16,66	14,41	16,41	7,15	4,67	4,17	4,42	7,15
V (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂ +w ₃)	9000	24,445	14,66	12,41	17,41	7,15	2,67	2,17	5,42	7,15
VI (w ₀ ⁱ +w ₁ ⁱⁱ +w ₂ +w ₃)	8350	20,445	17,66	15,41	17,41	3,15	5,67	5,17	5,42	3,15

T a b e l 3 - 3.

Varianta de consumatori	P_{vs}	P_{ga}	Puterea considera- tă în calculul re- țelei.	
			la vîrf de seară	la gol de noapte
1	0,72	0,15	1	-
2 ^I	2,92	7,15	3	7,5
2 ^{II}	0,92	7,15	1	7,5
2 ^{III}	3,92	3,15	4	-
3	1,17	0,15	2	-
4 ^I	0,92	1,15	1	-
4 ^{II}	1,92	0,15	2	-
5 ^I	3,17	7,15	4	7,5
5 ^{II}	1,17	7,15	2	7,5
5 ^{III}	4,17	4,42	5	-
6 ^I	1,17	1,15	2	-
6 ^{II}	2,17	0,15	3	-
7 ^I	3,17	8,15	4	8,5
7 ^{II}	1,17	8,15	2	8,5
7 ^{III}	4,17	4,15	5	-
7 ^{IV}	4,17	7,15	5	7,5
7 ^V	2,17	7,15	3	7,5
7 ^{VI}	5,17	3,15	6	-

T a b e l 6 - 4.

Parametrii rețelei plasă și relațiile de calcul

et	D	l	L_p	$N_p \frac{1}{L_p}$	$\frac{S}{\Delta u}$ (dublu circuit)	$\frac{S}{\Delta u}$ (simplu circuit)
1	$4a\sqrt{2}$	$4a$	$16l$	$\frac{1}{16l}$	$\frac{7\rho}{4\Delta u} l^2 i$	$\frac{7\rho}{2\Delta u} l^2 i$
2	$4a$	$4a$	$8l$	$\frac{1}{8l}$	$\frac{3\rho}{4\Delta u} l^2 i$	$\frac{3\rho}{2\Delta u} l^2 i$
3	$2a\sqrt{2}$	$2a$	$8l$	$\frac{1}{8l}$	$\frac{\rho}{\Delta u} l^2 i$	$\frac{2\rho}{\Delta u} l^2 i$
4	$2a$	$2a$	$4l$	$\frac{1}{4l}$	$\frac{\rho}{2\Delta u} l^2 i$	nu exista
5	$a\sqrt{2}$	a	$4l$	$\frac{1}{4l}$	$\frac{\rho}{2\Delta u} l^2 i$	$\frac{\rho}{\Delta u} l^2 i$
6	a	$\frac{a}{2}$	$4l$	$\frac{1}{4l}$	$\frac{\rho}{2\Delta u} l^2 i$	$\frac{\rho}{\Delta u} l^2 i$

Notații folosite :

i = sarcină A/km

a = lungimea medie a unei străzi (între două încrucișări)

l = lungimea maximă a unui circuit de la PR la capăt de linie

L_p = lungimea totală a circuitelor pe un post de transformare

N_p = nr. posturilor de transformare/km circuit deservit = $\frac{1}{L_p}$

D = distanța între două PR învecinate

Obs : Pentru o rețea de lungime L , nr. de posturi de transformare

$$n = N_p L = \frac{L}{L_p} \quad \text{sau} \quad n_p = \frac{L}{L} = \frac{1}{L_p}$$

Tabel 6-5.

parametrii optimi, calculați pentru rețeaua - pasă

la $A^0 = 200.000$ $C = 1000$										
i	$\sqrt[3]{i}$	et. 2 și 3				et. 4, 5 și 6				
		$1 = \frac{1,64}{\sqrt[3]{i}}$	$\frac{0,6}{pa}$	1	$1,8 = 2,1 \cdot 1^2$	$1 = \frac{2,6}{\sqrt[3]{i}}$	$\frac{0,6}{pa}$	1	$0 = 1,4 \cdot 1$	
20	2,7	0,61	2	0,8	36	0,96 xx	-	-	-	
50	3,7	0,44	3	0,4	22	0,705 x	-	-	-	
100	4,65	0,35	3	0,4	44	0,56	-	-	-	
500	7,95	0,206 x	-	-	-	0,33	4	0,4	110	
1000	10	-	-	-	-	0,26	5	0,2	56	
2000	12,6	-	-	-	-	0,21	5	0,2	112	

la $A^0 = 300.000$ $C = 1000$										
$1,88/\sqrt[3]{i}$						$2,06/\sqrt[3]{i}$				
20	2,7	0,7	2	0,8	36	1,1 xx	-	-	-	
50	3,7	0,51	3	0,4	22	0,8 xx	-	-	-	
100	4,65	0,4	3	0,4	44	0,63 xx	-	-	-	
500	7,95	0,235 x	-	-	-	0,37	4	0,4	110	
1000	10	-	-	-	-	0,296	5	0,2	56	
2000	12,6	-	-	-	-	0,25	5	0,2	112	

Obs : x - nerealizabil in etapa 3

xx - nerealizabil in etapa 4

T a b e l 6 - 6.

Verificarea curenților admisibili, pe etape

etapa	l	S=f(i)	Curent admisibil maxim $i = f(S)$ A/km				
			95	90	70	95	120
2	0,8	1,8 i	19,5	27,8	39	53	67
3	0,4	0,45 i	78	112	155	210	266
4	0,4	0,225 i	155	222	312	420	540
5	0,2	0,056 i	620	895	1250	1700	2140
6	0,1	0,014 i	2500	3500	5000	6800	-

T a b e l 6 - 7.

Corelarea dezvoltării rețelei - plasă cu creșterea sarcinii

Anul	i A/km	S = 70 mm ² coresp. etapei	Anul	i A/km	S=95 mm ² coresp. etapei	S=120 mm ² coresp. etapei
0	20	2	0	200	4	4
7	40	3	10	400		
15	80	3	20	800	5	
25	160					5
35	320	4	30	1600		

A n e x a 1.

Calculul necesarului de energie electrică și a costului încălzirii în diferite variante

1. Date de bază

Suprafața locuinței : 50 m²

Înălțimea camerelor : 3 m

Volumul locuinței : 150 m³

Necesar de căldură anual la 3000 zile grad

izol. întărită, $G=0,6$ k/m³grad : 6500 kWh/an

izol. normală $G=1$ k/m³grad : 10800 kWh/an

Necesar de căldură, în ziua cea mai rece (la $\Delta t = 40$ grad)

izol. întărită $G=0,6$: 86 kWh/zi

izol. normală $G=1$: 144 kWh/zi

Număr de zile în perioada de încălzire : 180 zile/an

Temperatura medie : + 3 grad

Temperatura minimă : -18 grad

2. Datele de consum în cazul încălzirii electrice cu acumulare

Durata acumulării : 8 ore

Puterea necesară la $G=0,6$ $P = \frac{86}{8} = 10,8$ kW

$G=1$ $P = \frac{144}{8} = 18$ kW

$P_{vd} = 0$ $P_{cz} = 0$

$P_{vs} = 0$ $P_{an} = 10,8$ resp. 18 kW

Costul anual, cu tarif 0,2 lei/kWh :

la $G = 0,6$ 1300 lei/an

$G = 1$ 2160 lei/an

...

3. Datele de consum, în cazul încălzirii electrice cu acumulare parțială

Incalzire permanentă, directă

$$\begin{array}{lll} \text{la } \sigma = 0,6 & P_{\text{dir}} = 2 \text{ kW} & W_{\text{dir}} = 48 \text{ kWh/zi} \\ \sigma = 1 & P_{\text{dir}} = 3 \text{ kW} & W_{\text{dir}} = 72 \text{ kWh/zi} \end{array}$$

Incalzire cu acumulare

$$\begin{array}{lll} \text{la } G = 0,6 & W_{\text{ac}} = 86 - 48 = 38 \text{ kWh/zi} & r_{\text{ac}} = \frac{38}{8} = 4,7 \\ G = 1 & W_{\text{ac}} = 144 - 72 = 72 \text{ kWh/zi} & r_{\text{ac}} = \frac{72}{8} = 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{la } G = 0,6 & P_{\text{vd}} = 2 & P_{\text{gz}} = 2 & \text{la } G = 1 & P_{\text{vd}} = 3 & P_{\text{gz}} = 3 \\ & P_{\text{vs}} = 2 & P_{\text{gn}} = 6,7 & & P_{\text{vs}} = 3 & P_{\text{gn}} = 9 \end{array}$$

Costul anual (la tarif de 0,2 lei/kWh noaptea

0,35 " in rest)

Se consideră că în 150 din cele 180 zile de încălzire, încălzirea cu acumulare este suficientă și numai în 30 zile se necesită apel la încălzire directă.

În consecință vom avea :

$$\begin{array}{llll} \text{la } G=0,6 & W_{\text{dir}} = 2 \cdot 30 \cdot 16 = 960 \text{ kWh/an} & \text{resp.} & 335 \text{ lei} \\ & W_{\text{ac}} = 6500 - 960 = 5540 \text{ kWh/an} & & \underline{1180 \text{ lei}} \\ & \text{Total :} & & 1515 \text{ lei/an} \\ \\ \text{la } G=1 & W_{\text{dir}} = 3 \cdot 30 \cdot 16 = 1440 \text{ kWh/an} & \text{resp.} & 500 \text{ lei} \\ & W_{\text{ac}} = 10800 - 1440 = 9360 \text{ kWh/an} & & \underline{1872 \text{ lei}} \\ & \text{Total :} & & 2372 \text{ lei/an} \end{array}$$

4. Date de consum în cazul încălzirii electrice cu acumulare în planșeu (pereți)

Prin încălzirea planșeului (pereților) temperatura

...

camerei se poate reduce de la 22 grad la 19 grad. Rezultă o economie de energie de 16 %

$$\left(\frac{22 - 19}{22 - 3} \cdot 100 = \frac{3}{19} \cdot 100 = 16 \% \right)$$

pentru $G = 0,6$ $W_{an} = 0,84 \cdot 6500 = 5450 \text{ kWh/an}$

$G = 1$ $W_{an} = 0,84 \cdot 10800 = 9000 \text{ kWh/an}$

In ziua cea mai rece $W_{zi} = 72 \text{ kWh/zi}$

$W_{zi} = 120 \text{ kWh/zi}$

Se consideră un regim de felul următor :

$G = 0,6$

- Incalzire directa	5 h/zi	3 kW	15 kWh
- Incalzire cu acumulare	8 h/zi	7 kW	<u>56 kWh</u>
		Total	71 kWh

$G = 1$

- Incalzire directa	5 h/zi	5 kW	25 kWh
- Incalzire cu acumulare	8 h/zi	12 kW	<u>95 kWh</u>
		Total	120 kWh

$G = 0,6$

$$P_{vd} = 0 \quad P_{ca} = 3$$

$$P_{vs} = 0 \quad P_{ga} = 7$$

$G = 1$

$$P_{vd} = 5$$

$$P_{ca} = 5$$

$$P_{vs} = 0$$

$$P_{ga} = 12$$

Costul incalzirii

$G=0,6$	$W_{dir} = 15 \cdot 30 = 450 \text{ kWh} \dots\dots\dots$	157 lei
	$W_{ac} = \dots\dots\dots 5000 \text{ kWh} \dots\dots\dots$	<u>1000 lei</u>
		Total 1157 lei/an
$G=1$	$W_{dir} = 25 \cdot 30 = 750 \text{ kWh} \dots\dots\dots$	260 lei
	$W_{ac} = \dots\dots\dots 8250 \text{ kWh} \dots\dots\dots$	<u>1650 lei</u>
		Total 1910 lei/an

5. Date de consum in cazul incalzirii cu pompe de caldura

$$\eta_p = \frac{Q_{an}}{Q_{mediu}} \quad \varphi_r = 0,3 \frac{T_p}{T_0 - T_0}$$

pentru $T_p = 60 \text{ } ^\circ\text{C} = 353 \text{ } ^\circ\text{C K}$

$T_0 = 3 \text{ } ^\circ\text{C} = 276 \text{ } ^\circ\text{C K}$

$$\varphi_{med} = 1,7$$

pentru $T_p = 353 \text{ } ^\circ\text{C K}$

$T_0 = -20 \text{ } ^\circ\text{C} = 256 \text{ } ^\circ\text{C K}$

$$\varphi_{min} = 1,25$$

la $G = 0,6 \quad \eta_p = \frac{6500}{1,7} = 3800 \quad \eta_{si} = \frac{36}{1,25} = 69$

$G = 1 \quad \eta_p = \frac{10800}{1,5} = 6300 \quad \eta_{si} = \frac{144}{1,25} = 115$

$G = 0,6 \quad P = \frac{69}{24} = 3,0 \text{ kW}$

$G = 1 \quad P = \frac{115}{24} = 4,8 \text{ kW}$

Costul energiei (1/3 se consuma la 0,2 lei/kWh)

la $G = 0,6 \quad \frac{3800}{3} \cdot 0,2 + \frac{2}{3} 3800 \cdot 0,35 = 1200 \text{ lei/an}$

$G = 1 \quad \frac{6300}{3} \cdot 0,2 + \frac{2}{3} 6300 \cdot 0,35 = 1300 \text{ lei/an}$

6. Date de consum in cazul incalzirii cu combustibil solid

a). Carbune, cu putere calorica de 3500 kcal/kg,
ars in sobe, cu randament 0,4 ; pret 400 lei/t

...

$$G = 0,6 \quad C = \frac{6500 \cdot 560}{3500 \cdot 0,4} = 4000 \text{ kg/an, resp. } 1600 \text{ lei/an}$$

$$G = 1 \quad C = \frac{10800 \cdot 340}{3500 \cdot 0,4} = 6600 \text{ kg/an} \quad 2090 \text{ lei/an}$$

b). Leane, cu putere calorica de 2500 kcal kg ars in soba, cu randament 0,4 ; pret 300 lei/t.

$$G = 0,6 \quad C = \frac{6500 \cdot 560}{2500 \cdot 0,4} = 5600 \text{ kg/an, resp. } 1680 \text{ lei/an}$$

$$G = 1 \quad C = \frac{10800 \cdot 340}{2500 \cdot 0,4} = 9300 \text{ kg/an} \quad 2800 \text{ lei/an}$$

A n e x a 2.

Calculul coeficientului de simultaneitate la diferite
aparate consumatoare

$$k_{sim} = \frac{t_f}{T} + \frac{2,6}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{t_f}{T} \left(1 - \frac{t_f}{T}\right)} ; t_f = \frac{an}{365 P_1}$$

(cu coeficient de siguranță de 99%)

Aparatul	P_1	$\frac{a}{k_{sim} \cdot an}$	$\frac{T}{zi}$	$\frac{t_f}{zi}$	$\frac{t_f}{T}$	k_{sim}	pt.	n =		
							10	20	50	100
(1) Încălzitor de trecere	10	2000	16	0,550	0,034	0,182	0,139	0,100	0,081	
(2) Mașini pt. mecanizarea curățeniei	2,1	285	4	0,37	0,09	0,326	0,257	0,196	0,165	
(3) Mașina de gătit	3,4	1000	4	0,695	0,175	0,555	0,449	0,362	0,318	
(4) Mașini de bucătărie	0,4	20	4	0,137	0,034	0,182	0,139	0,100	0,081	

(1) $k_g = 0,034 + 0,47/\sqrt{n}$

(2) $k_g = 0,09 + 0,75/\sqrt{n}$

(3) $k_g = 0,212 + 1,06/\sqrt{n}$

(4) $k_g = 0,034 + 0,47/\sqrt{n}$

TABELUL 3.
(modificat)

Formular de anchetă cu privire la gradul de dotare cu
receptoare consumatoare de energie și preferințele abonajilor

IRE _____ Localitate _____
Nr. chestionar _____ P.T. care deservește _____
Circuit _____

Data _____
Numele abonatului _____
Adresa _____

1. Confort

2. Tip zonă

Codul ptr. tipul zonei:
1 - Urbană veche
2 - Urbană blocuri noi
3 - Urbană blocuri individuale
4 - Rurală

3. Energie consumată în anii _____ [kwh]
(din fișa abonatului)

4. 1970

5. 1971

6. 1972

Încalzirea locuinței: cușă electrică, tipul receptorului:

7. în prezent

8. preferință

Încalzirea apei: cușă electrică, tipul receptorului:

9. în prezent

10. preferință

Instalație gătit: dozare al receptorului:

11. în prezent

12. preferință

13. frigider televizor [0] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [A] [B] [C] [D] [E] [F] [G] [H] [I] [J] [K] [L] [M] [N] [O] [P] [Q] [R] [S] [T] [U] [V] [W] [X] [Y] [Z]

Puteri instalate în receptoare electrocasnice [W]

13. încălzirea locuinței

14. încălzirea apei

15. instalație gătit

16. iluminat

17. electromotoare

18. alte receptoare

Indicații privind completarea formularului:

a. Receptori termici: 1 - cu gaze, 2 - cu petrol
3 - cu amb. solid, 4 - electric

b. D-semnifică „da” iar N - semnifică „nu”

c. Pentru completarea rubricii „tipul receptorului” se va consulta tab. 4

d. Se vor nota numărul receptorilor care lipsesc

e. Aprecierea gradului de confort

	număr	camere	locuință
Urban	1	2	3
Rural	2	2	3

ANEXA 4.1.

Datele caracteristice pentru punctele de măsură

Tabelul nr. 1

Localitate	Locul		Circuit	Cablul sau periarul de măsură	Scara aparaturii de măsură	Raport transformator curent	Energia anuală [MWh]	Suprafața deșeurilor [km ²]	Număr de abonati de servitii	Suma puterilor abon. deserviti ^{***} [kW]
	Cartier	Postul								
1	2	3	5	0	7	8	9	10	11	12

OBSERVAȚII:

Se va anexa schema instalatiei unde se face măsuratoarea cu indicarea dimensiunilor elementelor (lungimea liniei, secțiunea conductoarelor, S_n a transformatorilor, locul de montare al aparatelor)

*) dacă este cazul
 **) se completează după centralizarea chestionarelor de la punctul 2.2

B I B L I O G R A F I E

1. A.Krons - Stromversorgung der Welt
Wirtsch. 68(1969) p. 362...375
2. A.Cogălniceanu - Geografia energiei electrice
Ed. Stiințifică, B. e. 1971
3. A.Krons - Zu den Prognosen des Energiebedarfs
Bull.SIV 62(1971) p. 508 ... 515
4. Hintermayer - Tätigkeitsbericht des Bundeslast-
verteilere über das Betriebsjahr 1966
ÖZE 20(1967) p. 257 ... 264
5. - - Energiepolitique sa rubejon
nr. 1/1971 p. 27
6. A.Krons - L'économie électrique aux USA
Bull.ASE 61(1970) p. 1159 ... 1162
1276 ... 1279
7. E.Verdet g.a. - Evolution des consommations domestiques
d'énergie électrique et dispositions
prises au regard de cette évolution
a VII-a C.N.E.-1968-sect.E-rap. 186
8. M.Bereovici g.a. - Rapport général. Division 1 : Besoins
en énergie
a VIII-a C.N.E.-1971-Rap.gen.1
9. E.Hildebrandt - ECE-Symposium über langfristige
Perspektiven der Elektroenergieversorgung
Energietechnik 23(1973) p. 76 ... 84

. . .

10. - - L'evolution de la consommation résidentielle dans les pays européens
Moniteur de l'Electricité jul-aug. 1971
11. F.Schuls - Ergebnisse der Elektroheizungsumfrage 1971
Elektrizität (1971) p. 302 ... 304
12. W.Locher - Rapport du groupe de travail de l'UNEPDE
pour le chauffage électrique des foyers
Jull.ASE 02(1971) p. 387 ... 389
13. K.H. Böcher - Heizung und Klimatisierung im Wohnbereich.
Eine Zukunftsbetrachtung
Elektrizität (1971) p. 78 ... 82
14. A.Kross - Prognosen der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft
El.Wirtech.69(1970) p. 130
15. H.Kirn - Stand und Entwicklungstendenzen der
elektrischen Raumheizung
El.Wirtsch. 68(1969) p. 767 ... 771
16. UN-PEDE - Les problèmes de croissance de l'industrie
électrique dans la perspective d'un triplement des consommations.
Rapport du Comité de direction
Congrès de Cannes 15 - 17 sept. 1970
17. V.Caraudevici - Contribuții la prognoza necesarului de
energie în sectorul gospodăriilor casnice
Teză de doctorat IP București 1970.
18. Institutul de Studii și Cerc.
pt. Planificare - Prognoza necesarului de energie electrică
în R.S.România până în anul 2000
Partea III: Prognoza consumului de energ.el.
pentru utilizări casnice în R.R. până în anul
2000. Buc. 1971.

19. ISPE - Studiu privind dezvoltarea consumului edilitar și casnic din RSR în etapa 1970 - 1990
Buc. 1970.
20. ICPE - Studiul necesităților de putere instalată în rețelele casnice urbane și rurale.
Buc. 1971.
21. ICENERG - Determinarea consumului specific de energie electrică pe apartament în mediul urban și rural, în prezent și în perspectivă.
Buc. 1970.
22. M. Băreșvici
G. Panaitescu
M. Grănicaru
Em. Costin
V. Caraculovici - Domestic electric power consumption in Romania
a VIII-a C. S. I. Buc. 1971, rap. 1.2.219
23. E. Védère - Etude de la charge des postes de distribution en fonction du développement des applications de l'électricité.
Bull. AEE 61(1970) p. 130 ... 133
24. M. Editz - Die Bedeutung der Elektrowärmeanwendung für die Entwicklung des elektrischen Energiebedarfes und daraus resultierende elektrizitätswirtschaftliche Aspekte
EZE 21(1960) p. 523 ... 533
25. E. Behrndt - Der Strombedarf der Haushalte in der BRD bis 1980
B & K 23(1971) p. 253 ... 256
26. E. Schulz - Die Entwicklung des Energiemarktes bis 1985
Elektrizität (1971) p. 173 ... 188

27. Heidkarl K.
Sonntag P. - Ergebnisse einer Bevölkerungsabfrage zum
Verbrauch ausgewählter Energieträger in
Haushalten der DLR
Energieanwendung 20(1971) p. 71 ... 78
198 ... 143
28. L.L. Öttler
H. Schaefer - Prognose des Haushaltstromverbrauchs in
der BRD
Praktische Energiekunde 14(1966) p. 105..113
29. - - Untersuchung der Entwicklung des Elektro-
energiebedarfs in städtischen Wohngebieten
der DDR
Der Elektro-Praktiker 26(1972) p. 381...383
30. - - Elektrizität im amerikanischen Haushalt
Fl. Wirtschaft. 95(1960) p. 300 ... 301.
31. H. Schaefer - Analyse des Kraftbedarfs und seiner
Nutzungsgrade in der BRD
B W K 23(1971) p. 241 ... 246
32. R. Le Goff - Puissance et consommations dans la maison
"tout électrique"
Bull. SEV 63(1972) p. 983 ... 989
33. J. Bouchet - L'électricité, combustible de l'avenir mais
aussi du présent
H G T (1971) p. 877 ... 886
34. R. Wolf - Chauffage et conditionnement électriques
des locaux
Eyrolles, Paris 1971.
35. P. Borstellmann - Handbuch der elektrischen Raumheizung
A. Hüthig, Heidelberg, 1964.

. . .

36. I.D.Stăncescu - Bazele tehnice și economice ale termoficării
Ed.Tehnică, Buc. 1967.
37. I.Bouchet - Facteurs d'évolution des positions res-
pectives des énergies utilisables en France
pour le chauffage des logements neufs.
Rap. N. 803 - Congrès VII al UIT - 1972.
38. R.Allenmann - Energieverbrauch und Belastungsverhältnisse
eines allelektrischen Mehrfamilienhauses
Elektrizitätsverwertung 46(1971) p. 67..79
39. G.Stoica,
A.Baciu
I.Munteanu
S.Barbu - Raport întocmit ca urmare a deplasării
efectuate în Anglia - oct. 1972.
40. CSEAL - ISART - Prognostica consumului de energie termică în
gospodăria locativă
Studiu, Buc. 1972.
41. A.Oppert - Klimaanlage, Wärmepumpen und ihre
elektrischwirtschaftlichen Auswirkungen
Elektrowärme 19(1961) p. 73 ... 84
42. - - Natürliche Frische mit Klimageräten von
Siemens.
Catalog SIEMENS J 337/1026.
43. - - Siemens - Sammeliste I - 1970
44. H.Julienmann - Lasteinfluss von Durchlaufheizern auf
das Stromnetz
El.Wirtsch. 64(1965) p. 677 ... 681.
45. A.Massu - Über den Einfluss von Durchlauferhitzern
auf den Lastverlauf geschlossener Siedlungen
El.Wirtsch. 59(1960) p. 840 ... 845.

46. A. Söbel - Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit eines allelektrischen Gebäudes
Elektrizität (1971) p. 123 ... 127
47. R. Gradin
S. Haal
A. L. Lindkaag - The electrical heating of multifamily buildings.
Elektrowärme International 30(1972)
p. A31 ... A35.
48. A. Gugg - Aufbau, Wirkungsweise und Auswirkungen von Warmwasserautomaten
Elektrizitätsverwertung 47(197) p.11...15
49. Siemens - Formel u. Tabellenbuch
ed. 1960.
50. H. Kindler
H. I. Radtkel - Netztechnische Probleme bei Einführung der Einzelspeicherheizung
Energietechnik 20(1970) p. 371 ... 376
51. Bernische Kraftwerke - Die Auswirkung der elektrischen Raumheizung auf die Verteilnetze
Material nepublicat. Prezentat la Consfatuirea AEE din Berna, 1972.
52. F. Hoack
K. Kampfenkel - Gesichtspunkte zur Planung von Mittel und Niederspannungsnetzen.
Energietechnik 1 (1969) p. 100 ... 104
53. Fedoseenko - Cu privire la problema calculului de rețele pentru alimentarea construcțiilor de locuințe și sociale (l. rusa)
Elektricitetvo 1965 nr.4 p. 25 ... 28
54. K. Kampfenkel
F. Hoack
K. Hüdener - Planung der Energieversorgungsnetze in einer neuen Wohnstadt
Energietechnik 18 (1968) p. 13 ... 17

55. H. Kindler
- Beitrag zur Gestaltung der Versorgungsnetze innerhalb städtischer Wohngebiete
Energietechnik 19/1969 p. 104 ... 110
56. P. Otzen
- Billige Mittel und Niederspannungsnetze auch bei elektrischer Raumheizung
Energie 1965 Nr. 5 p. 173 ... 181.
57. R.K. Decker
A.A. Lucie
- Basic concepts for the U.K. System of 1970
Transmission and Distribution 1966, sept. p. 86 ... 89.
58. C.V. Hove
- Energieverteilung durch Mittel und Niederspannungskabel in den USA
El.Wirtschaft 09(1970) p. 203 ... 207.
59. A. Droux
- Conception d'un réseau basse tension urbain.
Bull. ASE 63(1972) p. 89 ... 95.
60. W. Detzenrath
- Elektrizitätsanwendung und Netzgestaltung bei steigendem Energieverbrauch.
Elektrizitätswirtschaft 60(1969) p. 540... 545.
61. P. Peron
- Réseaux de distribution à basse tension
Problèmes de développement.
R G E 80(1971) p. 920 ... 931.
62. VLEN
- Aktivierung von Netzen für allelektrische Versorgung
ed. VLEN - Frankfurt - 1970.
63. Friedrich I.
Bernadi A.
- Minimális kábel-tartásigényű, kábelvezeték nélküli szétárvézetéskészlet kialakításának fontossabb kérdései
Villamoság, 19(1971) p. 76 ... 82.

64. Wehr H. - Netzbau, Netzbetrieb und Betriebsergebnisse in Siedlungen mit elektrischer Speisener-
heizung.
Elektrizitätswirtschaft 65(1966) p.515..518
65. Dotsenrath - Gestaltung sicherer und wirtschaftlicher Netze bei steigender Elektrizitäts-
anwendung.
El.Wirtschaft 69(1970) p. 295 ... 296.
66. - Eine neuartige fabrikfertige Transformator-
station für Mittelspannungsnetze.
El.Wirtschaft 69(1970) p. 317 ... 321.
67. R.H. Stevens g.a.- The Coral Springs Underground Distribution
Laboratory.
Conf.record.special Technical
Conference on Underground Distribution
Anaheim, April 1969, IEEE
68. C.F.Bannon - UGD - Seattle City Light
Conf.record Special Technical
Conference on Underground Distribution
Anaheim, April 1969, IEEE
69. G.W. Schneider - Unit Residential Transferer (URI) - an
optimum balance of design criteria for UGD
Conf. record Special Technical Conference
on Underground Distribution
Anaheim, 1969, IEEE
70. H.Nakano - The present situation of underground
S.Nasuda distribution in Japan.
Conf.record Special Technical Conference
on Underground Distribution
Anaheim, 1969, IEEE

. . .

71. R. Juricic - Estimation des puissances appelées à partir des consommations d'énergie en basse tension.
R G E 80(1971) p. 932 ... 934.
72. R.J. Bonifacio - Le fichier des consommations
R G E 80(1971) p. 935 ... 937
73. B. Durroux
I.C. Lemoine - Programmes de calcul des réseaux basse tensions.
R G E 80(1971) p. 938 ... 941.
74. C. Mestre
P. Mondolo - Les réseaux de distribution d'électricité. La gestion technique des réseaux à basse tension.
Expérimentation en cours et perspective d'avenir
R G E 80(1971) p. 942 ... 944.
75. H. Procke
W. Adler - Ein neues Rechenverfahren zur verstärkten Auslastung des Niederspannungsnetzes mit Speicherheizanlagen.
El. Wirtschaft 71(1972) p. 427 ... 435.
76. G. Michage - Der Einfluss der allelektrischen Versorgung auf die Gestaltung und Auslegung der Verteilernetze.
El. Wirtschaft 68(1969) p. 733 ... 736.
77. R. Juricic - Lois théoriques des quantités d'ouvrages dans les réseaux électriques.
R G E 80(1971) p. 323 ... 329.
78. M.I. Carson
G. Cornfield - Design of low-voltage distribution network. Interactive computer method based on the calculus of variations.
Proc. IEEE 120(1973) p. 585 ... 592.

79. R. Dethliessen
H. Karlow - Niederspannungsversorgung geht in den
Untergrund
ETZ - B 24(1972) p. 159 ... 164.
80. E. Costin - Metod. pentru prognoza consumului de
energie electrică și a puterii necesare în
sistemele electroenergetice.
Teză de doctorat I.P. București, 1973.
81. Lettner G. - Über den Ausgleich der Einzelbelastungen
bei Elektrizitätswerken (Verschiedenheits-
faktor)
Ed. Springer, Berlin 1926.
82. Prochenoff S. - Die Berechnung des Verschiedenheitsfaktors
ETZ 1930 p. 230.
83. Schnaus G. - Verschiedenheitsfaktor, Wahrscheinlichkeits-
theorie und ihre Anwendung in elektro-
wirtschaftliche Rechnungen.
ETZ 1931 p. 441 și p. 468.
84. Freyer H.
Schendekohl H. - Die Ausgleichsprobleme der Energiewirtschaft
und ihre gemeinsame mathematisch-statis-
tische Theorie
Praktische Energiekunde 1956 nr. 2.
85. Gattnavzik I.
Iobaky E. - Der Belastungsausgleich und seine Anwendung
beim Sandproblem.
Praktische Energiekunde 1957 nr. 3.
86. X. Wolf - Enzyklopädie der Energiewirtschaft.
Ed. Springer, Berlin, 1959.
87. R. Juricic - Conception probabiliste des puissances
appelées
Rap. 6 CIMED Liège 1970.

88. Lakner A. - Coeficientul de simultaneitate a consumatorilor unei rețele de joasă tensiune radiale (l.unghiana)
Elektrotechnika 1969 p. 98.
89. A.Langner - Mi terte für die Energieversorgung eines sozialistischen Wohnkomplexes.
Inst. für elektrische Energietechnik nr. 21/159.
90. A.F. Fleines
M.V. Zajic - A method of estimating demand.
Trans. AIEE - PAS vol. 81(1962) p. 878..883
91. P.Gaussens - Messung der Mittel und Höchstwerte der Belastungen in den öffentlichen Energieverteilungsnetzen.
Elektrizitätswirtschaft 59(1960) p. 712..716.
92. ICEBERG - Criterii privind dezvoltarea rețelelor de distribuție de joasă tensiune.
București, 1968.

- - - -