

**GHID PENTRU CALCULUL NECESARULUI
ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE
LOCUIT**

Indicativ: GP 039-99

CUPRINS

PARTEA I NECESARUL ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE LOCUIT EXISTENTE	99
1. DOMENIU DE APLICARE ȘI CONDIȚII DE UTILIZARE	99
2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ	99
ANEXA 1. Determinarea valorii p_r de reducere a necesarului anual de căldură datorită influenței radiației solare	103
EXEMPLU DE CALCUL	105
PARTEA a II-a NECESARUL ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE LOCUIT NOU PROIECTATE	107
1. DOMENIU DE APLICARE ȘI CONDIȚII DE UTILIZARE	107
2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ	108
Anexa 1. Determinarea aporturilor energetice interioare	118
Anexa 2. Parametrii climatici exteriori pentru sezonul de încălzire	120
Anexa 3. Factorul de temperatură f_{θ_e}	125
Anexa 4. Determinarea masei active a elementelor de construcție	126
Anexa 5. Lista standardelor și normativelor conexe prezentului ghid	127
EXEMPLU DE CALCUL	128

GHID PENTRU CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE LOCUIT

Indicativ: GP-039/99

PARTEA I. NECESARUL ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE LOCUIT EXISTENTE

1. DOMENIU DE APLICARE ȘI CONDIȚII DE UTILIZARE

1.1. Prezenta parte a ghidului pentru calculul necesarului anual de căldură al clădirilor se referă exclusiv la cazul clădirilor de locuit existente racordate la sisteme de încălzire centrală (termoficare, centrale termice proprii și centrale termice de cartier) și care nu au beneficiat de măsuri de reabilitare privind protecția termică a elementelor de construcție exterioare.

1.2. Regimul de furnizare a căldurii în cazul clădirilor prevăzute la art. 1.1. este de tipul continuu, în scopul realizării condițiilor de confort termic necesar.

1.3. Se admite realizarea unor regimuri diferențiate de furnizare a căldurii între orele de zi și orele de noapte prin reducerea temperaturii interioare în orele de noapte (22:00-6:00) cu max. 3 °C față de valoarea impusă de condițiile de confort termic.

1.4. Necesarul de căldură este calculat ținându-se seama de influența radiației solare asupra regimului termic din spațiile locuite.

1.5. Metoda de calcul propusă nu se aplică construcțiilor dotate cu sisteme pasive sau și active de utilizare a radiației solare și nici construcțiilor dotate cu sisteme de recuperare a căldurii din fluidele evacuate (aer, apă).

2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ

2.1. Necesarul anual de căldură al unei clădiri de locuit se determină cu relația:

$$Q_G = 6,85 \cdot 10^4 \cdot Y \cdot C_R \cdot C_b \cdot C_T \cdot (1 - \rho_s) \cdot \left(N_{\theta_{eo}}^{\theta_i} \cdot \frac{Q}{\theta_i - \theta_e} - 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot A_{LOC} \cdot D_{\theta_{eo}} \right) [KJ/an] \quad (1)$$

în care:

C_R - coeficient care ține seama de reducerea temperaturii interioare pe durata nopții. Valoarea C_R se determină din fig.1;

Y - coeficient care ține seama de variația în timp a temperaturii exterioare. Valoarea Y se determină din fig.2;

ρ_s - coeficient care reflectă influența radiației solare asupra necesarului de căldură. Valoarea ρ_s se determină din Anexa 1;

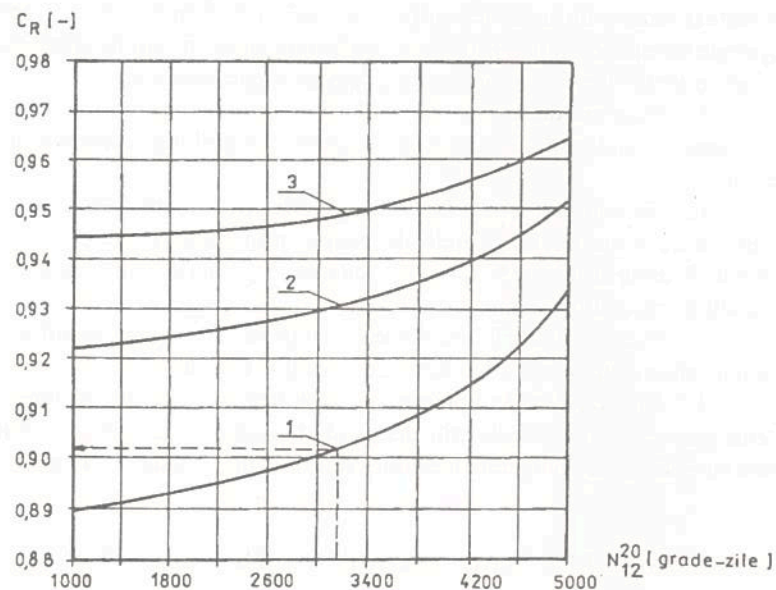


Fig. 1

Variația economiei de căldură prin reducerea temperaturii interioare pe durata nopții cu $\overline{\Delta\theta_i} = 2^\circ C$ ($\Delta\theta_{imax} = 3^\circ C$)

- 1 - Punct termic automatizat
- 2 - Punct termic cu reglaj manual
- 3 - Centrală termică

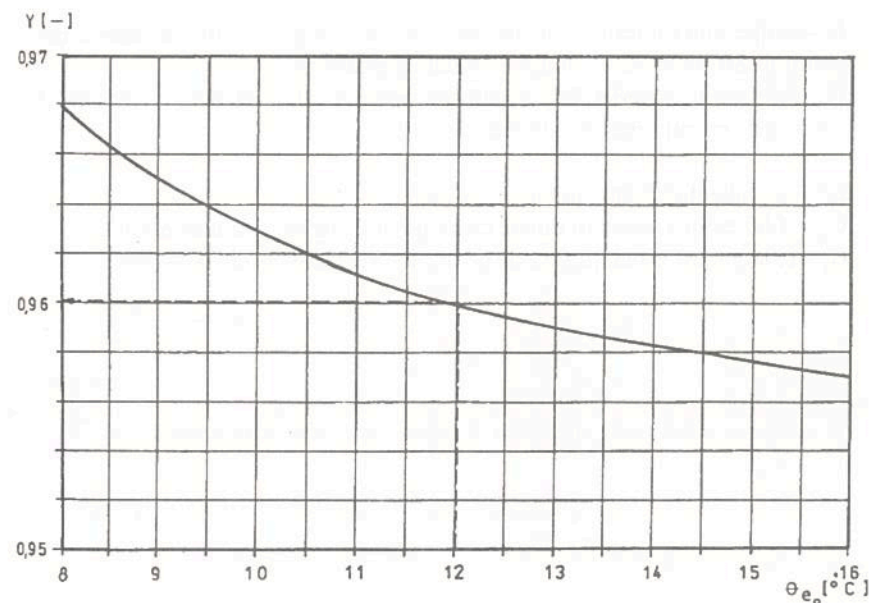


Fig.2

Variația coeficientului Y funcție de temperatura exterioară θ_{eo} , care marchează începutul și sfârșitul sezonului de încălzire

C_b - coeficient care ține seama de prezența balcoanelor pe fațadele clădirilor de locuit (determinat conform art.2.2);

$N_{\theta_{eo}}^{\theta_i}$ - numărul anual de grade-zile de calcul corespunzătoare perechii de valori θ_i și θ_e , conform SR 4839-97 - "Numărul anual de grade-zile";

Q - necesarul de căldură de calcul al clădirii identic cu puterea termică (pentru încălzire) instalată [KW];

A_{LOC} - suprafața locuibilă a întregii construcții, [m²];

$D_{\theta_{eo}}$ - durata convențională a sezonului de încălzire conform SR 4839-97 - "Numărul anual de grade-zile" [zile];

C_T - coeficient care ține seama de dotarea instalației interioare cu dispozitive de reglare automată a temperaturii interioare. Se determină conform art.2.3;

θ_i - temperatura interioară medie de calcul a întregii construcții determinată conform SR 4839-97 - "Numărul anual de grade-zile";

θ_e - temperatura exterioară de calcul conform SR 1907-1/1997 - "Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul".

2.3. Coeficientul C_T are valoarea:

$C_T = 1,00$ pentru instalații dotate cu dispozitive de reglare termostată;

$C_T = 1,08$ pentru instalații fără dispozitive de reglare termostată.

Determinarea valorii ρ_s de reducere a necesarului anual de căldură datorită influenței radiației solare

1. Valoarea ρ_s se determină din diagrama din fig.1.1 în funcție de valoarea x .

2. Valoarea x se determină cu relația:

$$x = \frac{\sum_j Q_A}{\sum_j Q_{NS}} \quad (1.1)$$

în care:

$\sum_j Q_A$ - cantitatea de căldură datorată radiației solare recepționată de o

construcție pe durata sezonului de încălzire, [KJ/an];

$\sum_j Q_{NS}$ - necesarul anual de căldură al construcției neafectat de influența

radiației solare [KJ/an].

3. Valoarea $\sum_j Q_A$ se determină cu relația:

$$\sum_j Q_A = \sum_j \left[(0,38 \cdot A_{F_j} + 0,025 \cdot A_{P_j}) F_j \right] \cdot I_{G,SUD} \quad [KJ/an] \quad (1.2)$$

în care:

A_{F_j} - suprafața ferestrei orientată către direcția cardinală j (N, NE, E, SE,

S, SV, V, NV, orizontal), [m²];

A_{P_j} - suprafața peretelui orientat către direcția cardinală j (N, NE, E, SE,

S, SV, V, NV, orizontal), [m²];

F_j - coeficient de reducere a suprafeței S_j care recepționează radiația globală

I_{G_j} , la o suprafață virtuală orientată către sud. Coeficientul F_j se determină cu relația:

$$F_j = \frac{I_{G_j}}{I_{GSUD}} \quad (1.3)$$

În tabelul 1.1 sunt înscrise valorile F_j de calcul:

Tabelul 1.1

$I_{GSUD} = 1,48 \cdot 10^6 \text{ [KJ/m}^2 \text{ an]}$									
J	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV	ORIZ.
F_j	0,22	0,27	0,51	0,81	1	0,81	0,51	0,27	0,87

Nota: Suprafețele A_{F_j} și A_{P_j} se determină conform SR 1907/1-1997 -

“Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul”

4. Valoarea $\sum_j Q_{NS}$ se determină cu relația (1) în care $\rho_s = 0$

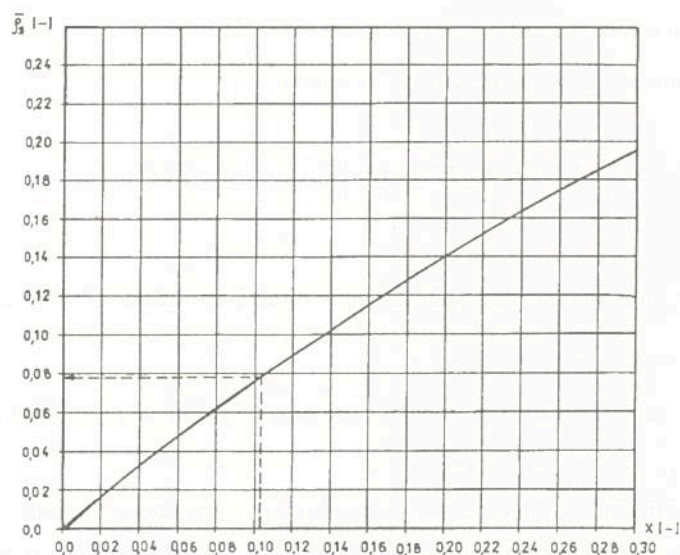


Fig. 1.1.

EXEMPLU DE CALCUL

Să se determine necesarul anual de căldură pentru un bloc de locuințe cu regim de înălțime P+4E, amplasat în orașul București și alimentat cu căldură de la un punct termic automatizat. Clădirea este prevăzută cu balcoane deschise. Instalația interioară de încălzire nu este prevăzută cu dispozitive de reglare automată a temperaturii interioare.

Date cunoscute:

- puterea termică instalată: $Q = 125,6 \text{ kW}$
- suprafața locuibilă a întregii construcții: $A_{LOC} = 1500 \text{ m}^2$
- temperatura interioară medie de calcul a întregii construcții: $\theta_i = 18,4^\circ \text{ C}$

Etapele calculului

1. Conform art.2.1 se determină valoarea coeficientului "Y" pentru $\theta_{co} = 12^\circ \text{ C}$. Rezultă $Y = 0,96$.
2. Din SR 4839-97 rezultă pentru orașul București:

$$N_{\theta_{co}}^{20} = 3170 \text{ grade-zile și } D_{\theta_{co}} = 190 \text{ zile}$$

$$N_{12}^{18,4} = 2866 \text{ grade-zile}$$

3. Conform graficului din fig.1, curba 1, rezultă $C_R = 0,9$
4. Conform art. 2.2, $C_b = 1,03$
5. Conform art.2.3, $C_T = 1,08$
6. Conform Anexei 1 se determină valoarea coeficientului ρ_s .

Calculul se efectuează în următoarea succesiune:

- Utilizând relația (1) se determină valoarea necesarului anual de căldură al clădirii neafectat de influența radiației solare ($\rho_s = 0$).

$$\begin{aligned} \sum Q_{NS} &= 6,85 \cdot 10^4 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,03 \cdot 1,08 \cdot \left(2866 \cdot \frac{125,6}{18,4 + 15} - 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 \cdot 190 \right) = \\ &= 7,09 \cdot 10^8 \text{ [kJ/an]} \end{aligned}$$

- Cu ajutorul relației 1.2 se determină cantitatea de căldură datorată radiației solare:

$$\sum Q_A = [0,38 \cdot (57,8 \cdot 0,22 + 31,7 \cdot 0,51 + 39,3 \cdot 1 + 42,9 \cdot 0,51) + 0,025 \cdot (230 \cdot 0,22 + 230 \cdot 0,51 + 256 \cdot 1 + 213 \cdot 0,51 + 318 \cdot 0,87)] \cdot 1,48 \cdot 10^6 = 80,6 \cdot 10^6 \text{ [KJ/an]}$$

- Se determină valoarea parametrului "x" cu relația 1.1.

$$x = \frac{80,6 \cdot 10^6}{7,09 \cdot 10^8} = 0,114$$

- Pentru $x=0,114$ din diagrama din fig.1.1 se citește valoarea $\rho_s=0,078$.

7. Cu ajutorul relației (1) se determină necesarul anual de căldură:

$$Q_G = (1 - 0,078) \cdot 7,09 \cdot 10^8 = 6,35 \cdot 10^8 \text{ [kJ/an]}$$

PARTEA a II-a. NECESARUL ANUAL DE CĂLDURĂ AL CLĂDIRILOR DE LOCUIT NOU PROIECTATE

1. DOMENIU DE APLICARE ȘI CONDIȚII DE UTILIZARE

1.1. Prezenta parte a ghidului descrie metoda de estimare a necesarului anual de căldură pentru încălzirea locuințelor noi în scopul realizării condițiilor de confort termic.

1.2. Estimarea necesarului de căldură pentru încălzirea clădirilor de locuit servește la optimizarea soluțiilor de conservare a energiei și pentru estimarea necesarului de combustibil pentru asigurarea condițiilor de confort termic.

1.3. Pe baza necesarului anual de căldură se stabilește rezistența termică medie a elementelor de construcție perimetrale care conduce la soluția tehnică optimă din punct de vedere economic, sau la soluția tehnică proprie conceptului de dezvoltare durabilă, care asigură eficiența energetică maximă a construcției și a instalației de încălzire din dotarea acesteia.

1.4. Metoda de calcul care face obiectul prezentului ghid poate fi utilizată la stabilirea indicilor specifici de necesar de căldură, q_v [kWh/m² an] și q_v [kWh/m² an] corelați cu caracteristica geometrică globală a construcției definită ca raportul dintre aria elementelor de închidere perimetrale și volumul construit, A/V_c , pentru diverse tipuri de construcții de locuit.

Pe baza rezistenței termice medie a elementelor de construcție perimetrală \bar{R}_{opt} se determină coeficientul global de izolare termică, cu relația:

$$G = \frac{A}{V_c} \cdot \frac{1}{\bar{R}_{opt}} + 0,34 \cdot n_a$$

echivalent cu indicele G (coeficient global de izolare termică) din ghidul C 107/4-1997.

1.5. Metoda nu poate fi aplicată în cazul construcțiilor dotate cu sisteme de captare pasivă a radiației solare și cu dispozitive de recuperare a căldurii din fluide.

2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ

2.1. Metoda de calcul se bazează pe transferul de căldură în regim nestaționar prin elementele de construcție opace și transparente și ține seama de efectul aporturilor datorate activității umane și radiației solare asupra temperaturii interioare rezultante impusă de normele de confort termic. Metoda de calcul determină necesarul de căldură care trebuie să fie asigurat de sistemul de încălzire interioară.

2.2. Relația de calcul a necesarului anual de căldură pentru încălzirea spațiului de locuit este următoarea:

$$Q_{Loc}^{an} = 97,4 \cdot [(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_2] \cdot C \cdot N_{GZ}^{an} \cdot 10^{-6} \quad [GJ/an] \quad (1)$$

în care:

V - volumul aerului din spațiul încălzit egal cu 0,80 din volumul construit, $V_c [m^3]$;

$C = Y \cdot C_R \cdot C_b \cdot C_T$;

în care:

Y, C_R , C_b , C_T se determină conform procedurii prezentată în Partea I a prezentului ghid;

$$\alpha_i = 3,00 + 3,20 \cdot \frac{A_T}{A_{Pi}};$$

n_a - numărul de schimburi de aer cu exteriorul: $\bar{n}_a = 0,6 \cdot h^{-1}$

$$A_1 = 1 - \frac{1}{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i} \cdot \sum_j \left(\frac{A_{Pe_j} \cdot Z_j}{R'_{Pe_j} + 0,06} + \frac{A_{F_j}}{R'_{F_j}} \right) \quad (2)$$

Z_j - factor de corecție a diferenței de potențial termodinamic caracteristic elementelor de construcție care delimitează spațiul încălzit;

$Z_j = 1$ - pentru elemente de construcție adiacente mediului exterior;

$$Z_j = \frac{\theta_{ic} - \bar{\theta}_{iN_j}}{\theta_{ic} - \bar{\theta}_e} \quad \text{pentru elemente de construcție adiacente unor spații}$$

neîncălzite sau încălzite la o temperatură θ_{iN_j} sensibil inferioară temperaturii θ_{ic} a spațiului locuit;

$\bar{\theta}_e$ - temperatura exterioară medie teoretică a sezonului de încălzire care se

determină cu relația:

$$\bar{\theta}_e = \sum_k a_k \cdot \theta_{e_k} \quad (3)$$

în care coeficienții a_k se dau în tabelul 1.

Tabelul 1

Luna	oct.	nov.	dec.	ian.	feb.	mart.	apr.
a_k	0,08287	0,16575	0,17127	0,17127	0,1547	0,17127	0,08287

$\bar{\theta}_{iN_j}$ - temperatura interioară medie pe durata sezonului de încălzire a spațiilor neîncălzite sau încălzite la o temperatură sensibil inferioară temperaturii θ_{ic} , ($\theta_{ic} - \bar{\theta}_{iN_j} > 5^\circ C$)

- Temperatura interioară, în luna k, a spațiului casei scărilor (în cazul în care acesta nu este dotat cu instalații de încălzire interioară) se determină funcție de rezistența termică corectată a elementelor de construcție adiacente spațiului locuit, R'_{cs} , cu relațiile:

$$\theta_{cs_k} = 0,754 \cdot \theta_{ic} + 0,166 \cdot \theta_{e_k} + 0,80 + 0,32 \cdot \arctg(0,05 \cdot \theta_{e_k}) \quad \text{pentru:}$$

$$R'_{cs} \leq 0,40 \text{ m}^2 K/W$$

$$\theta_{cs_k} = 0,50 \cdot (\theta_{ic} + \theta_{e_k}) + 0,01 \cdot (3 - R'_{cs})^2 \cdot 3,7574 \cdot \theta_{ic} - 4,94083 \cdot \theta_{e_k} + 11,83432 + 4,73373 \cdot \arctg(0,05 \cdot \theta_{e_k}) \quad (4)$$

pentru: $0,40 \text{ m}^2\text{K/W} < R'_{cs} < 3 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$\theta_{cs_k} = 0,50 \cdot (\theta_{ic} + \theta_{e_k}) \text{ pentru:}$$

$$R'_{cs} \geq 3 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Temperatura interioară a spațiului subsolului tehnic neîncălzit în luna k se determină funcție de rezistența termică corectată a planșeului adiacent spațiului locuit R'_{sb} , cu relațiile:

$$\theta_{sb_k} = 10 + 4 \cdot \arctg(0,05 \cdot \theta_{e_k}) \text{ pentru:}$$

$$R'_{sb} \leq 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\theta_{sb_k} = 7 + 0,30 \cdot \theta_{e_k} + 0,10 \cdot (3 - R'_{sb})^2 \cdot [4,43787 \cdot (1 - 0,10 \cdot \theta_{e_k}) + 5,91716 \cdot \arctg(0,05 \cdot \theta_{e_k})] \quad (5)$$

pentru: $0,40 \text{ m}^2\text{K/W} < R'_{sb} < 3 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$\theta_{sb_k} = 7 + 0,30 \cdot \theta_{e_k} \text{ pentru:}$$

$$R'_{sb} \geq 3 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- Temperatura medie pe sezonul de încălzire a spațiilor neîncălzite,

$\bar{\theta}_{iN_j}$, se determină cu relația:

$$\bar{\theta}_{iN_j} = \sum_k a_k \cdot \theta_{iN_k} \quad (6)$$

în care:

$iN_j = cs$ - pentru cazul casei scărilor

$iN_j = sb$ - pentru cazul subsolului tehnic

j - orientarea elementului de construcție care delimitează spațiul încălzit de mediul ambiant.

Coefficienții a_k sunt înscrși în tabelul 1.

$$A_2 = f_{\theta_a} \cdot \left[0,64 + 0,96 \cdot \frac{A_T}{A_{Pi}} \cdot (1 - A_3) \right] \quad (7)$$

$$A_3 = \left(1 - 0,375 \cdot \frac{A_{Pi}}{A_T} \right) \cdot A_1 \quad (8)$$

$$A_4 = f_{\theta_a} \cdot \left[0,64 + 0,96 \cdot \left(1 - \frac{A_{Pi}}{A_T} \right) \cdot A_1 \right] \quad (9)$$

N_{GZ}^{an} - numărul anual real de grade-zile de încălzire care se determină cu relația:

$$\begin{aligned} N_{GZ}^{an} = & 0,50 \cdot \{ [(D_X - 16) \cdot \Delta\theta_X + 31 \cdot (\Delta\theta_X + \Delta\theta_{XI})] \cdot [0 \cdot (D_X \leq 16) + 1 \cdot (D_X > 16)] + \\ & + (D_X + 15) \cdot \Delta\theta_{IX} \cdot [0 \cdot (D_X > 16) + 1 \cdot (D_X \leq 16)] + (30 \cdot \Delta\theta_{XI} + 61 \cdot \Delta\theta_{XII} + \\ & + 62 \cdot \Delta\theta_I + 59 \cdot \Delta\theta_{II} + 28 \cdot \Delta\theta_{III}) + [(D_{IV} - 15) \cdot \Delta\theta_{IV} + 31 \cdot (\Delta\theta_{III} + \Delta\theta_{IV})] \cdot \\ & \cdot [0 \cdot (D_{IV} \leq 15) + 1 \cdot (D_{IV} > 15)] + (D_{IV} + 16) \cdot \Delta\theta_{III} \cdot [0 \cdot (D_{IV} > 15) + \\ & + 1 \cdot (D_{IV} \leq 15)] \} \end{aligned} \quad (10)$$

în care:

$\Delta\theta_k$ - diferența între media anuală a temperaturii interioare reduse a spațiului locuit $\bar{\theta}_{iR}$ și temperatura exterioară virtuală în luna k, $\bar{\theta}_{evi_k}$.

- Temperatura interioară redusă în luna k, $\bar{\theta}_{evi_k}$, se determină cu relația:

$$\bar{\theta}_{iR_k} = \left[\bar{\theta}_{ic} - \frac{a \cdot A_{LOC}}{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_2} \right] \cdot (1 - U) + \bar{\theta}_{evi_k} \cdot U \quad (11)$$

în care:

$$\begin{aligned} \bar{\theta}_{evi_k} = & \frac{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_4}{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_2} \cdot \bar{\theta}_{E_k} + \\ & + \frac{0,33 \cdot n_a \cdot V}{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_2} \cdot \bar{\theta}_{E_k} \end{aligned} \quad (12)$$

$\bar{\theta}_{E_k}$ - temperatura exterioară echivalentă în luna k a elementelor de construcție exterioare și adiacente spațiilor neîncălzite sau încălzite la o temperatură sensibil inferioară temperaturii $\bar{\theta}_{ic}$ se determină cu relația:

$$\bar{\theta}_{E_k} = \sum_j \left[\frac{A_{Pe_j}}{A_T - A_{Pi}} \cdot \frac{Z_j}{\alpha_i \cdot (R_{Pe_j} + 0,06)} \cdot \bar{\theta}_{E_{Pe_j}} + \frac{A_{F_j}}{A_T - A_{Pi}} \cdot \frac{Z_j}{\alpha_i \cdot R_{F_j}} \cdot \bar{\theta}_{E_{F_j}} \right] \quad (13)$$

$$\bar{\theta}_{E_{Pe_j}} (Z_j \neq 1) = \bar{\theta}_{iN_j}; \quad \bar{\theta}_{E_{Pe_j}} = 0,022 I_{j_k} + \bar{\theta}_{e_k}; \quad \bar{\theta}_{E_{F_j}} = C_{F_j} \cdot I_{j_k} + \bar{\theta}_{e_k}$$

Coeficientul C_{F_j} are următoarele valori funcție de tipul ferestrei:

- geam dublu, $C_F = 0,088$;
- geam triplu, $C_F = 0,092$

$$U = 6,12504 \cdot 10^{-4} \cdot T_1 + 2,26404 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{T_1^2}{T} \quad (14)$$

T - constanta de timp a construcției care se determină cu relația:

$$T = \frac{0,232 M}{(A_T - A_{Pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a \cdot V \cdot A_2} [h] \quad (15)$$

cu condiția ca $T_1 \leq 8$ h/zi în care

T_1 - durata medie zilnică a întreruperii funcționării instalației de încălzire [h]

- Valoarea medie anuală a temperaturii interioare reduse se determină cu relația:

$$\bar{\theta}_{iR} = \sum_k a_k \cdot \bar{\theta}_{iR_k} \quad (16)$$

în care coeficienții a_k sunt înscrși în tabelul 1.

- Duratele măsurate în zile ale perioadelor de încălzire în lunile octombrie și aprilie, notate cu D_X , respectiv D_{IV} se determină prin intersecția curbei $\bar{\theta}_{evi_k}$ cu

dreapta $\bar{\theta}_{iR}$. Valorile D_X și D_{IV} trebuie să îndeplinească condițiile:

$$\begin{aligned} 0 \leq D_X & \leq 31 \\ 0 \leq D_{IV} & \leq 30 \end{aligned}$$

2.3. Relația de calcul a necesarului anual de căldură pentru încălzirea spațiilor încălzite adiacente locuințelor dar nelocuite (garaje etc.) este următoarea:

$$Q^N = 34,56 \cdot N_c^{\theta_i} \cdot \left[3 \cdot \sum_p \frac{A_{N_p}}{R_{N_p}} - 1,2 \cdot \left(\sum_p \frac{A_{N_p}}{R_{N_p}} + \sum_s \frac{A_{INS}}{R_{INS}} \right) \right] \cdot 10^{-6} [GJ/an] \quad (17)$$

2.4. Se determină rezistența termică medie a anvelopei spațiului încălzit cu relația:

$$\bar{R} = \frac{\sum_j A_j}{\sum_j \frac{Z_j \cdot A_j}{R_j}} [m^2 K/W] \quad (18)$$

2.5. Se determină necesarul anual de căldură care trebuie să fie asigurat de instalația de încălzire interioară cu relația:

$$Q = Q_{Loc}^{an} + Q^N \quad [GJ/an] \quad (19)$$

2.6. Se determină indicii specifici de necesar de căldură:

$$q_s = 278,18 \cdot \frac{Q}{A_{Loc}} \quad [kWh/m^2 \cdot an] \quad (20)$$

$$q_v = 278,18 \cdot \frac{Q}{V_c} \quad [kWh/m^3 \cdot an] \quad (21)$$

2.7. Se reprezintă grafic funcțiile:

$$q_s = q_s(\bar{R})$$

$$q_v = q_v(\bar{R})$$

Se stabilește valoarea \bar{R}_{opt} , fie ca optim economic, fie ca optim tehnic în cazul adoptării soluției care răspunde la dezideratul de dezvoltare durabilă a mediului construit.

2.8. Procedura de calcul este următoarea:

1. Funcție de soluția de arhitectură proprie construcției se determină: $A_T, A_{Pi}, V_C, A_{Loc}, \theta_{ic}$. Se alege valoarea T_1 și structura elementelor de construcție prin valorile rezistențelor termice corectate R_j' .

2. Se calculează coeficientul de transfer de căldură superficială α_j .

3. Se determină pentru fiecare element de construcție perimetral, factorul de corecție Z_j utilizând relațiile (3), (4), (5) și (6).

4. Se determină coeficienții A_1, A_2, A_3, A_4 cu relațiile (2), (7), (8), și (9). Factorul f_{θ_a} se alege din Anexa 3 funcție de sistemul de încălzire.

5. Se determină temperaturile echivalente $\theta_{Epe_{j,k}}$ și $\theta_{E_{F_{j,k}}}$.

6. Se determină cu relația (13), temperatura echivalentă pentru fiecare lună k , θ_{E_k} .

7. Se determină cu relația (12), temperatura exterioară virtuală $\theta_{evi_{F_{j,k}}}$ pentru fiecare lună k .

8. Se determină cu relația (15), constanta de timp, T .

9. Se determină cu relația (14), valoarea $U(T, T_1)$.

10. Se determină cu relația (11), temperatura interioară redusă din fiecare lună k .

11. Cu relația (16) se determină valoarea medie anuală a temperaturii interioare reduse, $\bar{\theta}_{iR}$.

12. Se reprezintă grafic funcțiile θ_{evi_k} și $\bar{\theta}_{iR}$ în raport cu numărul de zile din sezonul de încălzire. Fiecare valoare θ_{evi_k} este specifică zilei a 15-a din fiecare lună.

13. Se determină, din intersecția celor două curbe (o curbă și o dreaptă paralelă cu axa absciselor) duratele de încălzire din lunile octombrie și aprilie, D_X respectiv D_{IV} .

14. Se determină pentru fiecare lună k valorile:

$$\Delta\theta_k = \bar{\theta}_{iR} - \theta_{evi_k}$$

15. Se determină, funcție de valorile D_X și D_{IV} și de valorile $\Delta\theta_k$, numărul anual real de grade-zile de încălzire $N_{GZ}^{(an)}$, cu relația (10).

16. Se determină coeficientul C conform procedurii din Partea I a prezentului ghid.

17. Se determină necesarul anual de căldură pentru spațiul locuit $Q_{Loc}^{(an)}$ cu relația (1).

18. Se determină necesarul de căldură pentru încălzirea spațiilor anexe Q^N cu relația (17).

19. Se determină necesarul anual de căldură al construcției cu relația (19).

20. Se determină indicii specifici de necesar de căldură q_s și q_v cu relațiile (20) și (21).

21. Se determină rezistența termică medie a anvelopei spațiului locuit \bar{R} cu relația (18).

22. Se repetă procedura cu alte tipuri de închideri perimetrale caracterizate de rezistențe termice.

23. Se determină funcțiile:

$$q_s = q_s(\bar{R})$$

$$q_v = q_v(\bar{R})$$

și valoarea \bar{R}_{opt} , fie din punct de vedere al optimului economic, fie din punct de vedere al conceptului de dezvoltare durabilă.

24. Se determină caracteristica geometrică a construcției ca raport între suprafața elementelor de construcție perimetrale prin care este dirijat fluxul termic și volumul construit, A/V_C .

Lista principalelor notații:

- A_{Pi} - suprafața pereților interiori orientată către spațiul încălzit, [m²];
- A_T - suprafața totală de transfer de căldură formată din suprafața pereților interiori și suprafața elementelor de construcție exterioare determinată conform art.2.1.1 din SR 1907-1/1997, [m²];
- A_{Pj} - suprafața peretelui exterior cu orientarea j, calculată conform SR 1907-1/1997, [m²];
- A_{Fej} - suprafața ferestrei cu orientarea j, [m²];
- A_{Loc} - suprafața locuibilă, [m²];
- A_{Np} - suprafața pereților exteriori ai spațiului încălzit nelocuibil calculată conform SR 1907-1/1997, [m²];
- A_{INS} - suprafața pereților care delimitează spațiul încălzit nelocuit de spațiul încălzit locuit calculată conform SR 1907-1/1997;
- V_C - volumul construit al spațiului locuit, [m³];
- n_a - numărul de schimburi de aer necesar asigurării confortului fiziologic, [h⁻¹];
- R'_{Pej} - rezistența termică specifică corectată a peretelui exterior având suprafața A_{Pcj} , [m²K/W];
- R'_{Fj} - rezistența termică a ferestrei cu suprafața A_{Fej} , [m²K/W];

R'_{Np} - rezistența termică specifică corectată a pereților exteriori ai spațiului încălzit nelocuit, având suprafața A_{Np} , [m²K/W];

R'_{INS} - rezistența termică specifică corectată a pereților ce delimitează spațiul încălzit nelocuit de spațiul încălzit locuit, având suprafața A_{INS} , [m²K/W];

a - aportul intern specific, determinat conform Anexei 1, [W/m²];

M - masa activă a elementelor de construcție în contact cu aerul interior determinată conform Anexei 4, [kg];

T_1 - durata medie zilnică a întreruperii funcționării instalației de încălzire, [h];

T - constanta de timp a construcției, [h];

N_C^{θ} - numărul anual de grade-zile de calcul, determinat conform

SR 4839-97, art.2.4.

Indici:

j - orientarea elementului de construcție;

k - indicele lunii din sezonul de încălzire;

s - numărul de ordine al elementelor de construcție care separă spațiul încălzit locuit de spațiul încălzit nelocuit.

DETERMINAREA APORTURILOR ENERGETICE INTERIOARE

1. Ocupanți

Fluxul termic emis de persoana adultă variază între 65 W (perioada somnului) și 200 W (activitate fizică moderată). Valoarea depinde și de suprafața corpului și de starea acesteia (gradul de îmbrăcare).

Ținând seama de absența din locuință pe o durată medie zilnică de 10 h, rezultă valoarea tipică

$$65 \cdot N_p \quad [W]$$

în care N_p este numărul de persoane din locuință

2. Utilizarea apei calde

Ținând seama de sistemul de preparare a apei calde și de activitatea casnică care implică utilizarea acesteia, se recomandă relația:

$$20 + 15 \cdot N_p \quad [W]$$

3. Prepararea hranei

Ținând seama că prepararea hranei se efectuează prioritar prin utilizarea combustibilului gazos, valoarea recomandată este de 110 W.

4. Activități casnice care implică utilizarea energiei electrice:

Radio și Tv 30 W

Frigider 40 W

Mașina de spălat 20 W

Fier de călcat 20 W

Aspirator 20 W

Diverse 20 W

TOTAL: 150 W

5. Iluminat

Apartament mediu (familie cu copil): 45 W

6. Total aporturi energetice interne pentru un apartament mediu cu trei persoane:

$$A_{Loc} = 72 \text{ m}^2$$

- Ocupanți	65 x 3 =	195 W
- Apa caldă	20 + 15 x 3 =	65 W
- Preparare hrană		110 W
- Aparate casnice		150 W
- Iluminat		45 W

TOTAL: 565 W

7. Aportul energetic mediu specific

$$a = \frac{565}{72} = 8 \text{ W/m}^2$$

Nota: Valorile sunt specifice unui apartament mediu.

PARAMETRII CLIMATICI EXTERIORI PENTRU SEZONUL DE ÎNCĂLZIRE

1. Intensitatea radiației solare totale (directă și difuză) se prezintă sub forma valorilor medii zilnice pe plan orizontal și pe plan vertical cu orientările S, SE, SV, E, V, NE, NV, N pentru lunile X - IV, pentru orașele : Constanța, Iași, Craiova, Curtea de Argeș, București, Târgu-Jiu, Oradea, Timișoara, Satu Mare, Târgu Secuiesc, Cluj.

Tabelul 1

Radiația solară totală pe plan vertical și orizontal [W/m²]

ORAȘ	LUNA DIRECȚIA	X	XI	XII	I	II	III	IV
CON- STANȚA	ORIZONTAL	113,1	58,2	42,1	56,4	87,3	129,5	176,0
	S	131,8	88,0	70,9	94,7	117,6	109,3	100,8
	SE, SV	111,1	68,0	54,3	74,3	98,3	93,0	86,3
	E, V	73,5	36,3	27,0	36,3	63,0	68,0	81,0
	NE, NV	35,2	16,2	12,6	15,3	29,9	40,5	54,5
	N	23,1	14,9	11,9	14,0	20,2	30,1	40,1
IAȘI	ORIZONTAL	103,5	46,4	34,2	42,9	71,5	120,0	162,3
	S	115,6	63,1	57,7	65,7	86,8	100,0	91,8
	SE, SV	95,4	49,4	44,3	50,9	71,4	91,5	88,8
	E, V	60,0	28,4	22,7	26,7	44,8	63,4	74,1
	NE, NV	32,4	14,1	10,1	12,8	24,2	37,1	52,0
	N	22,0	13,0	9,5	12,0	18,4	28,5	39,4

ORAȘ	LUNA DIRECȚIA	X	XI	XII	I	II	III	IV
CRAIOVA	ORIZONTAL	113,1	54,3	41,3	49,8	88,8	121,2	166,0
	S	127,6	76,6	68,1	78,2	114,5	100,3	94,0
	SE, SV	105,3	59,5	52,4	60,3	93,2	92,0	90,9
	E, V	65,8	33,5	27,2	31,2	56,8	64,1	75,7
	NE, NV	35,1	15,8	12,6	14,4	28,6	37,9	52,8
	N	23,5	14,5	11,9	13,4	20,7	29,3	39,9
CURTEA DE ARGEȘ	ORIZONTAL	112,3	56,5	45,2	54,6	88,8	120,4	154,4
	S	126,6	80,2	82,7	90,4	114,5	99,6	87,0
	SE, SV	104,5	62,3	62,9	69,3	93,2	91,3	84,3
	E, V	65,3	34,9	30,9	34,8	56,8	63,6	70,6
	NE, NV	34,8	16,3	12,3	14,9	28,2	37,5	50,1
	N	23,3	15,0	11,5	13,7	20,7	29,1	38,6
BUCU- REȘTI	ORIZONTAL	114,2	54,3	41,3	49,6	85,1	124,7	167,2
	S	132,5	76,6	67,9	78,2	110,4	103,9	95,6
	SE, SV	95,1	59,5	52,1	61,6	91,7	88,7	82,0
	E, V	72,5	32,2	26,3	30,9	58,2	65,2	76,8
	NE, NV	34,6	15,6	12,7	14,2	28,2	38,5	52,2
	N	23,6	14,5	11,9	13,3	20,5	30,0	38,8

ORAȘ	LUNA DIRECȚIA	X	XI	XII	I	II	III	IV
TÂRGU JIU	ORIZONTAL	108,5	52,1	41,0	49,9	78,6	115,4	173,2
	S	120,9	72,4	71,5	79,1	101,3	95,6	98,3
	SE, SV	100,0	56,4	54,6	60,9	82,4	87,5	95,0
	E, V	62,9	32,0	27,6	31,4	50,2	60,9	78,6
	NE, NV	34,1	15,3	11,7	14,3	25,2	36,0	54,1
	N	23,1	14,2	11,0	13,3	18,3	27,9	40,2
ORADEA	ORIZONTAL	111,0	51,3	35,6	44,4	78,6	115,4	164,7
	S	127,1	73,4	61,5	69,4	99,0	95,6	93,2
	SE, SV	104,5	57,0	47,1	53,5	80,9	87,5	90,2
	E, V	64,9	31,7	23,8	27,8	49,9	60,9	75,0
	NE, NV	33,9	14,6	10,3	12,9	25,8	36,0	52,3
	N	22,2	13,5	9,8	12,0	19,1	27,9	39,5
TIMIȘOA- RA	ORIZONTAL	110,1	50,0	35,9	45,1	78,7	118,5	162,1
	S	126,8	67,8	58,4	67,7	96,4	98,1	92,3
	SE, SV	107,2	52,9	44,9	53,7	79,9	83,7	79,4
	E, V	71,0	28,9	22,4	27,1	50,3	61,8	74,7
	NE, NV	34,5	14,9	10,9	13,4	25,8	37,0	51,8
	N	23,1	14,0	10,5	12,7	20,1	28,9	39,4

ORAȘ	LUNA DIRECȚIA	X	XI	XII	I	II	III	IV
SATU MARE	ORIZONTAL	106,5	47,1	34,5	44,3	77,0	120,4	164,6
	S	121,4	65,4	60,9	71,3	97,2	100,1	93,2
	SE, SV	100,0	50,9	46,6	54,8	79,4	91,7	90,1
	E, V	62,2	28,8	23,5	27,9	48,8	63,7	75,0
	NE, NV	32,9	13,8	10,0	12,4	25,2	37,4	52,3
	N	21,6	12,8	9,4	11,5	18,6	28,8	39,5
TÂRGU SECUIESC	ORIZONTAL	115,1	58,2	33,9	49,9	81,6	124,4	165,3
	S	131,1	85,6	50,9	78,1	103,0	103,0	93,6
	SE, SV	108,0	66,1	39,8	60,2	84,2	94,4	90,4
	E, V	67,2	36,4	21,6	31,2	51,8	65,7	75,2
	NE, NV	35,5	16,2	11,2	14,4	26,7	38,8	52,5
	N	23,4	14,8	10,7	13,4	19,8	30,0	39,6
CLUJ	ORIZONTAL	108,9	52,5	31,2	45,2	79,9	122,6	165,9
	S	124,2	75,8	50,2	70,1	101,3	102,9	94,2
	SE, SV	102,2	58,7	38,8	54,2	82,7	94,0	90,9
	E, V	63,6	32,7	20,3	28,2	50,8	64,9	75,3
	NE, NV	33,5	15,0	9,6	13,3	26,0	37,5	52,0
	N	22,1	13,7	9,2	12,3	19,2	28,6	38,7

2. Temperatura exterioară se prezintă sub forma valorilor medii lunare pentru aceleași orașe pentru care se dau valorile intensității radiației solare totale.

Tabelul 2

Temperatura exterioară medie lunară multianuală [°C]

ORAȘ	LUNA	X	XI	XII	I	II	III	IV
CONSTANȚA		13,1	8,0	-3,2	0,5	1,6	4,6	9,9
IAȘI		10,0	4,3	-0,6	-3,7	-1,8	3,0	10,3
CRAIOVA		11,1	5,0	0,1	-2,3	-0,1	4,7	11,1
CURTEA DE ARGEȘ		8,7	4,0	-0,4	-2,6	-0,8	3,5	9,4
BUCUREȘTI		10,8	5,2	0,2	-2,4	-0,1	4,8	11,3
TÂRGU JIU		10,1	4,7	-0,2	-2,3	0,2	5,0	11,0
ORADEA		10,6	5,2	0,4	-2,0	0,6	5,2	10,8
TIMIȘOARA		11,0	5,6	0,8	-1,6	1,2	5,8	11,2
SATU MARE		9,5	4,5	-0,3	-3,2	-0,5	4,5	10,2
TÂRGU SECUIESC		7,3	2,1	-2,9	-5,8	-3,5	1,4	7,6
CLUJ		8,5	2,9	-1,2	-3,6	-1,2	4,0	9,1

FACTORUL DE TEMPERATURĂ f_{θ_a}

Se exprimă funcție de sistemul de încălzire

- a. încălzire cu aer cald
- b. încălzire cu sobe de teracotă
- c. încălzire cu corpuri statice
- d. încălzire de joasă temperatură prin plafon
- e. încălzire de joasă temperatură prin pardoseală

Sistem	a	b	c	d	e
f_{θ_a}	1,120	1,098	1,062	1,025	1,000

DETERMINAREA MASEI ACTIVE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

Masa activă, M , a elementelor de construcție reprezintă masa tuturor elementelor de construcție interioare și exterioare care resimte variațiile diurne ale temperaturii aerului interior cauzate de intermitența în funcționare a instalației de încălzire.

Masa activă a unui element de construcție se determină cu relația:

$$M_n = A_n \cdot \sum_p \rho_{pn} \cdot \delta_{pn}$$

ρ_p - densitatea materialului "p" din zona activă [kg/m^3];

δ_p - grosimea materialului "p" din zona activă [m];

A_n - suprafața interioară a elementului de construcție "n" [m^2];

Pentru beton, cărămidă, BCA, $\delta_{p\max} = 0,10$ m

Pentru materiale izolante $\delta_{p\max} = 0,05$ m

Masa activă a tuturor elementelor de construcție se determină cu relația:

$$M = \sum_n M_n$$

Condiția necesară utilizării valorii M în procedura de calcul este:

$$\frac{M}{A_{Loc}} \geq 250 \text{ kg/m}^2$$

LISTA STANDARDELOR ȘI NORMATIVELOR CONEXE PREZENTULUI GHID

- SR 1907-1/1997 - Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul.
- SR 1907-2/1997 - Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.
- SR 4839-1997 - Instalații de încălzire. Numărul anual de grade-zile.
- SR 6472-3/1989 - Fizica construcțiilor. Termotehnica. Calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor
- C.107/1-1997 - Normativ privind calculul coeficientului global de izolare termică la clădiri de locuit.
- C.107/3-1997 - Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor
- C.107/4-1997 - Ghid pentru calculul performanțelor termotehnice ale clădirilor de locuit
- Calculation of space heating requirements for residential buildings ISO 9164-1989 (E).

EXEMPLU DE CALCUL

Să se determine variația necesarului de căldură anual al unei construcții de locuințe de tip individual, cu regim de înălțime P+1E, amplasată în orașul București, alimentată cu căldură de la un punct termic automatizat, în raport cu rezistența termică medie a elementelor de construcție adiacente mediului exterior.

Instalația interioară de încălzire este realizată cu corpuri statice prevăzute cu dispozitive de reglare automată a temperaturii interioare și funcționează cu o durată medie zilnică de întrerupere de 6 h.

Configurația construcției este cea din Anexa E1.

În exemplul de față construcția este prevăzută cu subsol tehnic neîncălzit.

ETAPELE CALCULULUI

a. DATE NECESARE

a₁. Pe baza planurilor de arhitectură din Anexa E1 se determină:

$$\begin{aligned} A_{Pe(SE)} &= 37,88 \text{ m}^2 & A_{Pl(sb)} &= 110 \text{ m}^2 \\ A_{Pe(SV)} &= 43,73 \text{ m}^2 & A_{Fe(SE)} &= 19,44 \text{ m}^2 \\ A_{Pe(S)} &= 13,85 \text{ m}^2 & A_{Fe(SV)} &= 10,02 \text{ m}^2 \\ A_{Pe(NV)} &= 40,59 \text{ m}^2 & A_{Fe(S)} &= 4,54 \text{ m}^2 \\ A_{Pe(NE)} &= 58,50 \text{ m}^2 & A_{Fe(NV)} &= 19,44 \text{ m}^2 \\ A_{Pl(T)} &= 110 \text{ m}^2 & A_{Fe(NE)} &= 6,35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{NP} &= 67,22 \text{ m}^2 \\ A_{INS} &= 39,59 \text{ m}^2 \\ A_{Pi} &= 464,3 \text{ m}^2 \\ A_T &= 961,76 \text{ m}^2 \\ A_{Loc} &= 212 \text{ m}^2 \\ V_C &= 549,2 \text{ m}^3 \\ \theta_{ic} &= 19,2 \text{ grad C} \\ n_a &= 0,6 \text{ h}^{-1} \end{aligned}$$

a₂. Din Anexa 1, $a=8 \text{ W/m}^2$

a₃. Din Anexa 2 se extrag:

- intensitatea radiației solare totală pe plan vertical și orizontal, $[\text{W/m}^2]$;
- temperatura exterioară medie lunară, $[\text{grad C}]$.

Valorile sunt prezentate în tabelul E1.

Tabelul E1

LUNA	Intensitatea radiației solare totală pe plan vertical și orizontal $[\text{W/m}^2]$						Temperatura exterioară
	E V	SE SV	S	NV NE	N	ORIZ.	
X	72,5	95,1	132,2	34,6	23,3	114,2	10,8
XI	32,2	59,5	76,6	15,6	14,5	54,3	5,2
XII	26,3	52,1	67,9	12,7	11,9	41,3	0,2
I	30,9	61,7	78,2	14,2	13,3	49,6	-2,4
II	58,2	91,7	110,4	28,2	20,5	85,1	-0,1
III	65,2	88,7	103,9	38,5	30	124,7	4,8
IV	76,8	82	95,6	52,2	38,8	167,2	11,8

$$\bar{\theta}_e = 3,18 \text{ grad C}$$

a₄. Din Anexa 3 rezultă: $f_{\theta_a} = 1,062$

a₅. Pe baza Anexei 4 se determină masa activă a tuturor elementelor de construcție.

Rezultă: $M=200.000 \text{ kg}$

a₆. Din Partea I a prezentului ghid, ținând seama de valoarea $N_{\theta_{eo}}^{20} = 3170 \text{ grade-zile}$, rezultă coeficienții:

$$\begin{aligned} Y &= 0,96 & C_b &= 1 \\ C_R &= 0,9 & C_T &= 1 \\ C &= 0,864 \end{aligned}$$

a₇. Conform SR 4839-97 pentru orașul București rezultă:

$$N_{\theta_{e0}}^{20} = 3170 \text{ grade-zile}; \Delta\theta_{e0} = 190 \text{ zile}$$

și în consecință: $N_{\theta_{e0}}^{12} = 1650 \text{ grade-zile (pentru garaj)}$

a₈. Rezistențele termice ale elementelor de construcție opace și transparente care alcătuiesc anvelopa exterioară a construcției constituie elementele variabile și sunt prezentate în tabelul E2.

Tabelul E2

Caz	1	2	3	4	5	6	7
Rezistențe termice							
R'_{Pe}	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
R_{Pe_m}	1,06	1,26	1,46	1,66	1,86	2,06	2,26
R'_{PI_T}	1,50	1,65	1,80	1,95	2,05	2,20	2,35
$R_{PI_{Tm}}$	1,56	1,71	1,86	2,01	2,11	2,26	2,41
$R_{PI_{sb}}$	1,00	1,00	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00
$R_{PI_{sbm}}$	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
R_F	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56

Calculule detaliate sunt întocmite pentru cazul 7 din tabelul E2, pentru celelalte prezentându-se numai rezultatele finale.

a₉. Se verifică condițiile:

$$\frac{M}{A_{Loc}} \geq 250 \text{ kg/m}^2$$

$$T_1 \leq 8 \text{ h/zi}$$

b. CALCULUL EFECTIV

b₁. Se calculează coeficientul α_i cu relația:

$$\alpha_i = 3,00 + 3,20 \cdot \frac{A_T}{A_{Pi}}; \quad \alpha_i = 9,6285 \text{ W/m}^2\text{K}$$

b₂. Se determină temperaturile medii lunare ale spațiilor neîncălzite adiacente spațiilor încălzite (în cazul de față subsolul neîncălzit). Rezultă valorile:

LUNA	oct.	nov.	dec.	ian.	feb.	mar.	apr.
θ_{sb_k}	11,27	10,01	8,82	8,20	8,75	9,92	11,48

grad C

și valoarea medie anuală: $\bar{\theta}_{iN_j} = \bar{\theta}_{sb} = 9,57 \text{ grad C}$

b₃. Se calculează valorile Z_j pentru elementele de construcție care separă spațiul încălzit de spații învecinate neîncălzite, sau încălzite la o temperatură sensibil inferioară temperaturii spațiului încălzit ($\Delta\theta > 5^\circ\text{C}$), adiacent elementului de construcție j, cu relația:

$$Z_j = \frac{\theta_{ic} - \bar{\theta}_{iN_j}}{\theta_{ic} - \bar{\theta}_e}$$

Pentru elementele de construcție care separă spațiul încălzit de mediul exterior $Z_j = 1$.

Rezultă valorile:

$$Z_j = 0,4495$$

$$Z_j = 0,601433$$

pentru pereții către garaj

pentru planșeul peste subsol

b₄. Se calculează coeficienții: A₁, A₂, A₃, A₄.

Rezultă valorile:

$$A_1 = 0,944$$

$$A_2 = 1,1589$$

$$A_3 = 0,7731$$

$$A_4 = 1,1775$$

b₅. Se determină temperaturile exterioare echivalente medii lunare, $\theta_{E_{pej_k}}$

pentru pereți exteriori și $\theta_{E_{fj_k}}$ pentru ferestre exterioare (geam triplu

C_F=0,092).

Valorile rezultate sunt înscrise în tabelul E3.

Tabelul E3

ORIENT. LUNA	SUPRAFETE OPACE					FERESTRE EXTERIOARE		
	SE SV	S	NE NV	PI _T	PI _{sb}	SE SV	S	NE NV
X	12,892	13,708	11,561	13,312	11,27	19,55	22,96	13,98
XI	6,509	6,885	5,543	6,395	10,01	10,67	12,25	6,64
XII	1,346	1,694	0,479	1,109	8,82	4,99	6,45	1,37
I	-1,045	-0,680	-2,087	-1,309	8,20	3,27	4,79	-1,09
II	1,917	2,329	0,520	1,772	8,75	8,34	10,06	2,49
III	6,751	7,086	5,647	7,543	9,92	12,96	14,36	8,34
IV	13,604	13,903	12,948	15,478	11,48	19,34	20,60	16,60

b₆. Se calculează temperatura exterioară echivalentă medie lunară a construcției, θ_{E_k} , cu relația (13).

$$\begin{aligned} \theta_{E_k} = & 0,007539 \cdot \theta_{E_{pe(SE,SV)}} + 0,001279 \cdot \theta_{E_{pe(S)}} + 0,004967 \cdot \theta_{E_{pe(NE,NV)}} + \\ & + 0,003505 \cdot \theta_{E_{f(ARA)}} + 0,01303 \cdot \theta_{E_{f(Isb)}} + 0,009529 \cdot \theta_{E_{f(IT)}} + \\ & + 0,010983 \cdot \theta_{E_{f(SE,SV)}} + 0,001693 \cdot \theta_{E_{f(S)}} + 0,003475 \cdot \theta_{E_{f(NE,NV)}} \end{aligned}$$

Rezultatele sunt înscrise în tabelul E4.

b₇. Se calculează temperatura exterioară virtuală medie lunară a construcției θ_{evi_k}

cu relația (12). Rezultă valorile înscrise în tabelul E4.

b₈. Se determină temperatura interioară redusă, θ_{iR_k} , pentru regim de

funcționare cu intermitență a instalației de încălzire după cum urmează:

- Constanta de timp a construcției se calculează cu relația (15).

Rezultă: T=125,73 h.

- Valoarea coeficientului U, pentru T=125,73 h și T₁=6 h, se calculează cu relația (14). Rezultă U=0,010158.

- Se determină temperaturile interioare reduse θ_{iR_k} cu relația (11). Valorile rezultate sunt înscrise în tabelul E4.

b₉. Se determină valoarea $\bar{\theta}_{iR}$ cu relația (16). Rezultă: $\bar{\theta}_{iR} = 14,60 \text{ grad } C$.

b₁₀. Se determină duratele medii lunare de încălzire, D_k, cu ajutorul graficului din fig.E1. Valorile D_k rezultate sunt înscrise în tabelul E4.

b₁₁. Se calculează numărul real de grade-zile de încălzire $N_{GZ}^{(an)}$, pentru spațiul locuit, cu relația (10). Rezultă:

$$N_{GZ}^{(an)} = 1490,331$$

Tabelul E4

LUNA	X	XI	XII	I	II	III	IV	U.M.
θ_{E_k}	0,79	0,48	0,253	0,158	0,31	0,527	0,83	grad C

LUNA	X	XI	XII	I	II	III	IV	U.M.
θ_{evi_k}	13,02	7,59	3,40	1,52	4,09	8,12	13,77	grad C
θ_{iR_k}	14,60	14,53	14,50	14,47	14,50	14,54	14,60	grad C
$\theta_{iR_k} - \theta_{evi_k}$	1,57	6,95	11,09	12,95	10,41	6,42	0,827	grad C
D_k	22	30	31	31	28	31	16	zile

b₁₂. Necesarul anual de căldură pentru încălzirea spațiului de locuit se calculează cu relația (1). Rezultă: $Q_{Loc}^{an} = 46,28442 \text{ GJ/an}$

b₁₃. Necesarul anual de căldură pentru încălzirea spațiilor adiacente locuințelor dar nelocuie (garaj) se calculează conform art. 2.3. Rezultă:

$$Q^N = 1,904809 \text{ GJ/an}$$

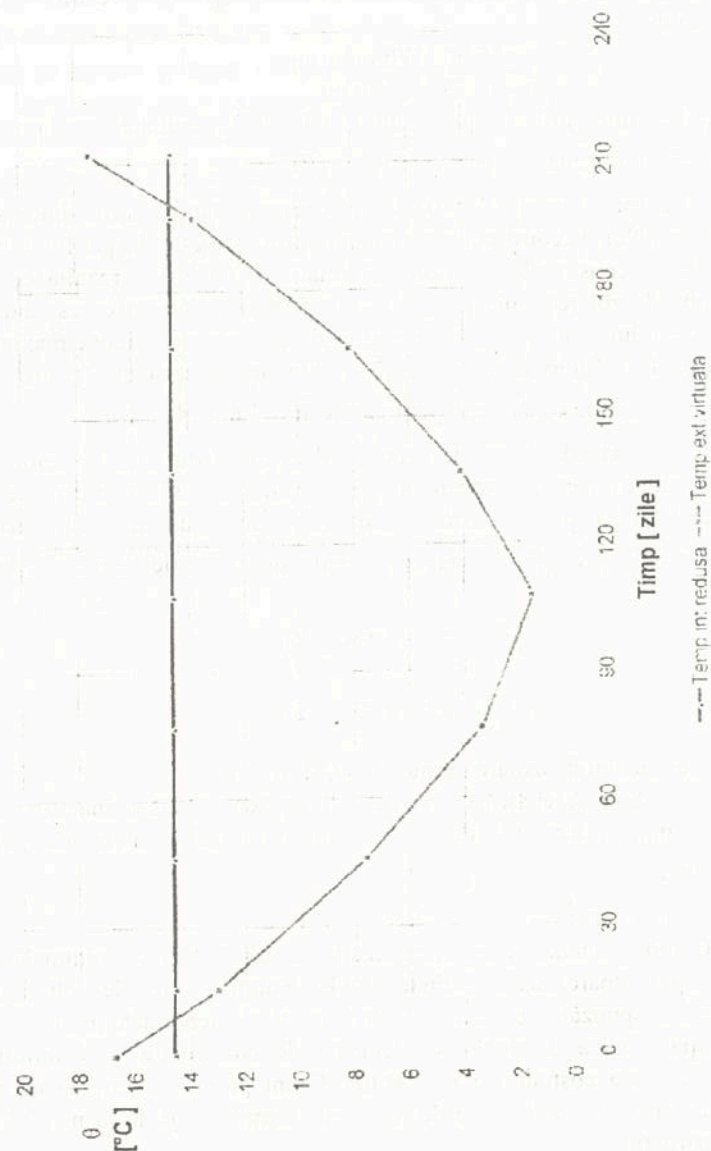
b₁₄. Necesarul anual de căldură al construcției este

$$Q = Q_{Loc}^{an} + Q^N = 48,18923 \text{ GJ/an}$$

b₁₅. Rezistența termică medie a elementelor de construcție adiacente mediului exterior se calculează cu relația (18). Rezultă:

$$\bar{R} = \frac{\sum_n A}{\sum_n \frac{Z \cdot A}{R'}} = 1,808794 \text{ m}^2 \text{K/W}$$

Fig. E.1 Determinarea duratei medii lunare de încălzire.



b₁₆. Se determină indicii de necesar de căldură q_s și q_v cu relațiile (20) și (21).
Rezultă:

$$q_s = 55,90 \text{ kWh/m}^2\text{an și}$$

$$q_v = 20,73 \text{ kWh/m}^3\text{an.}$$

b₁₇. Pentru cazurile 1-7 prezentate în tabelul E2 rezultatele sunt prezentate în fig.E2 sub forma curbelor $q_s(\bar{R})$ și $q_v(\bar{R})$.

b₁₈. Pentru valoarea $A/V_c = 0,9164 \text{ m}^{-1}$, reprezentând raportul dintre suprafața elementelor de construcție perimetrale prin care este disipat fluxul termic și volumul construcției, conform Normativ C 107/4-97, rezultă coeficientul global de izolare termic normat $G_{NB} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$, căruia îi corespund conform prezentului ghid, indicii specifici de necesar de căldură maxim admiși $q_s = 62,47 \text{ kWh/m}^2\text{an}$ și $q_v = 23,17 \text{ kWh/m}^3\text{an}$ și rezistența termică medie a elementelor de construcție perimetrale $\bar{R}_N = 1,66814 \text{ m}^2/\text{W}$.

Ținând seama de criteriul dezvoltării durabile conform analizei energetice din cadrul prezentului ghid, se adoptă soluția tehnică care conduce la realizarea rezistenței termice medii a elementelor de construcție perimetrale, $\bar{R}_{opt} = 1,80 \text{ m}^2\text{K/W}$, căreia îi corespund indicii specifici de necesar de căldură

$$q_s^{(2)} = 57,10 \text{ kWh/m}^2\text{an}$$

$$q_v^{(2)} = 21,18 \text{ kWh/m}^3\text{an}$$

și coeficientul de izolare termică $G = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Soluția tehnică care se va realiza practic se determină prin procedura de minimizare a costului de investiție cu condiția asigurării rezistenței termice medii \bar{R}_{opt} .

b₁₉. Comentarii:

1. Conform analizei energetice rezultă că soluția tehnică minimală este cea corespunzătoare cazului 5 din tabelul E2. Soluția proprie dezvoltării durabile este corespunzătoare cazului 7 din tabelul susmenționat. În ambele cazuri soluția tehnică detaliată pe elemente de construcție se determină prin minimizarea costului de investiție aferent protecției termice cu condiția realizării valorilor impuse de rezistența termică globală la nivelul întregii construcții.

2. Conform prevederilor "Ordonanței R.F.G. BGBl IS.2121/24.08.1994", rezistența termică medie $\bar{R} = 1,352 \text{ m}^2\text{K/W}$ căreia îi corespund indicii specifici de necesar de căldură $q_s = 80,05 \text{ kWh/m}^2\text{an}$, respectiv $q_v = 29,69 \text{ kWh/m}^3\text{an}$.

Coeficientul global de izolare termică are valoarea $G = 0,878 \text{ W/m}^2\text{K}$.

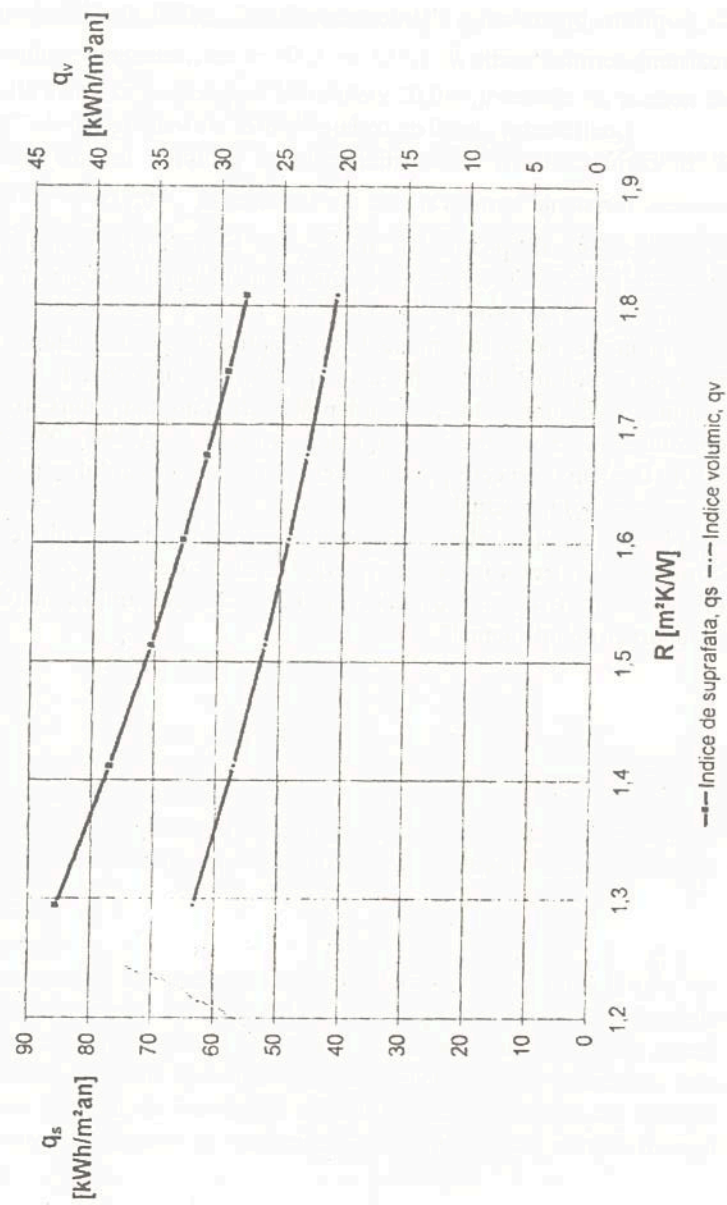
3. În cazul realizării construcției conform soluțiilor tehnice practicate în prezent, rezistența termică medie are valoarea $\bar{R}_{act} = 0,716 \text{ m}^2\text{K/W}$ careia îi corespund indicii specifici de necesar de căldură $q_s = 150,40 \text{ kWh/m}^2\text{an}$, respectiv $q_v = 55,78 \text{ kWh/m}^3\text{an}$. Coeficientul global de izolare termică are valoarea $G_{act} = 1,48 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4. Economii energetice anuale datorate aplicării soluțiilor tehnice moderne în raport cu soluția tehnică aplicată în prezent sunt următoarele:

- Aplicarea soluției tehnice, conform procedurilor normativului C 107/4-1997, conduce la economia energetică anuală de $\Delta Q = 21,085 \text{ MWh/an}$ (18,13 Gcal/an), respectiv o reducere cu 58,46% a necesarului anual de căldură în raport cu soluția actuală.

- Aplicarea soluției tehnice, conform conceptului de dezvoltare durabilă, conduce la economia energetică anuală de $\Delta Q = 22,37 \text{ MWh/an}$ (19,24 Gcal/an), respectiv o reducere cu 62,04% a necesarului anual de căldură în raport cu soluția actuală.

Fig. E.2 Variatia indicilor specifici de necesar de caldura (q_s , q_v) functie de rezistenta termica medie a anvelopei constructiei (R)



Anexa E1

INCĂPERI PARTER

NR.	Destinația	θ_i (°C)
1	Camera de zi	20
2	Hol	10
3	Bucătărie	10
4	Baie	22
5	Vestibul	10
6	Garaj	12
a	Cămară	0

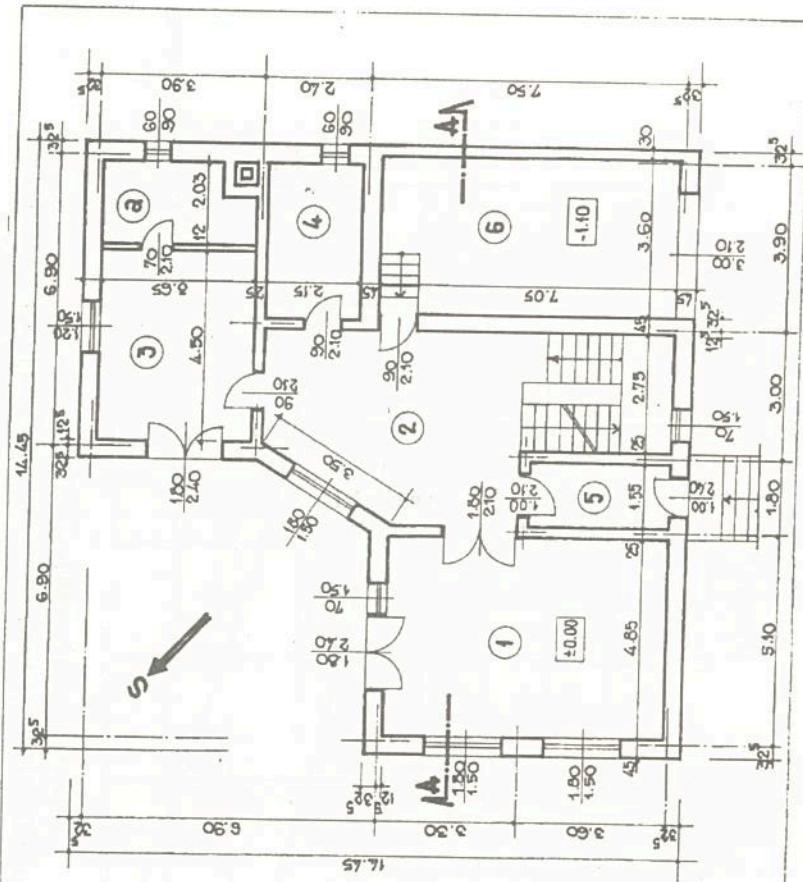


Fig. E1.

PLAN PARTER

INCĂPERI ETAJ

NR.	Destinația	θ_i (°C)
7	Dormitor	20
8	Dormitor	20
9	Hol	10
10	Dormitor	20
11	Baie	22

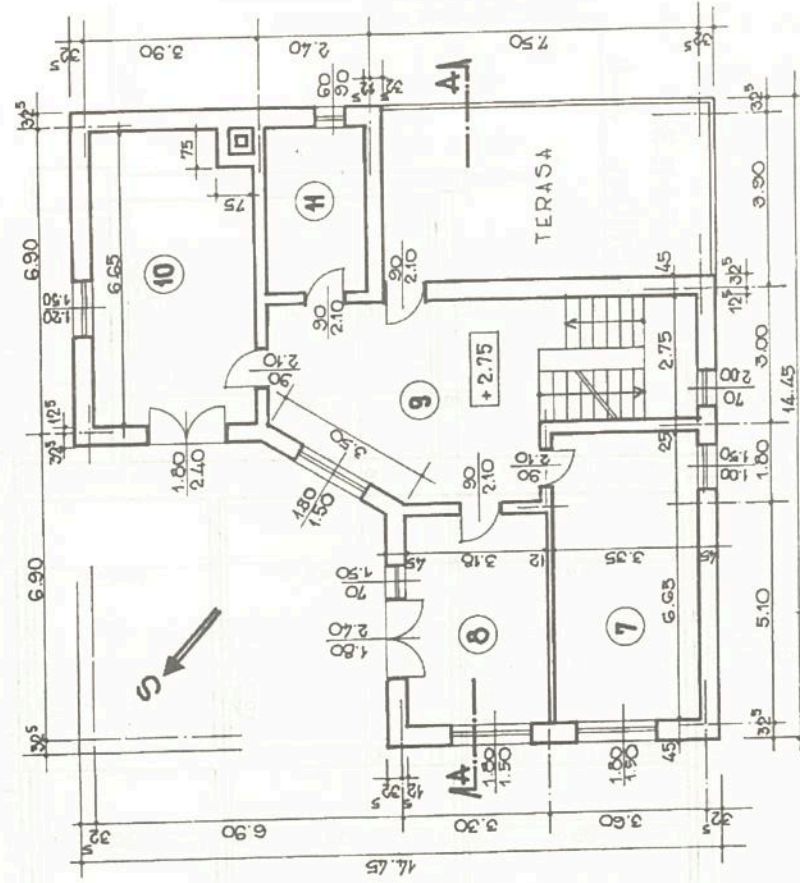


Fig. E2.

PLAN ETAJ

Fig. 43.

SECTION A-A

