# GHID PENTRU CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CALDURA AL CLADIRILOR DE LOCUIT

## Indicativ: GP 039-99

Cuprins


* Partea I: NECESARUL ANUAL DE CALDURA AL CLADIRILOR DE LOCUIT EXISTENTE
  * DOMENIU DE APLICARE SI CONDITII DE UTILIZARE
  * CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CALDURA
  * Anexa 1: DETERMINAREA VALORII $r_s$ DE REDUCERE A NECESARULUI ANUAL DE CALDURA DATORITA INFLUENTEI RADIATIEI SOLARE
  * EXEMPLU DE CALCUL
* Partea a II - a: NECESARUL ANUAL DE CALDURA AL CLADIRILOR DE LOCUIT NOU PROIECTATE
  * DOMENIU DE APLICARE SI CONDITII DE UTILIZARE
  * CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CALDURA
  * Anexa 1: DETERMINAREA APORTURILOR ENERGETICE INTERIOARE
  * Anexa 2: PARAMETRII CLIMATICI EXTERIORI PENTRU SEZONUL DE INCALZIRE
  * Anexa 3: FACTORUL DE TEMPERATURA $f_{ga}$
  * Anexa 4: DETERMINAREA MASEI ACTIVE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCTIE
  * Anexa 5: LISTA STANDARDELOR SI NORMATIVELOR CONEXE PREZENTULUI GHID
  * EXEMPLU DE CALCUL
  * Anexa E1


## Partea I: NECESAR ANUAL DE CALDURA AL CLADIRILOR DE LOCUIT EXISTENTE

### 1. DOMENIU DE APLICARE SI CONDITII DE UTILIZARE

1.1. Prezenta parte a ghidului pentru calculul necesarului anual de caldura al cladirilor se refera exclusiv la cazul cladirilor de locuit existente racordate la sisteme de încalzire centrala (termoficare, centrale termice proprii si centrale termice de cartier) si care nu au beneficiat de masuri de reabilitare privind protectia termica a elementelor de constructie exterioare.

1.2. Regimul de furnizare a caldurii în cazul cladirilor prevazute la art. 1.1 este de tipul continuu, în scopul realizarii conditiilor de confort termic necesar.

1.3. Se admite realizarea unor regimuri diferentiate de furnizare a caldurii între orele de zi si orele de noapte prin reducerea temperaturii interioare în orele de noapte (22:00-6:00) cu max. 3 ºC fata de valoarea impusa de conditiile de confort termic.

1.4. Necesarul de caldura este calculat tinându-se seama de influenta radiatiei solare asupra regimului termic din spatiile locuite.

1.5. Metoda de calcul propusa nu se aplica constructiilor dotate cu sisteme pasive si/sau active de utilizare a radiatiei solare si nici constructiilor dotate cu sisteme de recuperare a caldurii din fluidele evacuate (aer, apa).

[top]

### 2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CALDURA

2.1. Necesarul anual de caldura al unei cladiri de locuit se determina cu relatia:

$$Q_G = 6,85 \cdot 10^4 \cdot Y \cdot C_R \cdot C_b \cdot C_T \cdot (1 - \rho_s) \cdot \left( N^{\theta_i}_{\theta_{e0}} \cdot \frac{Q}{\theta_i - \theta_e} - 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot A_{LOC} \cdot D_{\theta_{e0}} \right) \quad [KJ/an] \quad (1)$$

în care:

$C_R$ – coeficient care tine seama de reducerea temperaturii interioare pe durata noptii. Valoarea $C_R$ se determina din fig. 1;

Y – coeficient care tine seama de variatia de timp a temperaturii exterioare. Valoarea Y se determina din fig. 2;

$\rho_s$ - coeficient care reflecta influenta radiatiei solare asupra necesarului de caldura. Valoarea $\rho_s$ se determina din Anexa 1;

$C_b$ – coeficient care tine seama de prezenta balcoanelor pe fatadele cladirilor de locuit (determinat conform art. 2.2);

$N^{\theta_i}_{\theta_{e0}}$ - numarul anual de grade-zile de calcul corespunzatoare perechii de valori

$\theta_i$ si $\theta_e$, conform SR 4839-97 - ?Numarul anual de grade-zile?;

Q – necesarul de caldura de calcul al cladirii identic cu puterea termica (pentru încalzire) instalata (KE);

$A_{LOC}$ – suprafata locuibila a întregii constructii, (mp);

$D_{\theta_{e0}}$ - durata conventionala a sezonului de încalzire conform SR 4839-97 - ?Numarul anual de grade-zile?;

$C_T$ - coeficient care tine seama de dotarea instalatiei interioare cu dispozitive de reglare automata a temperaturii interioare. Se determina conform art. 2.3;

$\theta_i$ - temperatura interioara medie de calcul a întregii constructii determinata conform SR 4839-97 - ?Numarul anual de grade-zile?;

$\theta_e$ - temperatura exterioara de calcul conform SR 1907-1/1977 - ?Necesarul de caldura de calcul. Prescripti de calcul?

2.3. Coeficientul $C_T$ are valoarea:

$C_T$ = 1,00 pentru instalatii dotate cu dispozitive de reglare termostatata;

$C_T$ = 1,08 pentru instalatii fara dispozitive de reglare termostatata.

[top]

**ANEXA 1**

## Determinarea valorii $r_s$ de reducere a necesarului anual de caldura datorita influentei radiatiei solare

1. Valoarea $\rho_s$ se determina din diagrama din fig. 1.1 în functie de valoarea x.

2. Valoarea x se determina cu relatia:

$$\chi = \sum_j Q_A / \sum_j Q_{NS} \quad (1.1)$$

în care:

$\sum_j Q_A$ - cantitatea de caldura datorata radiatiei solare receptionata de o constructie pe durata sezonului de încalzire, (KJ/an);

$\sum_j Q_{NS}$ - necesarul anual de caldura al constructiei neafectat de influenta radiatiei solare (KJ/an).

3. Valoarea $\sum_j Q_A$ se determina cu relatia:

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

în care:

$A_{F_j}$ - suprafata ferestrei orientata catre directia cardinala j (N, NE, E, SE, S, SV, V, NV, orizontal), (mp);

$A_{P_j}$ - suprafata peretelui orientata catre directia cardinala j (N, NE, E, SE, S, SV, V, NV, orizontal), (mp);

$F_j$ – coeficient de reducere a suprafetei $S_j$ care receptioneaza radiatia globala $I_{G_j}$, la o suprafata virtuala orientata catre sud. Coeficientul $F_j$ se determina cu relatia:

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

În tabelul 1.1 sunt înscrise valorile $F_j$ de calcul:

Tabelul 1.1

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $I_{G,SUD} = 1,48 \cdot 10^6$ [Kj/mpan] | | | | |
| 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: Suprafetele $A_{F_j}$ si $A_{P_j}$ se determina conform SR 1907/1-1997 - ?Necesarul de caldura de calcul. Prescriptii de calcul?

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

[top]

## EXEMPLU DE CALCUL

Sa se determine necesarul anual de caldura pentru un bloc de locuinte cu regim de înaltime P+4E, amplasat în orasul Bucuresti si alimentat cu caldura de la un punct termic automatizat. Cladirea este prevazuta cu balcoane deschise. Instalatia interioara de încalzire nu este prevazuta cu dispozitive de reglare automata a temperaturii interioare.

Date cunoscute

- puterea termica instalata: Q = 125,6 kW

- suprafata locuibila a întregii construc tii: $A_{LOC}$ = 1500 $m^2$

- temperatura interioara medie de calcul a întregii construc tii: $\theta_i$ = 18,4°C

**Etapele calculului**

1. Conform art. 2.1 se determina valoarea coeficientului ?Y?pentru $\theta_{e0}$ = 12°C. Rezulta Y = 0,96.

2. Din SR 4839-97 rezulta pentru orasul Bucuresti:

$N_{\theta_{e0}}^{20} = 3170$ grade – zile si $D_{\theta_{e0}} = 190$ zile

$N_{12}^{18,4} = 2866$ grade – zile

3. Conform graficului din fig. 1, curba 1, rezulta $C_R$ = 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 determina valoarea coeficientului $\rho_s$.

Calculul se efectueaza în urmatoarea succesiune:

- Utilizând relatia (1) se determina valoarea necesarului anual de caldura al cladirii neafectat de influenta radiatiei solare ($\rho_s$ = 0).

$$\sum Q_{NS} = 6,85 \cdot 10^4 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1,03 \cdot 1,08 \cdot \left(2866 \cdot \frac{125,6}{18,4+15} - 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 \cdot 190\right) = 7,09 \cdot 10^8 \quad [KJ/a$$

- Cu ajutorul relatiei 1.2 se determina cantitatea de caldura datorata radiatiei solare:

$$\sum_j Q_A = \left[0,38 \cdot (57,8 \cdot 0,22 + 31,7 \cdot 0,51 + 39,3 \cdot 1 + 42,9 \cdot 0,51) + \right.$$

$$\left. +0,025 \cdot (230 \cdot 0,22 + 230 \cdot 0,51 + 256 \cdot 1 + 213 \cdot 0,51 + 318 \cdot 0,87)\right] \cdot 1,48 \cdot 10^6 =$$

$$= 80,6 \cdot 10^6 \quad [KJ/an]$$

- Se determina valoarea parametrului ?x?cu relatia 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 citeste valoarea $\rho_s = 0,078$

7. Cu ajutorul relatiei (1) se determina necesarul anual de caldura:

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

[top]

## Partea a II-a: NECESARUL ANUAL DE CALDURA AL CLADIRILOR DE LOCUIT NOU PROIECTATE

### 1. DOMENIU DE APLICARE SI CONDITII DE UTILIZARE

1.1. Prezenta parte a ghidului descrie metoda de estimare a necesarului anual de caldura pentru încalzirea locuintelor noi în scopul realizarii conditiilor de confort termic.

1.2. Estimarea necesarului de caldura pentru încalzirea cladirilor de locuit serveste la optimizarea solutiilor de conservare a energiei si pentru estimarea necesarului de combustibil pentru asigurarea conditiilor de confort termic.

1.3. Pe baza necesarului anual de caldura se stabileste rezistenta termica medie a elementelor de constructie perimetrale care conduce la solutia tehnica optima din punct de vedere economic, sau la solutia tehnica proprie conceptului de dezvoltare durabila, care asigura eficienta energetica maxima a constructiei si a instalatiei de încalzire din dotarea acesteia.

1.4. Metoda de calcul care face obiectul prezentului ghid poate fi utilizata la stabilirea indicilor specifici de necesar de caldura, $q_s$ [kWh/m$^2$an] si $q_v$ [kWh/m$^2$an] corelati cu caracteristica geometrica globala a constructiei definita ca raportul dintre aria elementelor de închidere perimetrale si volumul construit, $A/V_c$ pentru diverse tipuri de constructii de locuit.

Pe baza rezistentei termice medie a elementelor de constructie perimetrala $\bar{R}_{opt}$ se determina coeficientul global de izolare termica, cu relatia:

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

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

1.5. Metoda nu poate fi aplicata în cazul constructiilor dotate cu sisteme de captare pasiva a radiatiei solare si cu dispozitive de recuperare a caldurii din fluide.

[top]

### 2. CALCULUL NECESARULUI ANUAL DE CALDURA

2.1. Metoda de calcul se bazeaza pe transferul de caldura în regim nestationar prin elementele de constructie

opace si transparente si tine seama de efectul aporturilor datorate activitatii umane si radiatiei solare asupra temperaturii interioare rezultante impusa de normele de confort termic. Metoda de calcul determina necesarul de caldura care trebuie sa fie asigurat de sistemul de încalzire interioara.

2.2. Relatia de calcul a necesarului anual de caldura pentru încalzirea spatiului de locuit este urmatoarea:

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

în care:

V – volumul aerului din spatiul încalzit egal cu 0,80 din volumul construit, $V_c$ [mc];

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

Y, $C_R$, $C_b$, $C_T$ se determina conform procedurii prezentata în Partea I a prezentului ghid;

$$\alpha_i = 3,00 + 3,20 \frac{A_T}{A_{pi}}$$

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

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

$Z_j$ – factor de corectie a diferentei de potential termodinamic caracteristic elementelor de constructie care delimiteaza spatiul încalzit;

$Z_j = 1$ – pentru elemente de constructie adiacente mediului exterior;

$Z_j = \frac{\theta_{ic} - \bar{\theta}_{iN_j}}{\theta_{ic} - \bar{\theta}_e}$ - pentru elemente de constructie adiacente unor spatii neîncalzite sau încalzite la o temperatura $\theta_{iN_j}$ sensibil inferioara temperaturii $\theta_{ic}$ a spatiului locuit;

$\bar{\theta}_e$ - temperatura exterioara medie teoretica a sezonului de încalzire care se determina cu relatia:

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

în care coeficientii $a_k$ 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 interioara medie pe durata sezonului de încalzire a spatiilor neîncalzite sau încalzite la o

temperatura sensibil inferioara temperat urii $\theta_{ic}$, $\left(\theta_{ic} - \bar{\theta}_{iN_j} > 5°C\right)$

- Temperatura interioara, în luna k, a spatiului casei scarilor (în cazul în care acesta nu este dotat cu instalatii de încalzire interioara) se determina functie de rezistenta termica corectata a elementelor de constructie adiacente spatiului locuit, $R'_{cs}$, cu relatiile:

$\theta_{cs_k} = 0,757 \cdot \theta_{ic} + 0,166 \cdot \theta_{e_k} + 0,80 + 0,32 \cdot \text{arctg}\left(0,05 \cdot \theta_{e_k}\right)$ pentru:

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

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

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

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

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

Temperatura interioara a spatiului subsolului tehnic neîncalzit în luna k se determina functie de rezistenta termica corectata a planseului adiacent spatiului locuit $R'_{sb}$, cu relatiile:

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

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

$\theta_{sb_k} = 7 + 0,30 \cdot \theta_{e_k} + 0,10 \cdot \left(3 - R'_{sb}\right)^2 \cdot \left[4,43787 \cdot (1 - 0,10 \cdot \theta_{e_k}) + 45,91716 \cdot \text{arctg}\left(0,05 \cdot \theta_{e_k}\right)\right]$ (5)

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

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

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

- Temperatura medie pe sezonul de încalzire a spatiilor neîncalzite, $\bar{\theta}_{iN_j}$, se determina cu relatia:

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

în care:

$iN_j$ = cs - pentru cazul casei scarilor

$iN_j$ = sb - pentru cazul subsolului tehnic

j - orientarea elementului de constructie care delimiteaza spatiul încalzit de mediul ambiant.

Coeficientii $a_k$ sunt înscrisi în tabelul 1.

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

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

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

$N_{GZ}^{an}$ - numarul anual real de grade-zile de încalzire care se determina cu relatia:

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

(10)

în care:

$\Delta\theta_k$ - diferenta între media anuala a temperaturii interioare reduse a spatiului locuit $\bar{\theta}_{iR}$ si temperatura exterioara virtuala în luna k, $\bar{\theta}_{evi_k}$.

- Temperatura interioara redusa în luna k, $\bar{\theta}_{evi_k}$, se determina cu relatia:

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

în care:

$$\theta_{evi_k} = \frac{(A_T - A_{pi}) \cdot \alpha_i + 0,33 \cdot n_a V A_4}{(A_T - A_{pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a V A_2} \cdot \theta_{E_K} + \frac{0,33 \cdot n_a V}{(A_T - A_{pi}) \cdot \alpha_i \cdot (1 - A_1) + 0,33 \cdot n_a V A_2} \cdot \theta_{E_K} \quad (12)$$

$\theta_{Ek}$ - temperatura exterioara echivalenta în luna k a elementelor de constructie exterioare si adiacente spatiilor neîncalzite sau încalzite la o temperatura sensibil inferioara temperaturii $\theta_{ic}$ se determina cu relatia:

$$\theta_{E_k} = \sum_j \left[ \frac{A_{pe_j}}{A_T - A_{p_j}} \cdot \frac{Z_j}{\alpha_i \cdot (R'_{pe_j} + 0,06)} \cdot \theta_{Epe_{jk}} + \frac{A_{F_j}}{A_T - A_{p_j}} \cdot \frac{Z_j}{\alpha_i \cdot R_{F_j}} \cdot \theta_{EF_{jk}} \right] \quad (13)$$

$$\theta_{E_{pe_{jk}}} (Z_j \ne 1) = \theta_{iN_j} \quad ; \quad \theta_{E_{pe_{jk}}} = 0,022 I_{jk} + \theta_{e_k} \quad ; \quad \theta_{E_{F_{jk}}} = C_{F_j} \cdot I_{jk} + \theta_{e_k}$$

Coeficientul $C_{F_j}$, are urmatoarele valori functie 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 constructiei care se determina cu relatia:

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

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

$T_1$ – durata medie zilnica a întreruperii functionarii instalatiei de încalzire (h)

- Valoarea medie anuala a temperaturii interioare reduse se determina cu relatia:

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

în care coeficientii $a_k$ sunt înscrisi în tabelul 1.

- Duratele masurate în zile ale perioadelor de încalzire în lunile octombrie si aprilie, notate cu $D_X$, respectiv $D_{IV}$, se determina prin intersectia curbei $\theta_{evi_k}$, cu dreapta $\bar{\theta}_{iR}$. Valorile $D_X$ si $D_{IV}$ trebuie sa îndeplineasca conditiile:

$0 \leq D_x \leq 31$

$0 \leq D_{IV} \leq 30$

2.3. Relatia de calcul a necesarului anual de caldura pentru încalzirea spatiilor încalzite adiacente locuintelor dar nelocuite (garaje etc.) este urmatoarea:

$$Q^N = 34,56 \cdot N_c^{\theta i} \left[ 3 \sum_p \frac{A_{N_p}}{R'_{N_{p0}}} - 1,2 \left( \sum_p \frac{A_{N_p}}{R'_{N_p}} + \sum_s \frac{A_{INS}}{R_{INS}} \right) \right] \cdot 10^{-6} \quad [GJ/an] \quad (17)$$

2.4. Se determina rezistenta termica medie a anvelopei spatiului încalzit cu relatia:

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

2.5. Se determina necesarul anual de caldura care trebuie sa fie asigurat de instalatia de încalzire interioara cu relatia:

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

2.6. Se determina indicii specifici de necesar de caldura:

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

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

2.7. Se reprezinta grafic functiile:

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

Se stabileste valoarea $\bar{R}_{opt}$, fie ca optim economic, fie ca optim tehnic în cazul adoptarii solutiei care raspunde la deziderатul de dezvoltare durabila a mediului construit.

2.8. Procedura de calcul este urmatoarea:

1. Functie de solutia de arhitectura proprie constructiei se determina: $A_T$, $A_{pi}$, $V_C$, $A_{LOC}$, $\theta_{ic}$. Se alege valoarea $T_1$ si structura elementelor de constructie prin valorile rezistentelor termice corectate $R'_j$.

2. Se calculeaza coeficientul de transfer de caldura superficiala $\alpha_i$.

3. Se determina pentru fiecare element de constructie perimetral, factorul de corectie $Z_j$ utilizând relatiile (3), (4), (5) si (6).

4. Se determina coeficientii $A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$ cu relatiile (2), (7), (8), si (9). Factorul $f_{\theta_a}$ se alege din Anexa 3 functie de sistemul de încalzire.

5. Se determina temperaturile echivalente $\theta_{Epe_{j,k}}$ si $\theta_{F_{jk}}$.

6. Se determina cu relatia (13), temperatura echivalenta pentru fiecare luna k, $\theta_{E_k}$.

7. Se determina cu relatia (12), temperatura exterioara virtuala $\theta_{evi_{F_{jk}}}$, pentru fiecare luna k.

8. Se determina cu relatia (15), constanta de timp, T.

9. Se determina cu relatia (14), valoarea U (T, $T_1$).

10. Se determina cu relatia (11), temperatura interioara redusa din fiecare luna k.

11. Cu relatia (16) se determina valoarea medie anuala a temperaturii interioare reduse, $\bar{\theta}_{iR}$

12. Se reprezinta grafic functiile $\theta_{evi_k}$ si $\bar{\theta}_{iR}$ în raport cu numarul de zile din sezonul de încalzire. Fiecare valoare $\theta_{evi_k}$ este specifica zilei a 15-a din fiecare luna.

13. Se determina, din intersectia celor doua curbe (o curba si o dreapta paralela cu axa absciselor) duratele de încalzire din lunile octombrie si aprilie, $D_X$ respectiv $D_{IV}$.

14. Se determina pentru fiecare luna k valorile:

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

15. Se determina, functie de valorile $D_X$ si $D_{IV}$ si de valorile $\Delta\theta_k$, numarul anual real de grade-zile de încalzire $N_{GZ}^{(an)}$, cu relatia (10).

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

17. Se determina necesarul anual de caldura pentru spatiul locuit $Q_{LOC}^{(an)}$ cu relatia (1).

18. Se determina necesarul de caldura pentru încalzirea spatiilor anexe $Q^N$ cu relatia (17).

19. Se determina necesarul anual de caldura al constructiei cu relatia (19).

20. Se determina indicii specifici de necesar de caldura $q_s$ si $q_v$ cu relatiile (20) si (21).

21. Se determina rezistenta termica medie a anvelopei spatiului locuit $\bar{R}$ cu relatia (18).

22. Se repeta procedura cu alte tipuri de închideri perimetrale caracterizate de rezistente termice.

23. Se determina functiile:

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

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

24. Se determina caracteristica geometrica a constructiei ca raport între suprafata elementelor de constructie perimetrale prin care este dirijat fluxul termic si volumul construit, $A/V_c$.

**Lista principalelor notatii:**

$A_{pi}$ – suprafata peretilor interiori orientata catre spatiul încalzit, [$m^2$];

$A_T$ – suprafata totala de transfer de caldura formata din suprafata peretilor interiori si suprafata elementelor de constructie exterioare determinata conform art. 2.1.1 din SR 1907-1/1997, [$m^2$];

$A_{P_j}$ – suprafata peretelui exterior cu orientarea j, calculata conform SR 1907-1/1997, [$m^2$];

$A_{Fe_j}$ – suprafata ferestrei cu orientarea j, [$m^2$];

$A_{Loc}$ – suprafata locuibila, [$m^2$];

$A_{Np}$ – suprafata peretilor exteriori ai spatiului încalzit nelocuibil calculata conform SR 1907-1/1997 [$m^2$];

$A_{INS}$ – suprafata peretilor care delimiteaza spatiul încalzit nelocuit de spatiul încalzit locuit calculata conform SR 1907-1/1997;

$V_C$ – volumul construit al spatiului locuit, [$m^3$];

$n_a$ – numarul de schimburi de aer necesar asigurarii confortului fiziologic, [$h^{-1}$];

$R'_{Pe_j}$ - rezistenta termica specifica corectata a peretelui exterior având suprafata $A_{Pe_j}$, [$m^2K/W$];

$R_{F_j}$ - rezistenta termica a ferestrei cu suprafata $A_{Pe_j}$, [$m^2K/W$];

$R'_{Np}$ - rezistenta termica specifica corectata a peretilor exteriori ai spatiului încalzit nelocuit, având suprafata $A_{Np}$, [$m^2K/W$];

$R'_{INS}$ - rezistenta termica specifica corectata a peretilor ce deliniteaza spatiul încalzit nelocuit de spatiul încalzit locuit, având suprafata $A_{INS}$, [$m^2K/W$];

a – aportul intern specific, determinat conform Anexei 1, [$W/m^2$];

M – masa activa a elementelor de constructie în contact cu aerul interior determinata conform Anexei 4, [kg];

$T_1$ – durata medie zilnica a întreruperii functionarii instalatiei de încalzire, [h];

T – constanta de timp a constructiei, [h];

$N_C^{\theta_i}$ - numarul anual de grade-zile de calcul, determinat conform SR 4839-97, art. 2.4.

Indici:

j – orientarea elementului de constructie;

k – indicele lunii din sezonul de încalzire;

s – numarul de ordine al elementelor de constructie care separa spatiul încalzit locuit de spatiul încalzit nelocuit.

[top]

**Anexa 1**

## DETERMINAREA APORTURILOR ENERGETICE INTERIOARE

**1. Ocupanti**

Fluxul termic emis de persoana adulta variaza între 65 W (perioada somnului) si 200 W (activitate fizica moderata). Valoarea depinde si de suprafata corpului si de starea acesteia (gradul de îmbracare).

Tinând seama de absenta din locuinta pe o durata medie zilnica de 10 h, rezulta valoarea tipica

$65 \cdot Np$ [W]

în care $N_p$ este numarul de persoane din locuinta

**2. Utilizarea apei calde**

Tinând seama de sistemul de preparare a apei calde si de activitatea casnica care implica utilizarea acesteia, se recomanda relatia:

$20 + 15 \cdot Np$ [W]

**3. Prepararea hranei**

Tinând seama ca prepararea hranei se efectueaza prioritar prin utilizarea combustibilului gazos, valoarea recomandata este de 110 W.

**4. Activitati casnice care implica utilizarea energeiei electrice:**

| | |
|---|---|
| Radio si Tv | 30 W |
| Frigider | 40 W |
| Masina de spalat | 20 W |
| Fier de calcat | 20 W |
| Aspirator | 20 W |
| Diverse | 20 W |
| ---------- | ---------- |
| TOTAL: | 150W |

**5. Iluminat**

Apartament mediu (familie cu copil): 45 W

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

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

| | |
|---|---|
| Ocupanti | 65 x 3 = 195 W |
| Apa calda | 20 + 15 x 3 = 65 W |
| Preparare hrana | 110 W |
| Aparate casnice | 150 W |
| Iluminat | 45 W |
| ---------- | ---------- |
| TOTAL: | 565 W |

**7. Aportul energetic mediu specific**

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

Nota: Valorile sunt specifice unui apartament mediu.

[top]

**Anexa 2**

## PARAMETRII CLIMATICI EXTERIORI PENTRU SEZONUL DE ÎNCALZIRE

1. Intensitatea radiatiei solare totale (directa si difuza) se prezinta sub forma valorilor medii zilnice pe plan orizontal si pe plan vertical cu orientarile S, SE, SV, E, V, NV. N pentru lunile X – IV, pentru orasele: Constanta, Iasi, Craiova, Curtea de Arges, Bucuresti, Târgu-Jiu, Oradea, Timisoara, Satu Mare, Târgu Secuiesc, Cluj.

Tabelul 1

**Radiatia solara totala pe plan vertical si orizontal (W/mp)**

| ORAS | LUNA DIRECTIA | X | XI | XII | I | II | III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONSTANTA | ORIZONTAL | 113,1 | 58,2 | 42,1 | 56,4 | 87,3 | 129,5 |
| | S | 131,8 | 88,0 | 70,9 | 94,7 | 117,6 | 109,3 |
| | SE, SV | 111,1 | 68,0 | 54,3 | 74,3 | 98,3 | 93,0 |
| | E, V | 73,5 | 36,3 | 27,0 | 36,3 | 63,0 | 68,0 |
| | NE, NV | 35,2 | 16,2 | 12,6 | 15,3 | 29,9 | 40,5 |
| | N | 23,1 | 14,9 | 11,9 | 14,0 | 20,2 | 30,1 |
| IASI | ORIZONTAL | 103,5 | 46,4 | 34,2 | 42,9 | 71,5 | 120,0 |
| | S | 115,6 | 63,1 | 57,7 | 65,7 | 86,8 | 100,0 |
| | SE, SV | 95,4 | 49,4 | 44,3 | 50,9 | 71,4 | 91,5 |
| | E, V | 60,0 | 28,4 | 22,7 | 26,7 | 44,8 | 63,4 |
| | NE, NV | 32,4 | 14,1 | 10,1 | 12,8 | 24,2 | 37,1 |
| | N | 22,0 | 13,0 | 9,5 | 12,0 | 18,4 | 28,5 |
| CRAIOVA | ORIZONTAL | 113,1 | 54,3 | 41,3 | 49,8 | 88,8 | 121,2 |
| | S | 127,6 | 76,6 | 68,1 | 78,2 | 114,5 | 100,3 |
| | SE, SV | 105,3 | 59,5 | 52,4 | 60,3 | 93,2 | 92,0 |
| | E, V | 65,8 | 33,5 | 27,2 | 31,2 | 56,8 | 64,1 |
| | NE, NV | 35,1 | 15,8 | 12,6 | 14,4 | 28,6 | 37,9 |
| | N | 23,5 | 14,5 | 11,9 | 13,4 | 20,7 | 29,3 |
| CURTEA DE ARGES | ORIZONTAL | 112,3 | 56,5 | 45,2 | 54,6 | 88,8 | 120,4 |
| | S | 126,6 | 80,2 | 82,7 | 90,4 | 114,5 | 99,6 |
| | SE, SV | 104,5 | 62,3 | 62,9 | 69,3 | 93,2 | 91,3 |
| | E, V | 65,3 | 34,9 | 30,9 | 34,8 | 56,8 | 63,6 |
| | NE, NV | 34,8 | 16,3 | 12,3 | 14,9 | 28,2 | 37,5 |
| | N | 23,3 | 15,0 | 11,5 | 13,7 | 20,7 | 29,1 |
| BUCURESTI | ORIZONTAL | 114,2 | 54,3 | 41,3 | 49,6 | 85,1 | 124,7 |
| | S | 132,5 | 76,6 | 67,9 | 78,2 | 110,4 | 103,9 |
| | SE, SV | 95,1 | 59,5 | 52,1 | 61,6 | 91,7 | 88,7 |
| | E, V | 72,5 | 32,2 | 26,3 | 30,9 | 58,2 | 65,2 |
| | NE, NV | 34,6 | 15,6 | 12,7 | 14,2 | 28,2 | 38,5 |
| | N | 23,6 | 14,5 | 11,9 | 13,3 | 20,5 | 30,0 |
| TÂRGU JIU | ORIZONTAL | 108,5 | 52,1 | 41,0 | 49,9 | 78,6 | 115,4 |
| | S | 120,9 | 72,4 | 71,5 | 79,1 | 101,3 | 95,6 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SE, SV | 100,0 | 56,4 | 54,6 | 60,9 | 82,4 | 87,5 |
| | E, V | 62,9 | 32,0 | 27,6 | 31,4 | 50,2 | 60,9 |
| | NE, NV | 34,1 | 15,3 | 11,7 | 14,3 | 25,2 | 36,0 |
| | N | 23,1 | 14,2 | 11,0 | 13,3 | 18,3 | 27,9 |
| ORADEA | ORIZONTAL | 111,0 | 51,3 | 35,6 | 44,4 | 78,6 | 115,4 |
| | S | 127,1 | 73,4 | 61,5 | 69,4 | 99,0 | 95,6 |
| | SE, SV | 104,5 | 57,0 | 47,1 | 53,5 | 80,9 | 87,5 |
| | E, V | 64,9 | 31,7 | 23,8 | 27,8 | 49,9 | 60,9 |
| | NE, NV | 33,9 | 14,6 | 10,3 | 12,9 | 25,8 | 36,0 |
| | N | 22,2 | 13,5 | 9,8 | 12,0 | 19,1 | 27,9 |
| TIMISOARA | ORIZONTAL | 110,1 | 50,0 | 35,9 | 45,1 | 78,7 | 118,5 |
| | S | 126,8 | 67,8 | 58,4 | 67,7 | 96,4 | 98,1 |
| | SE, SV | 107,2 | 52,9 | 44,9 | 53,7 | 79,9 | 83,7 |
| | E, V | 71,0 | 28,9 | 22,4 | 27,1 | 50,3 | 61,8 |
| | NE, NV | 34,5 | 14,9 | 10,9 | 13,4 | 25,8 | 37,0 |
| | N | 23,1 | 14,0 | 10,5 | 12,7 | 20,1 | 28,9 |
| SATU MARE | ORIZONTAL | 106,5 | 47,1 | 34,5 | 44,3 | 77,0 | 120,4 |
| | S | 121,4 | 65,4 | 60,9 | 71,3 | 97,2 | 100,1 |
| | SE, SV | 100,0 | 50,9 | 46,6 | 54,8 | 79,4 | 91,7 |
| | E, V | 62,2 | 28,8 | 23,5 | 27,9 | 48,8 | 63,7 |
| | NE, NV | 32,9 | 13,8 | 10,0 | 12,4 | 25,2 | 37,4 |
| | N | 21,6 | 12,8 | 9,4 | 11,5 | 18,6 | 28,8 |
| TÂRGU SECUIESC | ORIZONTAL | 115,1 | 58,2 | 33,9 | 49,9 | 81,6 | 124,4 |
| | S | 131,1 | 85,6 | 50,9 | 78,1 | 103,0 | 103,0 |
| | SE, SV | 108,0 | 66,1 | 39,8 | 60,2 | 84,2 | 94,4 |
| | E, V | 67,2 | 36,4 | 21,6 | 31,2 | 51,8 | 65,7 |
| | NE, NV | 35,5 | 16,2 | 11,2 | 14,4 | 26,7 | 38,8 |
| | N | 23,4 | 14,8 | 10,7 | 13,4 | 19,8 | 30,0 |
| CLUJ | ORIZONTAL | 108,9 | 52,5 | 31,2 | 45,2 | 79,9 | 122,6 |
| | S | 124,2 | 75,8 | 50,2 | 70,1 | 101,3 | 102,9 |
| | SE, SV | 102,2 | 58,7 | 38,8 | 54,2 | 82,7 | 94,0 |
| | E, V | 63,6 | 32,7 | 20,3 | 28,2 | 50,8 | 64,9 |
| | NE, NV | 33,5 | 15,0 | 9,6 | 13,3 | 26,0 | 37,5 |
| | N | 22,1 | 13,7 | 9,2 | 12,3 | 19,2 | 28,6 |

2. Temperatura exterioara se prezinta sub forma valorilor medii lunare pentru aceleasi orase pentru care se dau valorile intensitatii radiatiei solare totale.

Tabelul 2

**Temperatura exterioara medie lunara multianuala ($^oC$)**

| LUNA / ORAS | X | XI | XII | I | II | III |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CONSTANTA | 13,1 | 8,0 | 3,2 | 0,5 | 1,6 | 4,6 |
| IASI | 10,0 | 4,3 | -0,6 | -3,7 | -1,8 | 3,0 |
| CRAIOVA | 11,1 | 5,0 | 0,1 | -2,3 | -0,1 | 4,7 |
| CURTEA DE ARGES | 8,7 | 4,0 | -0,4 | -2,6 | -0,8 | 3,5 |
| BUCURESTI | 10,8 | 5,2 | 0,2 | -2,4 | -0,1 | 4,8 |
| TÂRGU JIU | 10,1 | 4,7 | -0,2 | -2,3 | 0,2 | 5,0 |
| ORADEA | 10,6 | 5,2 | 0,4 | -2,0 | 0,6 | 5,2 |
| TIMISOARA | 11,0 | 5,6 | 0,8 | -1,6 | 1,2 | 5,8 |
| SATU MARE | 9,5 | 4,5 | -0,3 | -3,2 | -0,5 | 4,5 |
| TÂRGU SECUIESC | 7,3 | 2,1 | -2,9 | -5,8 | -3,5 | 1,4 |
| CLUJ | 8,5 | 2,9 | -1,2 | -3,6 | -1,2 | 4,0 |

[top]

**Anexa 3**

## FACTORUL DE TEMPERATURA $f_{\theta_a}$

Se exprima functie de sistemul de încalzire

a. încalzire cu aer cald

b. încalzire cu sobe de teracota

c. încalzire cu corpuri statice

d. încalzire de joasa temperatura prin plafon

e. încalzire de joasa temperatura prin pardoseala

| Sistem | a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{\theta_a}$ | 1,120 | 1,098 | 1,062 | 1,025 | 1,000 |

[top]

**Anexa 4**

## DETERMINAREA MASEI ACTIVE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCTIE

Masa activa, M, a elementelor de constructie reprezinta masa tuturor elementelor de constructie interioare si exterioare care resimte variatiile diurne ale temperaturii aerului interior cauzate de intermintenta în functionare a instalatiei de încalzire.

Masa activa a unui element de constructie se determina cu relatia:

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

$\rho_p$ - densitatea materialului ?p?din zona activa (kg/mc);

$\delta_p$ - grosimea materialului ?p?din zona activa (m);

$A_n$ – suprafata interioara a elementului de constructie ?n?(mp);

- Pentru beton, caramida, BCA, $\delta_{pmax}$ = 0,10 m
- Pentru materiale izolante $\delta_{pmax}$ = 0,05 m

Masa activa a tuturor elementelor de constructie se determina cu relatia:

$$M = \sum_n M_n$$

Conditia necesara utilizarii valorii M în procedura de calcul este:

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

[top]

**Anexa 5**

## LISTA STANDARDELOR SI NORMATIVELOR CONEXE PREZENTULUI GHID

- SR 1907-1/1997 – Instalatii de încalzire. Necesarul de caldura de calcul. Prescriptii de calcul.

- SR 1907-2/1997 – Instalatii de încalzire. Necesarul de caldura de calcul. Temperaturi interioare conventionale de calcul.

- SR 4839-1997 – Instalatii de încalzire. Numarul anual de grade-zile.

- SR 6472-3/1989 – Fizica constructiilor. Termotehnica. Calculul termotehnic al elementelor de constructie al cladirilor

- C.107/1-1997 – Normativ privind calculul coeficientului global de izolare termica la cladiri de locuit.

- C.107/3-1997 – Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de constructie ale cladirilor

- C.107/4-1997 – Ghid pentru calculul performantelor termotehnice ale cladirilor de locuit

- Calculation of space heating requirements for residential buildings ISO 9164-1989 (E).

[top]

## EXEMPLU DE CALCUL

Sa se determine variatia necesarului de caldura anual al unei constructii de locuinte de tip individual, cu regim de înaltime P+1E, amplasata în orasul Bucuresti, alimentata cu caldura de la un punct termic automatizat, în raport cu rezistenta termica medie a elementelor de constructie adiacente mediului exterior.

Instalatia interioara de încalzire este realizata cu corpuri statice prevazute cu dispozitive de reglare automata a temperaturii interioare si functioneaza cu o durata medie zilnica de întrerupere de 6 h.

Configuratia constructiei este cea din Anexa E1.

În exemplul de fata constructia este prevazuta cu subsol tehnic neîncalzit.

**ETAPELE CALCULUI**

**a. DATE NECESARE**

$a_1$. Pe baza planurilor de arhitectura din Anexa E1 se determina:

$A_{Pe(SE)} = 37,88\ m^2$ $A_{PI(sb)} = 110\ m^2$

$A_{Pe(SV)} = 43,73\ m^2$ $A_{Fe(SE)} = 19,44\ m^2$

$A_{Pe(S)} = 13,85\ m^2$ $A_{Fe(SV)} = 10,02\ m^2$

$A_{Pe(NV)} = 40,59\ m^2$ $A_{Fe(S)} = 4,54\ m^2$

$A_{Pe(NE)} = 58,50\ m^2$ $A_{Fe(NV)} = 19,44\ m^2$

$A_{PI(T)} = 110\ m^2$ $A_{Fe(NE)} = 6,35\ m^2$

$A_{NP} = 67,22\ m^2$

$A_{INS} = 39,59\ m^2$

$A_{Pi} = 464,3\ m^2$

$A_T = 961,76\ m^2$

$A_{LOC} = 212\ m^2$

$V_C = 549,2\ m^3$

$\theta_{ic}$ = 19,2 $^{o}$C

$n_a$ = 0,6 $h^{-1}$

$a_2$. Din Anexa 1,a = 8 W/$m^2$

$a_3$. Din Anexa 2 se extrag:

- intensitatea radiatiei solare totala pe plan vertical si orizontal, (W/$m^2$);

- temperatura exterioara medie lunara, (grad C).

Valorile sunt prezentate în tabelul E1.

Tabelul E1

| LUNA | Intensitatea radiatiei solare totala pe plan vertical si orizontal (W/$m^2$) | | | | | | Temperatura exterioara |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E<br>V | SE<br>SV | S | NV<br>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 |

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

$a_4$. Din Anexa 3 rezulta: $f_{\theta_a}$ = 1,062

$a_5$. Pe baza Anexei 4 se determina masa activa a tuturor elementelor de constructie.

Rezulta: M = 200.000 kg

$a_6$. Din Partea I a prezentului ghid, tinând seama de valoarea $N^{20}_{\theta_{e0}} = 3170$ grade-zile, rezulta coeficientii:

Y = 0,96 $C_b$ = 1

$C_R = 0,9$ $C_T = 1$

C = 0,864

$a_7$. Conform SR 4839-97 pentru orasul Bucuresti rezulta:

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

si în consecinta: $N^{12}_{\theta_{e0}} = 1650$ grade-zile (pentru garaj)

$a_8$. Rezistentele termice ale elementelor de constructie opace si transparente care alcatuiesc anvelopa exterioara a constructiei constituie elementele variabile si sunt prezentate în tabelul E2.

Tabelul E2

| Caz / Rezistente termice | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $R'_{Pe}$ | 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 |

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

$a_9$. Se verifica conditiile:

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

$T_1 \leq 8$ h/zi

**b. CALCULUL EFECTIV**

$b_1$. Se calculeaza coeficientul $\alpha_i$ cu relatia:

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

$b_2$. Se determina temperaturile medii lunare ale spatiilor neîncalzite adiacente spatiilor încalzite (în cazul de fata subsolul neîncalzit). Rezulta valorile:

| LUNA | oct. | nov. | dec. | ian. | feb. | mar. | apr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\theta_{sb_k}$ grad C | 11,27 | 10,01 | 8,82 | 8,20 | 8,75 | 9,92 | 11,48 |

si valoarea medie anuala: $\bar{\theta}_{iN_j} = \bar{\theta}_{sb} = 9,57$ grad C

$b_3$. Se calculeaza valorile $Z_j$ pentru elementele de constructie care separa spatiul încalzit de spatii învecinate neîncalzite, sau încalzite la o temperatura sensibil inferioara temperaturii spatiului încalzit ($\Delta\theta$ > 5°C), adiacent elementului de constructie j, cu relatia:

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

Pentru elementele de constructie care separa spatiul încalzit de mediul exterior

$Z_j = 1$.

Rezulta valorile:

$Z_j = 0,4495$ pentru peretii catre garaj

$Z_j = 0,601433$ pentru planseul peste subsol

$b_4$. Se calculeaza coeficientii: $A_1$, $A_2$, $A_3$, $A_4$.

Rezulta valorile:

$A_1 = 0,944$

$A_2 = 1,1589$

$A_3 = 0,7731$

$A_4 = 1,1775$

$b_5$. Se determina temperaturile exterioare echivalente medii lunare, $\theta_{E_{Pe_{jk}}}$ pentru pereti exteriori si $\theta_{E_{F_{jk}}}$ pentru ferestre exterioare (geam triplu $C_F = 0,0992$).

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 |

$b_6$. Se calculeaza temperatura exterioara echivalenta medie lunara a constructiei, $\theta_{E_k}$ , cu relatia (13).

$$\theta_{E_k} = 0,007539 \cdot \theta_{E_{pe(SE,SV)}} + 0,001279 \cdot \theta_{E_{Pe(S)}} + 0,004967 \cdot \theta_{Pe(NE,NV)} + 0,003505 \cdot \theta_{GARAJ} + 0,01303 \cdot$$
$$+0,010983 \cdot \theta_{E_{F(SE,SV)}} + 0,001693 \cdot \theta_{E_{F(S)}} + 0,003475 \cdot \theta_{E_{F(NE,NV)}}$$

Rezultatele sunt înscrise în tabelul E4.

$b_7$. Se calculeaza temperatura exterioara virtuala medie lunara a constructiei $\theta_{evi_k}$ cu relatia (12). Rezulta valorile înscrise în tabelul E4.

$b_8$. Se determina temperatura interioara redusa, $\theta_{iR_k}$ , pentru regim de functionare cu intermitenta a instalatiei de încalzire dupa cum urmeaza:

- Constanta de timp a constructiei se calculeaza cu relatia (15).

Rezulta: T = 125,73 h.

- Valoarea coeficientului U, pentru T = 125,73 h si $T_1$ = 6 h, se calculeaza cu relatia (14). Rezulta U = 0,010158.

- Se determina temperaturile interioare reduse $\theta_{iR_k}$ cu relatia (11). Valorile rezultate sunt înscrise în tabelul E4.

$b_9$. Se determina valoarea $\overline{\theta}_{iR}$ cu relatia (16). Rezulta: $\overline{\theta}_{iR}$ = 14,60 grad C.

$b_{10}$. Se determina duratele medii lunare de încalzire, $D_k$, cu ajutorul graficului din fig. E1. Valorile $D_k$ rezultate sunt înscrise în tabelul E4.

$b_{11}$. Se calculeaza numarul real de grade-zile de încalzire $N_{GZ}^{(an)}$, pentru spatiul locuit, cu relatia (10). Rezulta:

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

Tabelul E4

| LUNA | X | XI | XII | I | II | III | IV | U.M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\theta_{E_k}$ | 0,79 | 0,48 | 0,253 | 0,158 | 0,31 | 0,527 | 0,83 | grad C |
| $\theta_{evi_k}$ | 13,02 | 7,59 | 3,40 | 1,52 | 4,09 | 8,12 | 13,77 | grad C |
| $\theta_{iR_k}$ | 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 |

$b_{12}$. Necesarul anual de caldura pentru încalzirea spatiului de locuit se calculeaza cu relatia (1). Rezulta: $Q_{Loc}^{an} = 46,28442$ GJ/an

$b_{13}$. Necesarul anual de caldura pentru încalzirea spatiilor adiacente locuintelor dar nelocuite (garaj) se calculeaza conform ar. 2.3. Rezulta:

$Q^N$ = 1,904809 GJ/an

$b_{14.}$ Necesarul anual de caldura al constructiei este

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

$b_{15}$. Rezistenta termica medie a elementelor de constructie adiacente mediului exterior se calculeaza cu relatia (18). Rezulta:

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

$b_{16}$. Se determina indicii de necesar de caldura $q_s$ si $q_v$ cu relatiile (20) si (21). Rezulta:

$q_s$ = 55,90 kWh/m$^2$an si

$q_v$ = 20,73 kWh/m$^3$an

$b_{17}$. Pentru cazurile 1-7 prezentate în tabelul E2 rezultatele sunt prezentate în fig. E2 sub forma curbelor $q_s(\bar{R})$ si $q_v(\bar{R})$.

$b_{18}$. Pentru valoarea A / $V_c$ = 0,9164 m$^{-1}$, reprezentând raportul dintre suprafata elementelor de constructie perimetrale prin care este disipat fluxul termic si volumul constructiei, conform Normativ C 107/4-97, rezulta coeficientul global de izolare termic normat $G_{NB}$ = 0,75 W/m$^2$K, caruia îi corespund conform prezentului ghid, indicii specifici de necesar de caldura maxim admisi $q_s$ = 62,47 kWh/m$^2$an si $q_v$ = 23,17 kWh/m$^3$an si rezistenta termica medie a elementelor de constructie perimetrale $\bar{R}_N$ = 1,668814 m$^2$/w.

Tinând seama de criteriul dezvoltarii durabile conform analizei energetice din cadrul prezentului ghid, se

adopta solutia tehnica care conduce la realizarea rezistentei termice medii a elementelor de constructie perimetrale, $\overline{R}_{opt} = 1,80\ m^2K/W$ , careia îi corespund indicii specifici de necesar de caldura

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

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

si coeficientul de izolare termica G = 0,71 $W/m^3K$.

Solutia tehnica care se va realiza se determina prin procedura de minimizare a costului de investitie cu conditia asigurarii rezistentei termice medii $\overline{R}_{opt}$.

$b_{19}$. Comentarii:

1. Conform analizei energetice rezulta ca solutia tehnica minimala este cea corespunzatoare cazului 5 din tabelul E2. Solutia proprie dezvoltarii durabile este corespunzatoare cazului 7 din tabelul susmentionat. În ambele cazuri solutia tehnica detaliata pe elemente de constructie se determina prin minimizarea costului de investitie aferent protectiei termice cu conditia realizarii valorilor impuse de rezistenta termica globala la nivelul întregii constructii.

2. Conform prevederilor ?Ordonantei R.F.G. BGBI IS.2121/24.08.1994?, rezistenta termica medie $\overline{R}$ = 1,352 $m^2K/W$ careia îi corespund indicii specifici de necesar de caldura $q_s$ = 80,05 $kWh/m^2an$, respectiv $q_v$ = 29,69 $kWh/m^3an$.

Coeficientul global de izolare termica are valoarea G = 0,878 $W/m^3K$ .

3. În cazul realizarii constructiei conform solutiilor tehnice practicate în prezent, rezistenta termica medie are valoarea $\overline{R}_{act.}$ = 0,716 $m^2K/W$ careia îi corespund indicii specifici de necesar de caldura $q_s$ = 150,40 $kWh/m^2an$ , respectiv $q_v$ = 55,78 $kWh/m^3an$ . Coeficientul global de izolare termica are valoarea $G_{act.}$ = 1,48 $W/m^3K$.

4. Economiile energetice anuale datorate aplicarii solutiilor tehnice moderne în raport cu solutia tehnica aplicata în prezent sunt urmatoarele:

- Aplicare solutiei tehnice, conform procedurilor normativului C 107/4-1997, conduce la economia energetica anuala de $\Delta Q$ = 21,085 MWh/an (18,18 Gcal/an), respectiv o reducere cu 58,46% a necesarului anual de caldura în raport cu solutia actuala.

- Aplicarea solutiei tehnice, conform conceptului de dezvoltare durabila, conduce la economia energetica anuala de $\Delta Q$ = 22,37 MWh/an (19,24 Gcal/an), respectiv o reducere cu 62,04% a necesarului anual de caldura în raport cu solutia actuala.

[top]

## ANEXA E1

Fig. E1: PLAN PARTER

Fig. E2: PLAN ETAJ

Fig. E3: SECTIUNE A - A

[top]