NORMATIV PRIVIND CALCULUL TERMOTEHNIC AL ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ALE CLĂDIRILOR

Indicativ C107-2005

Cuprins

* Partea 1 NORMATIV PRIVIND CALCULUL COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE DE LOCUIT C 107/1
* Partea a 2-a NORMATIV PRIVIND CALCULUL COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE CU ALTĂ DESTINAȚIE DECÂT CEA DE LOCUIRE C 107/2
* Partea a 3-a NORMATIV PRIVIND CALCULUL PERFORMANȚELOR TERMOENERGETICE ALE ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ALE CLĂDIRILOR C 107/3
* Partea a 4-a GHID PRIVIND CALCULUL PERFORMANTELOR TERMOTEHNICE ALE CLĂDIRILOR DE LOCUIT C 107/4
* Partea a 5-a NORMATIV PRIVIND CALCULUL TERMOTEHNIC AL ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ÎN CONTACT CU SOLUL C107/5

NORMATIV PRIVIND CALCULUL COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE DE LOCUIT

Indicativ C 107/1-2005

Cuprins

* OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE
* TERMENI, SIMBOLURI ŞI UNITĂȚI DE MĂSURĂ
* DETERMINAREA COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ (G)
* DETERMINAREA COEFICIENTULUI GLOBAL NORMAT DE IZOLARE TERMICĂ (GN)
* VERIFICAREA NIVELULUI DE IZOLARE TERMICĂ GLOBALĂ
* RECOMANDĂRI PRIVIND UNELE POSIBLITĂȚI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A COMPORTĂRII TERMOTEHNICE ŞI DE REDUCERE A VALORII COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE DE LOCUIT
* METODĂ PENTRU DETERMINAREA NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ PENTRU ÎNCĂLZIRE PE BAZA COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ "G", LA CLĂDIRILE DE LOCUIT
* ANEXA 1: Numărul schimburilor de aer pe oră - n - (h^{-1}) la clădiri de locuit
* ANEXA 2: Coeficienți globali normați de izolare termică GN [W/(m^3K)] la clădiri pe locuit
* ANEXA 3: Rezistențe termice minime R'_{min} ale elementelor de construcție. pe ansamblul clădirii
* EXEMPLE DE CALCUL

1. OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE

1.1. Prevederile prezentei reglementări tehnice stabileşte modul de calcul al coeficientului global de izolare termică (G) care exprimă pierderile totale de căldură la clădirile de locuit. Reglementarea tehnică cuprinde, de asemenea, valorile normate maxime ale coeficienților globali de izolare termică (GN), care se admit la clădirile de locuit.

1.2. Prezenta reglementare urmăreşte ca, atât prin concepția complexă inițială a clădirii (configurație, procent de vitrare, etc), cât şi prin modul de alcătuire a elementelor de construcție perimetrale şi a detaliilor, să se limiteze pierderile de căldură în exploatare, în vederea reducerii consumului de energie pentru încălzirea clădirilor de locuit.

1.3. Prevederile prezentei reglementări se aplică la toate tipurile de clădiri de locuit şi anume:

- clădiri de locuit individuale (case unifamiliale, cuplate sau înşiruite, tip duplex, ş.a.);

- clădiri de locuit, cu mai multe apartamente;

- cămine şi internate;

- unități de cazare din hoteluri şi moteluri.

Reglementarea se referă atât la clădirile noi, cât şi la clădirile existente care urmează a fi supuse lucrărilor de reabilitare şi de modernizare.

Clădirile de locuit având magazine sau spații cu alte destinații la anumite niveluri, vor fi considerate exclusiv aceste spații, având în vedere şi pierderile de căldură prin suprafețele adiacente.

1.4. Coeficienții globali de izolare termică - G - au în vedere:

- pierderile de căldură prin transfer termic, aferente tuturor suprafețelor perimetrale, care delimitează volumul încălzit al clădirii;

- pierderile de căldură aferente unor condiții normale de reîmprospătare a aerului interior;

- pierderile de căldură suplimentare datorate infiltrației în exces a aerului exterior, prin rosturile tâmplăriei.

Coeficienții globali nu țin seama de aportul solar şi nici de aportul de căldură datorat ocupării locuințelor.

1.5. Respectarea prevederilor prezentei reglementări, tehnice este o condiție obligatorie atât pentru elaboratorii proiectelor, pentru specialiştii verificatori şi experți atestați, cât şi pentru investitori şi executanți, conform prevederilor legale în vigoare.

Verificarea proiectelor sub aspectul exigențelor de izolație termică şi de economie de energie este obligatorie la obținerea autorizației de construire.

1.6. Verificarea coeficientului global de izolare termică nu anulează obligativitatea efectuării tuturor celorlalte verificări termotehnice cerute de legislația în vigoare.

1.7. Prezenta reglementare tehnică se va utiliza împreună cu următoarele acte normative:

[1]	C107/3	Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor.

[2]	C107/5	Normativ privind calculul termotehnic ale elementelor de construcție în contact cu solul.
[3]	C107/4	Ghid pentru calculul performanțelor termotehnice ale clădirilor de locuit.
[4]	SR 4839-1997	Instalații de încălzire. Numărul anual de grade-zile.

1.8. Pentru utilizarea prezentei reglementări tehnice se pot consulta standardele europene în domeniu:

[5]	EN ISO 13789	Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coeficient - Calculation method.
[6]	EN ISO 7345	Thermal insulation - Physical quantities and definitions.

[top]

2. TERMENI, SIMBOLURI ŞI UNITĂȚI DE MĂSURĂ

Simbolurile şi unitățile de măsură ale principalilor termeni utilizați în prezentele reglementări tehnice sunt date în tabelul 1.

Se foloseşte sistemul internațional de unități de măsuri (SI), în care:

1W = 0,860 kcal/h = 1J/s

1 m^2 K/W = 1,163 m^2h ℃/kcal

1W/(m^3K) = 0,860 kcal/(m^3h℃)

1Wh = 3600 J = 0,860 kcal

Tabelul 1

SIMBOLURI ŞI UNITĂȚI DE MĂSURĂ

SIMBOLUL	TERMENUL	RELAȚIA DE DEFINIRE	UNITĂȚI DE MĂSURĂ
P	Perimetrul clădirii.	-	m
A	Aria de transfer teimic.	-	m^2
	Aria anvelopei.		

A_c	Aria construită a clădirii.	-	m^2
V	Volumul interior încălzit al clădirii.	-	m^3
N	Numărul de niveluri.	-	-
T_u	Temperatura spațiilor neîncălzite.	-	℃
T_e	Temperatura exterioară de calcul.	-	℃
T_i	Temperatura interioară de calcul.	-	℃
ΔT	Diferența între temperatura exterioară şi cea interioară de calcul.	$T_i - T_e$	K
c_a	Capacitatea calorică masică la presiune constantă, a aerului	-	J/(kgK)
ρ_a	Densitatea aparentă a aerului	-	kg/m^3
R'_m	Rezistența termică corectată, medie, a unui element de construcție, pe ansamblul clădirii.	-	m^2K/W
U'_m	Coeficientul de transfer termic (transmitanța termică) corectat(ă), mediu, al/(a) unui element de construcție, pe ansamblul clădirii.	$\frac{1}{R'_m}$	$W/(m^2K)$
L	Coeficientul de cuplaj termic.	$AU'_m = \frac{A}{R'_m}$	W/K
Φ	Flux termic	$\frac{A\left(T_i - T_j\right)}{R'_m}$	W
τ	Factorul de corecție a temperaturilor exterioare	$\frac{T_i - T_u}{\Delta T}$	-

n	Viteza de ventilare (numărul de schimburi de aer pe oră).	-	h^{-1}
G	Coeficientul global de izolare termică a clădirii.	$\frac{\sum(L \cdot \tau_j)}{V} + 0,34n$	$W/(m^3K)$
GN	Coeficientul global normat de izolare termică a clădirii.	-	$W/(m^3K)$

[top]

3. DETERMINAREA COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ (G)

3.1. Coeficientul global de izolare termică a unei clădiri (G), este un parametru termo - energetic al anvelopei clădirii pe ansamblul acesteia şi are semnificaţia unei sume a fluxurilor termice disipate (pierderilor de căldură realizate prin transmisie directă) prin suprafaţa anvelopei clădirii, pentru o diferenţă de temperatură între interior şi exterior de la 1K, raportată la volumul clădirii, la care se adaugă cele aferente reîmprospătării aerului interior, precum şi cele datorate infiltraţiilor suplimentare de aer rece.

Coeficientul global de izolare termică se calculează cu relaţia:

$$G = \frac{\sum(L \cdot \tau_j)}{V} + 0,34 \times n \qquad \left[W/(m^3K)\right] \quad (1)$$

în care: L coeficientul de cuplaj termic, calculat cu relaţia:

$$L = \frac{A}{R'_m} \qquad [W/K] \quad (2)$$

τ factorul de corecţie a temperaturilor exterioare [-];

V volumul interior, încălzit, al clădirii [m^3];

R'_m rezistenţa termică specifică corectată, medie, pe ansamblul clădirii, a unui element de construcţie [m^2K/W];

A aria elementului de construcţie [m^2], având rezistenţa termică R'_m;

n viteza de ventilare naturală a clădirii, respectiv numărul de schimburi de aer pe oră [h^{-1}].

3.2. Clădirea - în concepţia prezentelor reglementări - reprezintă un ansamblu de apartamente, spaţii de circulaţie şi alte spaţii comune, delimitat de o serie de suprafeţe care alcătuiesc anvelopa clădirii şi prin care au loc pierderile de căldură.

Anvelopa clădirii separă volumul încălzit al clădirii de:

- aerul exterior;

- sol (la plăci în contact direct cu solul, amplasate fie peste cota terenului sistematizat, fie sub această cotă, precum şi la pereții în contact cu solul);

- încăperi anexă ale clădirii propriu-zise, neîncălzite sau mult mai puțin încălzite, separate de volumul clădirii prin pereți sau/şi planşee, termoizolate în mod corespunzător (exemplu: garaje, magazii, subsoluri tehnice sau cu boxe, pivnițe, poduri, camere de pubele, verande, balcoane şi logii închise cu tâmplărie exterioară, ş.a.);

- spații care fac parte din volumul constructiv al clădirii, dar care au alte funcțiuni sau destinații (exemplu: spații comerciale la parterul clădirilor de locuit, birouri, ş.a.);

- alte clădiri, având pereții adiacenți separați de clădirea considerată, prin rosturi.

Rosturile antiseismice, de dilatație sau de tasare, atât cele deschise (care nu au prevăzute.măsuri de izolare față de aerul exterior), cât şi cele închise (la care se prevăd măsuri speciale de etanşare şi izolare termică pe contur), constituie - de regulă - limite ale volumului clădirii, iar suprafețele pereților adiacenți rosturilor fac parte din anvelopa clădirii. Fac excepție situațiile la care rosturile sunt amplasate în interiorul unui volum unitar din punct de vedere funcțional (de exemplu rosturi la cămine, internate sau, uneori, chiar la unele clădiri de locuit); în aceste cazuri rosturile sunt de tip închis, volumul clădirii se calculează fără a ține seama de existența rosturilor, iar suprafața pereților adiacenți rosturilor nu se includ în anvelopa clădirii.

La clădirile compuse din mai multe secțiuni (case de scară) fără rosturi între ele, volumul şi respectiv anvelopa clădirii se calculează pentru ansamblul acestor secțiuni.

În mod similar, la clădirile de locuit individuale, cuplate sau înşiruite, fără rosturi, volumul şi anvelopa se determină pentru ansamblul clădirii.

La clădirile fără rosturi, pereții dintre secțiuni şi dintre locuințele cuplate sau înşiruite, nu se consideră ca făcând parte din anvelopa clădirilor.

3.3. Aria anvelopei clădirii - A - se calculează cu relația:

$$A = \sum A_j \qquad \left[m^2\right] \quad (3)$$

în care:

A aria anvelopei, reprezentând suma tuturor ariilor elementelor de construcție perimetrale ale clădirii, prin care au loc pierderile de căldură;

A_j ariile elementelor de construcție care intră în alcătuirea anvelopei clădirii şi anume:

- suprafața opacă a pereților exteriori;

- suprafețele adiacente rosturilor deschise şi/sau închise;

- suprafețele ferestrelor şi uşilor exterioare, precum şi ale pereților exteriori vitrați şi ale luminatoarelor;

- suprafața planşeelor de peste ultimul nivel, sub terase;

- suprafața planşeelor de peste ultimul nivel, sub poduri;

- suprafața planşeelor de peste pivnițe şi subsoluri neîncălzite;

- suprafața plăcilor în contact cu solul;

- suprafața pereților în contact cu solul;

- suprafața planşeelor care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindouri, ganguri de trecere, etc);

- suprafața pereților şi a planşeelor care separă volumul clădirii, de spații adiacente neîncălzite sau mult mai puțin încălzite, precum şi de spații având alte destinații etc.

Ariile care alcătuiesc anvelope unei clădiri (A_j) se determină astfel:

- ariile pereților se calculează pe baza următoarelor dimensiuni:

- pe orizontală, pe baza dimensiunilor interioare ale pereților exteriori sau ale celor de la rosturi (lungimile în plan marcate cu linie groasă în fig.1);
- pe verticală, între fața superioară a pardoselii de la primul nivel încălzit, până la tavanul ultimului nivel încălzit (înălțimea H =

ΣH_j în fig. 2).

- ariile tâmplariei exterioare se iau în calcul pe baza dimensiunilor nominale ale golurilor din pereți (fig. 1 şi fig. 2);

- ariile orizontale (terase, planşee sub poduri, planşee peste subsoluri, plăci pe sol, ş.a.) se calculează pe baza dimensiunilor conturului interior al pereților care alcătuiesc anvelopa clădirii (fig. 1);

- în cazul suprafețelor înclinate, la determinarea suprafețelor orizontale şi verticale se va ține seama de această înclinare.

Aşa cum rezultă din fig. 3, aria anvelopei se determină având în vedere exclusiv suprafețele interioare ale elementelor de construcție perimetrale, ignorând existența - elementelor de construcție interioare (pereții interiori structurali şi nestructurali, precum şi planşeele intermediare).

3.4. Volumul clădirii - V - reprezintă volumul delimitat pe contur de suprafețele perimetrale care alcătuiesc anvelopa clădirii, şi care sunt precizate la punctul 3.3.

Volumul clădirii - V - reprezintă volumul încălzit al clădirii, cuprinzând atât încăperile încălzite direct (cu elemente de încălzire), cât şi încăperile încălzite indirect (fără elemente de încălzire), dar la care căldura pătrunde prin pereții adiacenți, lipsiți de o termoizolație semificativă. În acest sens se consideră ca făcând parte din volumul clădirii: cămări, debarale, vestibuluri, holuri de intrare, casa scării, puțul liftului şi alte spații comune.

Mansardele, precum şi încăperile de la subsol, încălzite la temperaturi apropiate de temperatura predominantă a clădirii, se includ în volumul clădirii.

Nu se includ în volumul clădirii:

- încăperile cu temperaturi mult mai mici decât temperatura predominantă a clădirii, de exemplu camerele de pubele;

- verandele, precum şi balcoanele şi logiile, chiar în situația în care ele sunt închise cu tâmplărie exterioară.

La clădirile cu terasă, în cazul în care casa scării se ridică peste cota generală a planşeului terasei, pereții exteriori ai acesteia se consideră ca elemente ale anvelopei clădirii.

La clădirile cu acoperiş înclinat, în situațiile în care casa scării continuă peste cota generală a planşeului podului, ca elemente delimitatoare, spre exterior, se consideră pereții dintre casa scării şi pod şi planşeul sau acoperişul de peste casa scării.

La casa scării de la parter, precum şi la holurile de intrare în clădire care au planşeul inferior denivelat, determinarea volumului şi a suprafeței anvelopei precum şi a suprafețelor tuturor elementelor de construcție care separă aceste spații, de subsol şi de aerul exterior (pereți, planşee, rampe, podeste), se face cu luarea în considerație a acestei denivelări.

3.5. Rezistențele termice corectate, medii pe ansamblul clădirii, ale elementelor de construcție (R'_m) se determină pe baza prevederilor din [1], [2] şi [3], cu luarea în considerație a influenței tuturor punților termice asupra rezistențelor termice unidirecționale, în câmp curent (R).

3.5.1. Principale|e punți termice care trebuie să fie avute în vedere la determinarea valorilor R'_m sunt următoarele:

- la pereți: stâlpi, grinzi, centuri, plăci de balcoane, logii şi bowindouri, buiandrugi, stâlpişori, colțuri şi conturul tâmplăriei;

- la planşeele de la terase şi de la poduri: atice, cornişe, streaşini, coşuri şi ventilații;

- la planşeele de peste subsol, termoizolate la partea superioară: pereții structurali şi nestructurali de la parter şi zona de racordare cu soclul;

- la planşeele de peste subsol, termoizolate la partea inferioară: pereții structurali şi nestructurali de la subsol, grinzile (dacă nu sunt termoizolate) şi zona de racordare cu soclul;

- la plăcile în contact cu solul: zona de racordare cu soclul, precum şi toate suprafețele cu termoizolația întreruptă;

- la planşeele care delimitează volumul clădirii la partea inferioară, de aerul exterior: grinzi (dacă nu sunt termoizolate), centuri, precum şi zona de racordare cu pereții adiacenți.

3.5.2. Rezistențele termice corectate, medii, ale suprafețelor opace ale elementelor de construcție, se determină pe baza metodei coeficienților specifici liniari şi punctuali de transfer termic, în conformitate cu relațiile de calcul - cap. 7 din [1]şi [2] şi a tabelelor 1 ... 73 din [1] şi 1 ... 18 din [2].

3.5.3. La fazele preliminare de proiectare, influența punților termice se poate evalua printr-o reducere globală a rezistențelor termice unidirecționale (în câmp curent), astfel:

- la pereți exteriori 20 ... 45%

- la terase şi planşee sub poduri 15 ... 25%

- la planşee peste subsoluri şi sub bowindouri 25 ... 35%

- la rosturi 10 ... 20%

3.5.4. La fazele preliminare şi intermediare de proiectare se admite utilizarea metodei simplificate din anexa H din [1], care constă în determinarea mediei aritmetice a rezistențelor termice calculate pe zone dispuse paralel pe fluxul termic şi pe straturi dispuse perpendicular pe fluxul termic.

3.5.5. Rezistențele termice ale tâmplăriei exterioare, luminatoarelor şi pereților exteriori vitrați se vor considera conform prevederilor din cap. 9 şi din anexa I din [1].

3.6. Pentru mărirea gradului de confort termic la clădirile de locuit, precum şi în vederea reducerii consumului de energie în exploatare, rezistențele termice R'_m determinate conform pct. 3.5. trebuie să fie mai mari decât valorile R'_{min} din anexa 3.

3.7. Factorul de corecție a temperaturilor exterioare se calculează cu relația:

$$\tau = \frac{T_i - T_j}{T_i - T_e} \qquad [-] \tag{4}$$

în care:

T_e temperature exterioară convențională de calcul pentru perioada rece a anului, care se consideră în conformitate cu harta de zonare climatică a teritoriului României, pentru perioada de iarnă, din anexa D din [1], astfel:

Zona I $T_e = -12℃$

Zona II $T_e = -15℃$

Zona III $T_e = -18℃$

Zona IV $T_e = -21℃$

T_i temperatura interioară convențională de calcul pe timpul iernii, care la clădirile de locuit se consideră temperatura predominantă a încăperilor:

$T_i = +20℃$

T_u temperatura în spațiile neîncălzite din exteriorul anvelopei, determinată pe baza unui calcul al bilanțului termic, efectuat în conformitate cu prevederile din [1] şi [2].

T_j temperatura în mediul din exteriorul anvelopei care poate fi:

$T_j = T_e$, sau

$T_j = T_u$

Pentru calcule în faze preliminare de proiectare, valorile τ se pot considera:

$\tau = 0,9$	la rosturi deschise şi la poduri;
$\tau = 0,5$	la rosturi închise, la subsoluri neîncălzite şi la pivnițe, la camere de pubele, precum şi la alte spații adiacente neîncăizite sau având alte destinații;
$\tau = 0,8$	la verande, balcoane şi logii închise cu tâmplărie exterioară;
$\tau = 0,9$	la tâmplăria exterioară prevăzută cu obloane la fața exterioară
$\tau = 1,0.$	la elementele de construcție care separă mediul interior Tj de mediul exterior.

3.8. La pierderile de căldură prin transfer termic se adaugă pierderile aferente unor condiții normale de reîmprospătare a aerului interior, precum şi pierderile de căldură suplimentare, aferente infiltrației în exces a aerului exterior, care poate pătrunde prin rosturile tâmplăriei.

Aceste pierderi, raportate la volumul clădirii V şi la diferența de temperatură $\Delta T = T_j - T_e$, au valoarea $0,34 \cdot n$ [W/m^3K], în care:

n	viteza de ventilare naturală a clădirii, respectiv numărul de schimburi de aer pe ora [h^{-1}]
0,34	reprezintă produsul dintre capacitatea calorică masică şi densitatea aparentă a aerului:

$$c_a = 1000\ W \cdot s/(kg \cdot K)$$

$$\rho_a = 1,23\ kg/m^3$$

$$c_a \cdot \rho_a = 1230\left[Ws/\left(m^3K\right)\right] = \frac{1230}{3600} = 0,34 \quad \left[Wh/\left(m^3K\right)\right]$$

Valorile n se iau din anexa 1, cu următoarele precizări:

- Valoarea n = 0,5 [h^{-1}] reprezintă numărul minim de schimburi de aer pe oră necesar pentru reîmprospătarea aerului interior în vederea asigurării unor condiții normale de microclimat.

Aceste schimburi normale se realizează:

- prin inerentele neetanşeități ale tâmplăriei;

- prin deschiderea ferestrelor şi uşilor exterioare;

- prin eventuale sisteme speciale de ventilare naturală (de exemplu clapete reglabile pentru priza de aer proaspăt şi alte clapete sau canale verticale de ventilație pentru eliminarea aerului viciat).

Pierderile suplimentare de căldură datorate infiltrației în exces a aerului exterior sunt o consecință directă a modului de realizare a etanşeității rosturilor dintre cercevelele şi tocurile tâmplăriei exterioare. Aceste pierderi sunt legate de acțiunea vântului, precum şi de curenții de aer interiori şi exteriori, şi sunt în funcție de următorii factori:

- expunerea clădirii (simplă sau dublă) sub aspectul infiltrațiilor de aer, respectiv cu apartamente având ferestre pe una sau pe două fațade;

- gradul de adăpostire a clădirii, prin existența unor obstacole în calea vântului şi a curenților de aer;

- gradul de permeabilitate a clădirii, în funcție de modul de etanşate a tâmplăriei exterioare.

Valorile n din anexa 1 cuprind ambele componente ale naturii pierderilor de căldură, astfel încât numărul de schimburi de aer variază de la valoarea minimă de 0,5 [h^{-1}] (fără infiltrații în exces) la valori de 1,0 ... 1,5 [h^{-1}], în cazul unor infiltrații suplimentare mari. La clădiri având mai multe feluri de tâmplarii exterioare, valoarea n se determină prin interpolare, în funcție de ponderea ariilor diferitelor tipuri de tâmplării.

3.9. Primul termen al relației de calcul (1) poate fi determinat cu:

$$\frac{\sum(L_j \cdot \tau_j)}{V} = \frac{\sum \Phi_j}{V \cdot \Delta T} \qquad [W/(m^3K)] \tag{5}$$

în care:

$$\Phi_j = \frac{A \cdot (T_i - T_j)}{R'_m} \qquad [W] \tag{6}$$

3.10, Rezistența termică medie a anvelopei se poate calcula cu relația:

$$R'_m = \frac{\sum A_j}{\sum(L_j \cdot \tau_j)} \qquad [(m^2K)/W] \tag{7}$$

[top]

4. DETERMINAREA COEFICIENTULUI GLOBAL NORMAT DE IZOLARE TERMICĂ (GN)

Coeficientul global normat de izolare termică este stabilit funcție de :

- numărul de niveluri (N)

- raportul dintre aria anvelopei şi volumul clădirii (A/V).

Valorile coeficienților globali normați - valabili pentru toate zonele climatice - sunt date în anexa 2.

La clădirile având suprafețe construite diferite de la nivel la nivel (de ex. la clădirile cu retrageri gabaritice), precum şi la cele cu spații având alte destinații decât aceea de locuințe la unele niveluri sau porțiuni de niveluri, pentru numărul de niveluri N se va calcula o valoare convențională, cu relația:

$$N = \frac{\sum A_c}{A_{c\,max}} \quad [-] \qquad (8)$$

în care:

A_c aria construită a clădirii, măsurată pe conturul exterior al pereților de fațadă (exclusiv logiile şi balcoanele) la fiecare nivel al clădirii [m^2];

$A_{c\,max}$ cea mai mare valoare A_c din clădire [m^2].

În acest caz valoarea N poate rezulta ca număr zecimal, încadrarea în anexa 2 urmând a se face prin interpolare.

[top]

5. VERIFICAREA NIVELULUI DE IZOLARE TERMICĂ GLOBALĂ

Nivelul de izolare termică globală este corespunzător, dacă se realizează condiția:

$$G \leq GN \ [W/m^3K] \qquad (9)$$

Posibilitățile de realizare a acestei condiții trebuie să fie atent analizate încă de la fazele preliminare ale proiectului, atunci când se face concepția complexă a clădirii, când încă se mai poate interveni asupra configurației în plan şi pe verticală a construcției, precum şi asupra parametrilor ei geometrici.

Principalii factori geometrici, care infuențează asupra coeficientului global de izolare termică G, sunt următorii:

- Raportul P/A_c, în care:

P perimetrul clădirii, măsurat pe conturul exterior al pereților de fațadă;

A_c aria în plan a clădirii, limitată de perimetru (arie construită).

- Gradul de vitrare, exprimat prin raportul dintre aria tâmplăriei exterioare şi aria totală a pereților exteriori (partea opacă + partea vitrată);

- Retragerile gabaritice, existența bowindourilor, precum şi alte variații ale suprafețelor A_c de la nivel la nivel.

[top]

6. RECOMANDĂRI PRIVIND UNELE POSIBLITĂȚI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A COMPORTĂRII TERMOTEHNICE ŞI DE REDUCERE A VALORII COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE DE LOCUIT

Pentru îmbunătățirea comportării termotehnice a clădirilor de locuit şi pentru reducerea valorii coeficientului global de izolare termică, se recomandă aplicarea următoarelor măsuri:

La alcătuirea generală a clădirii:

- la stabilirea pozițiilor şi dimensiunilor tâmplăriei exterioare se va avea în vedere atât orientarea cardinală, cât şi orientarea față de direcția vânturilor dominante, ținând seama şi de existența clădirilor învecinate; deşi nu se consideră în calcule, ferestrele orientate spre sud au un aport solar semnificativ;

- pentru reducerea pierderilor de căldură spre spațiile de circulație comună, se vor prevedea windfanguri la intrările în clădiri, aparate de închidere automată a uşilor de intrare în clădiri, termoizolații la uşile de intrare în apartamente, încălzirea spațiilor comune la temperaturi apropiate de temperatura din locuințe ş.a.;

- la pereții interiori ai cămărilor aerisite direct, se vor prevedea măsuri de termoizolare.

La alcătuirea elementelor de construcție perimetrale:

- se vor utiliza soluții cu rezistențe termice specifice sporite, cu utilizarea materialelor termoizolante eficiente (polistiren, vată minerală ş.a.);

- se vor utiliza soluții îmbunătățite de tâmplărie exterioară, cu cel puțin 3 rânduri de geamuri sau cu geamuri termoizolante;

- se va urmări reducerea în cât mai mare măsură a punților termice de orice fel, în special în zonele de intersecții a elementelor de construcție (colțuri, socluri, cornişe, atice), cât şi la balcoane, logii, bowindouri, în jurul golurilor de ferestre şi uşi de balcon, ş.a;

- se interzice utilizarea tâmplăriilor cu tocuri şi cercevele din aluminiu fără întreruperea punților termice.

În vederea reducerii infiltrațiilor de aer rece

- la tâmplăria exterioară se vor lua măsuri de etanşare corespunzătoare a rosturilor dintre tocuri şi conturul golurilor din pereți;

- se va utiliza exclusiv tâmplărie de bună calitate şi prevăzută cu garnituri de etanşare;

- suprafețele vitrate, luminatoarele şi tâmplăria fixă vor fi prevăzute cu soluții de etanşare care să excludă orice infiltrații;

- la pereții din panouri mari prefabricate, rosturile dintre panouri vor fi exclusiv de tip "închis" şi vor fi etanşate cu chituri de calitate corespunzătoare, care să confere o siguranță deplină, atât față de infiltrațiile de apă, cât şi față infiltrațiile de aer;

- la elementele perimetrale opace nu se vor utiliza soluții constructive caracterizate printr-o permeabilitate la aer ridicată.

[top]

7. METODĂ PENTRU DETERMINAREA NECESARULUI ANUAL DE CĂLDURĂ PENTRU ÎNCĂLZIRE PE BAZA COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ "G", LA CLĂDIRILE DE LOCUIT

7.1. Generalități

7.1.1. Necesarul anual de căldură utilizată pentru încălzirea, în perioada rece, a clădirilor, este un indicator important care reflectă gradul de protecție termică în ceea ce priveşte economia de energie şi reprezintă principala caracteristică energetică a clădirilor.

Prevederile conținute în acest capitol se aplică la toate tipurile de clădiri de locuit, inclusiv la cămine, internate, ş.a. Prevederile acestui capitol sunt valabile atât la clădirile de locuit noi cât şi la clădirile de locuit existente pentru situația de dinainte sau/şi de după modernizarea termotehnică.

7.1.2 Prevederile conținute în acest capitol nu se aplică la următoarele categorii de clădiri de locuit:

- clădirile proiectate pentru un aport activ de căldură solară;

- clădirile prevăzute cu instalații de ventilare acționate mecanic, cu sau fără recuperarea căldurii.

În acest capitol se tratează următoarele aspecte:

- Determinarea cu o metodă simplificată a necesarului anual de căldură pentru încălzire aferent unui m^3 de volum încălzit, în funcție de coeficientul global de izolare termică a clădirii (G) determinat conform cap. 3.

Metoda de calcul (pct. 7.2 ... 7.6) ține seama de condițiile climatice ale amplasamentului, precum şi de aporturile de căldură internă şi solară (pasivă) şi se poate folosi la determinarea prin calcul a necesarului anual de căldură atât pentru clădirile noi, cât şi pentru cele existente (reabilitate sau nereabilitate).

- Idem ca mai sus, dar în condiții climatice şi de exploatare a instalației de încălzire - unificate, pentru calcule comparative (pct.7.7).

- Valori normate pentru necesarul anual de căldură pentru încălzire (pct.7.8).

7.1.4 Prevederile din prezentul capitol nu se utilizează pentru dimensionarea instalațiilor de încălzire ci numai pentru evaluarea performanței termo - energetice a anvelopei clădirilor în faze preliminare şi intermediare de proiectare.

7.2 Necesarul anual de căldură

Necesarul anual de căldură pentru încălzire aferent unui m^3 de volum interior, se calculează cu relația:

$$Q = \frac{24}{1000} C \cdot N_{12}^{\theta_i} \cdot G - (Q_i + Q_s) \qquad \left[kWh/\left(m^3 \cdot an\right)\right] \quad (10)$$

în care:

Q necesarul anual de căldură pe metru cub de volum încălzit, [kWh/m^3·an];

G coeficientul global de izolare termică a clădirii, care se determină în conformitate cu prevederile din capitolul 3, [W/(m^{3}K)];

C coeficient de corecție, [-];

$N_{12}^{\theta_i}$ numărul anual de grade - zile de calcul, corespunzător localității unde este amplasată clădirea, calculat pentru temperatura interioară medie în perioada de încălzire (θ_i) şi pentru temperatura exterioară medie zilnică care marchează începerea şi oprirea încălzirii (θ_i = + 12°C); se exprimă in [K.zile];

Q_i aportul util de căldură rezultat din locuirea clădirii, aferent unui m^3 de volum încălzit [kWh/m^3·an];

Q_s aportul util de căldură provenită din radiația solară, aferent unui m^3 de volum încălzit [kWh/m^3·an].

7.3 Numărul anual de grade - zile de calcul

Numărul anual de grade-zile de calcul se determină pe baza prevederilor din standardul SR 4839 - 1997, cu relația:

$$N_{12}^{\theta_i} = N_{12}^{20} - (20 - \theta_i) D_{12} \qquad [K \cdot zile] \qquad (11)$$

în care:

N_{12}^{20} numărul anual de grade - zile de calcul, pentru θ_j=+20°C şi pentru θ_{eo}=+12°C, [K·zile]

θ_i temperatura interioară medie a clădirii [°C]

D_{12} durata convențională a perioadei de încălzire, corespunzătoare temperaturii exterioare care marchează începerea şi oprirea încălzirii θ_{eo}=+12°C, [zile]

7.3.1 Temperatura interioară medie a clădirii se calculează cu relația:

$$\theta_i = \frac{\sum (\theta_j \cdot V_{uj})}{\sum V_{uj}} \qquad [°C] \qquad (12)$$

în care:

V_{uj} volumul util al fiecăreia din încăperile direct încălzite (prevăzute cu corpuri de încălzire) ale clădirii [m^3]

θ_i temperatura interioară de calcul a încăperilor direct încălzite ale clădirii [°C]

Volumul util al încăperilor V_{uj} se determină prin înmulțirea ariei utile (A_{uj}) cu înălțimea liberă (h_{uj}) măsurată între fața superioară a pardoselii şi tavan. Dacă încăperile au aceiaşi înălțime liberă, se poate folosi relația:

$$\theta_i = \frac{\sum(\theta_j \cdot A_{uj})}{\sum A_{uj}} \qquad [°C] \qquad (13)$$

în care:

A_{uj} aria utilă a fiecăreia din încăperile direct încălzite ale clădirii [m^2].

7.3.2. Pentru o serie de localități, numărul anual de grade zile de calcul N_{12}^{20} şi durata convențională a perioadei de încălzire D_{12} se dau în tabelul 7.1.

7.3.3. Relațiile (1) şi (2) precum şi valorile N_{12}^{20} şi D_{12} din tabelul 7.1 sunt valabile la clădirile la care temperatura exterioară care marchează începerea şi oprirea încălzirii este θ_{eo} = +12°C. Pentru clădirile la care $\theta_{eo} \neq$ +12°C, în relațiile (10) şi (11), valorile $N_{12}^{\theta_i}$, N_{12}^{20} şi D_{12} se înlocuiesc cu valori $N_{\theta eo}^{\theta_i}$, $N_{\theta eo}^{20}$ şi respectiv $D_{\theta eo}$, care se calculează pe baza prevederilor din standardul SR 4839-1997 [4].

7.3.4 Pentru localitățile care nu sunt cuprinse în tabelul 7.1, parametrii N şi D se pot determina fie prin comparație cu valorile corespunzătoare ale unor localități învecinate, având condții asemănătoare de temperatură exterioară şi relief, fie printr-un calcul exact, în conformitate cu prevederile din SR 4839-1997.

Tabelul 7.1

NUMĂRUL ANUAL DE GRADE - ZILE DE CALCUL ŞI DURATA CONVENȚIONALĂ A PERIOADEI DE ÎNCĂLZIRE

Nr. crt.	Localitatea	θ_a	N_{12}^{20}	D_{12}
		℃	K.zile	zile
1.	Adamclisi	10,8	3120	193
2.	Alba Iulia	8,9	3460	210
3.	Alexandria	10,7	3150	189
4.	Arad	10,4	3020	192
5.	Bacău	9,0	3630	209
6.	Baia Mare	9,5	3350	201
7.	Bârlad	9,6	3460	200

8.	Bistrița	7,9	3850	224
9.	Blaj	8,9	3530	210
10.	Botoşani	9,0	3630	209
11.	Braşov	7,5	4030	227
12.	Brăila	10,5	3170	190
13.	Bucureşti	10,6	3170	190
14.	Buzău	10,7	3150	189
15.	Calafat	11,4	2980	181
16.	Călăraşi	11,2	3010	185
17.	Câmpina	8,9	3530	210
18.	Câmpulung Moldovenesc	6,5	4270	242
19.	Câmpulung Muscel	7,9	3820	224
20.	Caracal	10,9	3100	187
21.	Caransebeş	10,1	3180	196
22.	Cluj	8,3	3730	218
23.	Constanța	11,5	2840	186
24.	Craiova	10,6	3170	190
25.	Curtea de Argeş	8,8	3540	210
26.	Deva	9,6	3300	200
27.	Dorohoi	8,4	3850	217
28.	Drăgăşani	10,4	3120	192
29.	Făgăraş	7,7	3930	227
30.	Focşani	9,9	3350	196
31.	Galați	10,5	3190	190
32.	Giurgiu	11,1	3030	185
33.	Gura Honț (Arad)	9,8	3290	198

34.	Grivița (Ialomița)	10,5	3190	190
35.	Huşi	9,7	3420	199
36.	Iaşi	9,4	3510	201
37.	Joseni	4,9	4960	259
38.	Lugoj	10,4	3100	192
39.	Mangalia	11,4	2880	187
40.	Medgidia	11,5	2960	187
41.	Miercurea Ciuc	6,5	4250	242
42.	Odorheiul Secuiesc	7,7	3940	227
43.	Oradea	10,2	3150	195
44.	Oravița	10,9	3000	187
45.	Păltiniş - Sibiu	4,5	5170	266
46.	Petroşani	7,6	3960	227
47.	Piatra Neamț	8,7	3560	198
48.	Piteşti	9,7	3420	199
49.	Ploieşti	10,1	3390	196
50.	Poiana Stampei (Suceava)	4,0	5290	284
51.	Predeal	4,8	5090	259
52.	Râmnicu Sărat	10,6	3170	190
53.	Râmnicu Vâlcea	10,3	3120	194
54.	Reşița	10,1	3130	196
55.	Roman	8,8	3700	210
56.	Satu Mare	9,4	3370	201
57.	Sebeş	9,1	3470	208
58.	Sfântu Gheorghe (Covasna)	7,0	4140	235

59.	Sibiu	8,5	3660	215
60.	Sighişoara	8,3	3640	216
61.	Sinaia (cota 1500)	3,6	5650	325
62.	Slatna	10,6	3200	190
63.	Slobozia	10,6	3150	190
64.	Suceava	7,5	4080	230
65.	Sulina	11,3	3000	190
66.	Târgovişte	10,1	3390	196
67.	Târgu Jiu	10,1	3390	196
68.	Târgu Mureş	8,8	3540	210
69.	Târgu Ocna	9,3	3410	205
70.	Târgu Secuiesc	6,8	4370	237
71.	Tecuci	9,8	3390	198
72.	Timişoara	10,6	3180	190
73.	Tulcea	11,0	3070	191
74.	Turda	8,7	3560	198
75.	Turnu Măgurele	11,2	3010	185
76.	Turnu Severin	11,6	2810	181
77.	Urziceni	10,6	3170	190
78.	Vaslui	9,3	3570	205
79.	Vatra Dornei	5,3	4580	257
80.	Zalău	9,5	3300	201

θ_a temperatura medie anuală

N_{12}^{20} numărul anual de grade zile de calcul, calculat pentru temperatura interioară medie a clădirii în perioada de încălzire θ_i = + 20°C; i pentru temperatura exterioară medie zilnică care marcheaza momentul începerii şi opririi încălzirii θ_{eo} = + 12°C

D_n durata convențională a perioadei de încălzire, corespunzătoare unei temperaturi θ_{eo} = + 12°C

7.4 Coeficientul de corecție

Coeficientul de corecție (C) ține seama de:

- reducerea temperaturii interioare pe durata nopții;

- variația în timp a temperaturii exterioare;

- dotarea instalației interioare de încălzire cu dispozitive de reglare termostatată a temperaturii interioare;

- regimul de exploatare a instalației de încălzire.

Coeficientul de corecție (C) se determină, în funcție de numărul de grade - zile N_{12}^{20}, din fig.7.1;

7.5 Aportul de căldura internă

7.5.1 Aportul util de căldură rezultată din locuirea clădirii (căldura internă) Q_j, provine din:

- fluxul termic emis de persoanele care locuiesc, muncesc sau staționează în încăperile clădirii;

- utilizarea apei calde pentru spălat, activități menajere, etc;

- prepararea hranei, în principal prin utilizarea combustibilului gazos;

- utilizarea energiei electrice pentru diferite activități casnice (radio, TV, frigider, aspirator, maşină de spălat, ş.a.);

- iluminatul general şi local;

- funcționarea ventilatoarelor, a aparatelor de aer condiționat, a calculatoarelor electronice, ş.a.

7.5.2 La clădirile de locuit aportul de căldură internă specific se va considera cu valoarea Q_i = 7 kWh/(m^3·an)

7.6 Aportul de căldură provenit din radiațiile solare

7.6.1 Aportul de căldură al radiației solare (Q_s) se consideră că se realizează numai prin suprafețele vitrate (ferestre şi uşi exterioare, prevăzute cu geamuri). Nu se ține seama de aportul de căldură al radiației solare prin suprafețele opace.

Aportul de căldură utilă specific al radiației solare se calculează cu relația:

$$Q_s = 0.40 \sum_{ij} I_{Gj} \cdot g_i \cdot \frac{A_{Fji}}{V} \qquad \left[kWh/m^3an\right] \qquad (14)$$

în care:

Q_s cantitatea de căldură datorată radiației solare, recepționată de o clădire, pe durata

sezonului de încălzire, pe un m^3 volum încălzit;

I_{Gj} radiația solară globală disponibilă corespunzătoare unei orientări cardinale "j" [kWh/m^2. an];

g_i gradul de penetrare a energiei prin geamurile "i" ale tâmplăriei exterioare;

A_{Fij} aria tâmplăriei exterioare prevăzută cu geamuri clare de tipul "i" şi dispusă după orientarea cardinală "j" [m^2];

V volumul interior, încălzit - direct sau indirect - al clădirii, [m^3].

7.6.2 Radiația solară globală (directă şi difuză) disponbilă se determină cu relația:

$$I_{Gj} = \frac{24}{1000} D_{12} I_{Tj} \qquad \left[kWh/\left(m^2 \cdot an\right)\right] \quad (15)$$

în care:

D_{12} durata convențională a perioadei de încălzire, corespunzătoare temperaturii exterioare care marchează începerea şi oprirea încălzirii θ_{eo}=+12°C [zile];

I_{Tj} intensitatea radiației solare totale, cu valori în funcție de orientarea cardinală "j" şi de localitatea în care este amplasată clădirea [W/m^2].

Duratele convenționale ale perioadei de încălzire D_{12} se dau, pentru 80 localități din România, în tabelul 7.1.

În tabelul 7.2 se dau valorile medii ale intensității radiației solare totale (I_{Tj}), pe un plan vertical cu orientarea "j", precum şi pe un plan orizontal, pentru 30 localități din România.

Pentru clădiri amplasate în localități care nu sunt cuprinse în tabelul 7.2, valorile intensităților radiației solare totale I_{Gj} se pot determina prin medierea valorilor corespunzătoare pentru cele mai apropiate 3 localități.

Suprafețele având o înclinare față de orizontală, egală sau mai mare de 30° vor fi considerate suprafețe verticale, iar cele cu o înclinare mai mică de 30° - suprafețe orizontale.

Orientarea "j" este definită de direcția pe care o are o dreaptă perpendiculară pe suprafața geamului, în cadrul sectoarelor care delimitează, cu o abatere de ± 22,5°, direcțiile cardinale N, NE, E, SE, S, SV, V şi NV. În pozițiile limită dintre sectoare, se va considera valoarea cea mai mică dintre cele 2 valori I_{Tj} adiacente.

pentru faze preliminare de proiectare şi/sau pentru calcule aproximative sau comparative se pot avea în vedere următoarele valori i_{gj}, considerate medii pentru teritoriul României (fig. 7.2):

- orientarea spre S I_{GS} = 420 kWh/(m^2·an)
- orientarea spre SE sau SV $I_{G\,SE} = I_{G\,SV}$ = 340 kWh/(m^2·an)
- orientarea spre E sau V $I_{G\,E} = I_{G\,V}$ = 210 kWh/(m^2·an)

- orientarea spre NE sau NV $I_{G\,NE} = I_{G\,NV} = 120$ kWh/(m^2·an)

- orientarea spre N $I_{G\,N} = 100$ kWh/(m^2·an)

- suprafețe orizontale $I_{G\,O} = 360$ kWh/(m^2·an)

Dacă suprafețele vitrate sunt puternic umbrite (pe tot parcursul zilei sau în cea mai mare parte din zi), indiferent de înclinarea față de orizontală şi de orientarea cardinală, se va consideră:

$$I_{GU} = I_{GN} = 100 \text{ kWh/(m}^2\text{.an)}.$$

7.6.3 Gradul de penetrare a energiei solare (g_i) prin geamurile clare ale tâmplăriei exterioare se va considera astfel:

- geamuri duble (2 geamuri simple, sau un geam termoizolant dublu) .....g = 0,75
- geamuri triple (3 geamuri simple, sau un geam simplu + un geam termoizolant dublu, sau un geam termoizolant triplu) .....g = 0,65
- geam termoizolant dublu, având o suprafață tratată cu un strat reflectant al razelor infraroşii .....g = 0,50
- geamuri triple (un geam simplu + un geam termoizolant dublu sau un geam termoizolant triplu), având o suprafață tratată cu un strat reflectant al razelor infraroşii .....g = 0,45
- geam termoizolant triplu, având 2 suprafețe tratate cu straturi reflectante ale razelor infraroşii .....g = 0,40

Tabelul 7.2

Intensitatea radiației solare totale (I_{Ti})
- valori medii zilnice -

LOCALITATEA	I_{Ti} (W/m^2)					
	VERTICAL					ORIZONTAL
	S	SV SE	V E	NV NE	N	
Alexandria	91,1	74,9	46,8	25,5	20,2	80,8
Bacău	83,9	70,4	46,0	26,2	20,5	83,2
Bârlad	86,3	71,8	46,0	25,5	19,9	81,7
Botoşani	84,8	71,0	46,0	25,8	20,0	82,8
Bucureşti	92,5	76,0	47,4	25,7	20,3	82,0
Calafat	91,3	74,5	45,7	24,4	19,4	77,4

Călăraşi	95,0	77,6	47,6	25,2	19,8	81,1
Câmpina	96,0	76,5	50,3	27,7	21,8	89,3
Caransebeş	85,4	70,7	44,9	25,0	19,9	78,8
Cluj Napoca	88,2	74,2	48,5	27,7	21,5	88,4
Constanța	97,8	79,8	48,8	25,7	20,2	83,2
Craiova	92,5	76,0	47,4	25,7	20,3	81,7
Curtea de Argeş	96,5	80,0	50,6	27,8	21,8	89,6
Dorohoi	83,0	69,8	45,7	26,3	20,6	83,4
Drăgăşani	97,8	80,1	49,3	26,1	20,5	84,8
Galați	92,1	75,6	46,8	25,0	19,6	80,6
Iaşi	82,1	68,4	44,0	24,7	19,4	78,6
Oradea	87,1	71,9	45,1	24,5	19,1	78,9
Predeal	92,4	78,0	52,1	32,4	26,8	98,8
Râmnicu Sărat	99,8	81,4	49,6	25,7	19,9	84,8
Roşiorii de Vede	93,8	76,4	46,6	24,6	19,5	78,8
Satu Mare	86,0	71,5	45,4	24,9	19,3	80,5
Sibiu	86,7	72,9	47,8	27,4	21,6	84,9
Sighet	88,6	74,2	47,9	26,6	20,3	86,6
Târgu Jiu	91,5	75,6	47,6	26,0	20,5	83,3
Târgu Mureş	85,3	71,8	47,1	27,0	21,1	85,6
Târgu Secuiesc	94,9	79,9	52,5	30,6	24,4	96,8
Timişoara	85,2	70,3	44,2	24,3	19,3	76,9
Turnu Măgurele	91,3	74,8	46,3	25,0	19,9	79,2
Turnu Severin	93,4	75,9	46,0	24,1	19,2	77,4

7.6.4 Aria tâmplăriei exterioare prevăzută cu geamuri clare se va calcula pe baza dimensiunilor nominale ale golurilor din pereți.

La tâmplăriile cu suprafețele înclinate, în calcule se vor consideră ariile lor nominale, măsurate în planul lor.

La tâmplăriile exterioare la care aria liberă a geamurilor (A_g) este mai mică decât 60 % din aria tâmplăriei respective (A_F), aria acesteia se va considera în calcule:

$$A_F = 1{,}5A_g$$

Dacă aria tâmplăriei exterioare (A_{Fj}) este mai mare decât dublul ariei părții opace (A_{Pj}) a respectivului perete, aria tâmplăriei exterioare care se va considera în calcule, se va limita la valoarea:

$$A_{Fj} = \frac{2}{3}\left(A_{Fj} + A_{Pj}\right) \qquad \left[m^2\right] \quad (16)$$

7.6.5 Volumul interior, încălzit - direct sau indirect - al clădirii (V) se determină în conformitate cu prevederile de la pct. 3.4.

7.7 NECESARUL ANUAL DE CĂLDURĂ ÎN CONDIȚII COMPARABILE

7.7.1 Pentru calcule comparative, precum şi pentru verificarea încadrării clădirilor de locuit în valorile normate, se consideră următorii parametrii (climatici şi de exploatare a instalației de încălzire) unificați la valori considerate medii pe țară:

- numărul de grade zile de calcul ..... $N_{12}^{\theta i} = N_{12}^{20} = 3400\,grade-zile$
- radiația solară globală ..... $I_{Gi} = I_{GE} = 210$ kWh/(m^2·an)
- coeficientul de corecție ..... C = 0,9

7.7.2 În aceste condiții, relația de calcul (1) devine:

$$Q = 73{,}44 \cdot G - \left[7 + \frac{84}{V}\sum\left(g_i \cdot A_{Fi}\right)\right] \quad \left[kWh/m^3 \cdot an\right] \quad (17)$$

în care:

- G — coeficientul global de izolare termică a clădirii, [W/m^3K];
- V — volumul interior, încălzit, al clădirii, [m^3];
- g_i — gradul de penetrare a energiei prin geamurile "i" ale tâmplăriei exterioare, determinat conform pct. 7.6.3;
- A_{Fi} — aria tâmplăriei exterioare prevăzută cu geamurile "i", determinată conform pct. 7.6.4, [m^2].

7.8 Necesarul anual de căldură, pentru încălzire, normat

7.8.1 Pentru clădirile de locuit noi, proiectate după intrarea în vigoare a prezentului Ghid, se stabilesc valori normate (QN) pentru necesarul anual de căldură pentru încălzire, determinat în condiții comparabile, conform pct. 7.7.

Valorile normate ale necesarului de căldură pe m^3 de volum încălzit (QN) se dau în tabelul 7.3 şi în fig.7.3 - în funcție de raportul A/V, în care:

A — aria anvelopei clădirii de locuit, [m^2].

V — volumul interior, încălzit, al clădirii, [m^3].

7.8.2 Se va respecta condiția obligatorie ca necesarul anual de căldură, calculat cu relația (17) să fie mai mic decât necesarul de căldură normat, astfel:

$Q \le Q_{N1}$ pentru clădirile care se vor proiecta înainte de 01.01.2006;

$Q \le Q_{N2}$ pentru clădirile care se vor proiecta după 01.01.2006.

Tabelul 7.3

A/V	Q_{N1}	Q_{N2}	A/V	Q_{N1}	Q_{N2}
m^{-1}	kWh/(m^3 an)		m^{-1}	kWh/(m^3 an)	
≤ 0,2	17,00	15,0	0,7	34,5	27,5
0,3	20,50	17,5	0,8	38,0	30,0
0,4	24,00	20,0	0,9	41,5	32,5
0,5	27,50	22,5	1,0	45,0	35,0
0,6	31,00	25,0	≥ 1,1	48,5	37,5

7.8.3 Pentru valori A/V intermediare, valorile QN se pot determina fie prin interpolare, fie cu relațiile:

$$Q_{N1} = 10 + 35\frac{A}{V} \qquad \left[kWh/m^3 \cdot an\right] \quad (18)$$

$$Q_{N2} = 10 + 25\frac{A}{V} \qquad \left[kWh/m^3 \cdot an\right] \quad (19)$$

cu limitele de valabilitate:

$17,0 \le Q_{N1} \le 48,5$

$15,0 \le Q_{N2} \le 37,5$

7.8.4 Prevederile de la punctele 7.8.1 ... 7.8.3, precum şi cele de la pct.1.3. al.2, nu se aplică la clădirile care se modernizează şi se reabilitează din punct de vedere termotehnic. La aceste clădiri, prevederile de la pct. 7.8.1 ... 7.8.3 sunt orientative.

7.8.5 În cazul în care se doreşte ca necesarul anual de căldură să fie raportat la metru pătrat de arie utilă, se folosesc relațiile de calcul:

$$V_u = A_u \cdot h_u = 0,8 \cdot V \ [m^3] \quad (20)$$

$$A_u = 0,32 \cdot V \ [m^2] \quad (21)$$

$$V = 3,125 \cdot A_u \ [m^3] \quad (22)$$

$$\overline{Q} = 3.125 \cdot Q \quad \left[kWh/\left(m^2 an\right)\right] \quad (23)$$

$$\overline{QN} = 3.125 \cdot QN \quad \left[kWh/\left(m^2 an\right)\right] \quad (24)$$

în care:

A_u — aria utilă totală a clădirii, egală cu suma ariilor utile ale tuturor apartamentelor, la care se adaugă ariile tuturor spațiilor şi circulațiilor comune (casa scării, holuri de intrare în clădire, spălătorii, uscătorii etc.), [m^2];

V_u — volumul util al clădirii, [m^3];

h_u — înălțimea liberă a încăperilor, care se consideră cu valoarea unică, convențională: h_u = 2,50 m;

$\overline{Q}$ — necesarul anual de căldură aferent unui metru pătrat de arie utilă, [kWh/(m^2 an)];

$\overline{QN}$ — necesarul anual de căldură, normat, aferent unui metru pătrat de arie utilă, [kWh/(m^2. an)].

Rezultă următoarele valori normate exprimate în kWh/(m^2 an):

Tabelul 7.4

A/V	Q_{N1}	Q_{N2}	A/V	Q_{N1}	Q_{N2}
m^{-1}	kWh/(m^3 an)		m^{-1}	kWh/(m^3 an)	
≤ 0,2	53,12	46,88	0,7	107,81	85,94
0,3	64,06	54,69	0,8	118,75	93,75
0,4	75,00	62,50	0,9	129,69	101,56

0,5	85,94	70,13	1,0	140,63	109,38
0,6	96,88	78,12	≥ 1,1	151,56	117,19

7.9 Necesarul anual de combustibil şi emisia anuală de bioxid de carbon

Pe baza necesarului anual de căldură, determinat conform pct. 7.2 ... 7.6 sau conform pct. 7.7, se pot calcula:

- necesarul anual de combustibil;

- emisiile anuale de CO_2, SO_2, CO, NO_2, şa.

În tabelul 7.5 se dau unele date utile pentru determinarea necesarului anual de combustibil şi pentru evaluarea emisiei anuale de bioxid de carbon.

Tabelul 7.5

Combustibilul	UM	Consum specific	Emisie de CO_2
		UM/kWh	kg/kWh
Combustibil lichid	1	0,10	0,29
Gaz natural	m^3	0,10	0,19
Termoficare	Gcal	$8,6 \times 10^{-4}$	0,24
Lemn	m^3	1×10^{-3}	0,36
Cărbune	kg	0,20	0,33 ... 0,40

[top]

ANEXA 1

Numărul schimburilor de aer pe oră - n - (h^{-1}) la clădiri de locuit

(conform INCERC - Bucureşti)

CATEGORIA CLĂDIRII	CLASA DE ADĂPOSTIRE	CLASA DE PERMEABILITATE		
		ridicată	medie	scăzută
Clădiri individuale (case	neadăpostite	1,5	0,8	0,5

unifamiliale, cuplate sau înşiruite ş.a)		moderat adăpostite	1,1	0,6	0,5
		adăpostite	0,7	0,5	0,5
Clădiri cu mai multe apartamente, cămine, internate, ş.a	dublă expunere	neadăpostite	1,2	0,7	0,5
		moderat adăpostite	0,9	0,6	0,5
		adăpostite	0,6	0,5	0,5
	simplă expunere	neadăpostite	1,0	0,6	0,5
		moderat adăpostite	0,7	0,5	0,5
		adăpostite	0,5	0,5	0,5

CLASA DE ADĂPOSTIRE:

neadăpostite:	Clădiri foarte înalte, clădiri la periferia oraşelor şi în piețe.
moderat adăpostite:	Clădiri în interiorul oraşelor, cu minimum 3 clădiri în apropiere
adăpostite:	Clădiri în centrul oraşelor, clădiri în păduri.

CLASA DE PERMEABILITATE:

ridicată	Clădiri cu tâmplăric exterioară fără măsuri de etanşare.
medie	Clădiri cu tâmplărie exterioară cu garnituri de etanşare.
scăzută	Clădiri cu ventilare controlată şi cu tâmplărie exterioară prevăzută cu măsuri speciale de etanşare.

[top]

ANEXA 2

Coeficienți globali normați de izolare termică GN [W/(m^{3}K)] la clădiri pe locuit

NUMĂRUL DE NIVELURI N	A/V	GN	NUMĂRUL DE NIVELURI	A/V	GN
	[m^2/m^3]	[W/m^{3}K]		[m^2/m^3]	[W/m^{3}K]

			N		
1	0,80	0,77	4	0,25	0,46
	0,85	0,81		0,30	0,50
	0,90	0,85		0,35	0,54
	0,95	0,88		0,40	0,58
	1,00	0,91		0,45	0,61
	1,05	0,93		0,50	0,64
	≥ 1,10	0,95		≥ 0,55	0,65
2	0,45	0,57	5	0,20	0,43
	0,50	0,61		0,25	0,47
	0,55	0,66		0,30	0,51
	0,60	0,70		0,35	0,55
	0,65	0,72		0,40	0,59
	0,70	0,74		0,45	0,61
	≥ 0,75	0,75		≥ 0,50	0,63
3	0,30	0,49	≥ 10	0,15	0,41
	0,35	0,53		0,20	0,45
	0,40	0,57		0,25	0,49
	0,45	0,61		0,30	0,53
	0,50	0,65		0,35	0,56
	0,55	0,67		0,40	0,58
	≥ 0,60	0,68		≥ 0,45	0,59

NOTĂ:

1 - Pentru alte valori A/V şi N, se interpolează liniar.

2 - La clădirile care se vor proiecta după 1.01.1998, valorile GN se reduc cu 10%.

3.- La clădirile existente care urmează a fi reabilitate şi modernizate, valorile din tabel au caracter de recomandare.

[top]

ANEXA 3

Rezistențe termice minime R'_{min} ale elementelor de construcție. pe ansamblul clădirii

Nr. crt.	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	R'_{min} [m^2K/W]	
		CLĂDIRI PROIECTATE	
		până la 1.01.1998	după 1.01.1998
1	Pereți exteriori (exclusiv suprafețele vitrate, inclusiv pereții adiacenți rosturilor deschise)	1,20	1,40
2	Tâmplărie exterioară	0,40	0,50
3	Planşee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	2,00	3,00
4	Planşee peste subsoluri neîncălzite şi pivnițe	1,10	1,65
5	Pereți adiacenți rosturilor închise	0,90	1,10
6	Planşee care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindouri, ganguri de trecere, ş.a)	3,00	4,50
7	Plăci pe sol (peste CTS)	3,00	4,50
8	Plăci la partea inferioară a demisolurilor sau a subsolurilor încălzite (sub CTS)	4,20	4,80
9	Pereți exteriori, sub CTS, la demisolurile sau la subsolurile încălzite	2,00	2,40

NOTĂ:

La clădirile existente care urmează a fi reabilitate şi modernizate, valorile din tabel au caracter de recomandare.

[top]

EXEMPLE DE CALCUL

Exemplul de calcul nr. 1

Să se verifice coeficientul global de izolare termică pentru o clădire de locuit individuală, cuplată, la o fază preliminară de proiectare.

Clădirea are parter, alcătuită conform fig. I, şi este amplasată într-un cartier din Bucureşti, înălțimea liberă a parterului - între fața superioară a pardoselii şi tavan - este de 2,55 m. Clădirea se proiectează în cursul anului 1997.

a) Determinarea caracteristicilor geometrice ale clădirii:

- Aria plăcii pe sol (A_1) şi a planşeului sub pod (A_2):

$$A_1 = A_2 = 17,80 - 11,80 - 2 \cdot 1,20 \cdot 11,00 = 183,64 \text{ m}^2$$

- Perimetrul clădirii:

$$P = 2 \cdot (11,80 + 17,80 + 2 \cdot 1,20) = 64,00 \text{ [m]}$$

- înălțimea parterului:

$$H = 2,55 \text{ m}$$

- Aria tâmplăriei exterioare:

$$A_3 = 2 \cdot 1,80 \cdot 1,50 + 2 \cdot 1,20 \cdot 1,50 + 8 \cdot 0,60 \cdot 0,60 + 2 \cdot 0,90 \cdot 1,50 + 2 \cdot 2,10 \cdot 1,50 + 6 \cdot 0,90 \cdot 2,40 = 33,84 \text{ [m}^2\text{]}$$

- Aria pereților exteriori:

$$A_4 = P \cdot H - A_3$$

$$A_4 = 64,00 \cdot 2,55 - 33,84 = 129,36 \text{ [m}^2\text{]}$$

- Aria anvelopei:

$$A = 2 \cdot 183,64 + 33,84 + 129,36 = 530,48 \text{ [m}^2\text{]}$$

- Volumul clădirii:

$V = A_1 \cdot H = 183,64 \cdot 2,55 = 468,282\ [m^3]$

b) Determinarea coeficientului G pe baza valorilor R'_m;n:

Se utilizează valorile minime $R'_m = R'_{min}$ conform anexei 3, pentru clădiri proiectate până la 1.01.1998, şi anume:

- pereți exteriori $R'_m = 1,20\ m^2K/W$
- tâmplărie exterioară $R'_m = 0,40\ m^2K/W$
- planşeu pod $R'_m = 2,00\ m^2K/W$
- placă pe sol $R'_m = 3,00\ m^2K/W$

Cu aceste valori, în tabelul I 1, se determină termenul: $\sum\left[(A \cdot \tau)/R'_m\right]$

TABELUL I 1

Nr. crt.	Elementul de construcție	A	R'_m	τ	$\frac{A \cdot \tau}{R'_m}$
		m^2	m^2K/W	-	W/K
1	Placă pe sol	183,64	3,00	-	61,213
2	Planşeu sub pod	183,64	2,00	0,9	82,638
3	Tâmplărie exterioară	33,84	0,40	-	84,600
4	Pereți exteriori	129,36	1,20	-	107,800
TOTAL		530,48	-	-	336,251

Pentru numărul orar de schimburi de aer pentru ventilare, n, se consideră:

- clădire individuală;
- moderat adăpostită (în interiorul unui oraş, cu minimum 3 clădiri în apropiere);
- clasa de permeabilitate ridicată (tâmplărie exterioară fără măsuri de etanşare).

Conform anexei 1, se consideră: $n = 1,1\ [h^{-1}]$

Rezultă:

$$G = \frac{336,251}{468,28} + 0,34 \cdot 1,1 = 0,718 + 0,374 = 1,092 W/\left(m^3 K\right)$$

Se determină:

$$\frac{A}{V} = \frac{530,48}{468,282} = 1,13 m^2/m^3$$

Conform anexei 2, pentru N = 1 şi A/V =1,13 > 1,10

GN=0,95W/(m^3k)

Rezultă G > GN; în consecință, trebuie să se ia unele măsuri de reducere a pierderilor de căldură.

c) Determinarea coeficientului G ≤ GN:

Se acționează numai asupra tâmplăriei exterioare, astfel:

- ferestrele şi uşile de balcon de la camerele de zi şi de la dormitoare se prevăd a se realiza din tâmplărie dublă, din lemn, cu un geam termoizolant şi un geam obişnuit (R' = 0,55 m

^{2}K/W), cu garnituri de etanşare;

- celelalte ferestre se prevăd a se executa din tâmplărie dublă din lemn, cu geamuri obişnuite (R' = 0,43 m

^{2}K/W), fără garnituri de etanşare;

- uşa de intrare este din lemn, opacă, având R' = 0,39 m

^{2}K/W, fără garnituri de etanşare. în tabelul I 2 se calculează rezistența termică medie a tâmplăriei:

TABELUL I 2

Nr. crt.	Tipul tâmplăriei	A	R'	A/R'
		[m^2]	[m^2K/W]	[W/K]
1	Uşa de intrare	2,16	0,39	5,538
2	Tâmplărie dublă obişnuită	6,48	0,43	15,070
3	Tâmplărie dublă cu geam termoizolant	25,20	0,55	45,818
TOTAL		33,84	0,509	66,426

Rezistența termică medie:

$$R'_m = \frac{\sum A}{\sum (A/R')} = \frac{33,84}{66,426} = 0,509 \ [m^2K/W]$$

Se determină noua valoare $\sum\left[(A \cdot \tau)/R'_m\right]$:

$$\sum\left[\left(A \cdot \tau/R'_m\right)\right] = 336,251 - (84,600 - 66,426) = 318,077 \ [W/K]$$

Se determină din anexa 1, noua valoare n, prin interpolare între n=0,6 (clasa de permeabilitate medie) şi n=1,1 (clasa de permeabilitate ridicată), astfel:

n = 0,6 [h^{-1}] A = 25,20 [m^2]

n = 1,1 [h^{-1}] A = 8,64 [m^2]

$$n = 0,6 + (1,1 - 0,6)\frac{8,64}{8,64 + 25,20} = 0,728 \ [h^{-1}]$$

Se recalculează valoarea G:

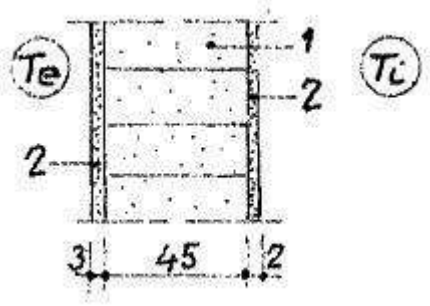
$$G = \frac{318,077}{468,282} + 0,34 \cdot 0,728 = 0,679 + 0,248 = 0,927 \ W/(m^3K)$$

Rezultă: G < GN

În concluzie, în condițiile realizării efective a valorilor $R'_m \geq R'_{min}$ la pereții exteriori, la planşeul de sub pod precum şi la placa de pe sol, se obține un coeficient global de izolare termică, mai mic decât coeficientul corespunzător normat.

d) <u>Verificarea preliminară a elementelor de construcție</u>

d1) <u>Pereți exteriori</u>



1) Zidărie din blocuri BCA - GBN50 cu rosturi obişnuite

ρ = 825 kg/m^3 ..... λ = 0,34 W/(mK)

2) Mortar de ciment

p = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,93 W/(mK)

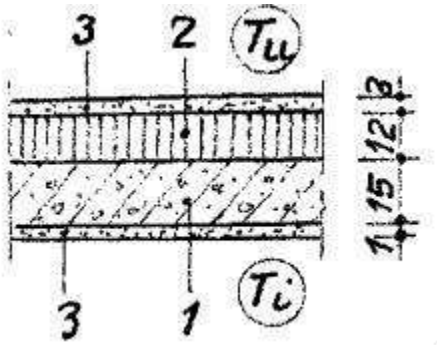
$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} + \frac{0,45}{0,34} + \frac{0,05}{0,93} = 1,544 \qquad [m^2K/W]$$

Reducere maximă posibilă:

$$\frac{R - R'_{min}}{R} 100 = \frac{1,544 - 1,200}{1,544} 100 = 22,3\%$$

Este necesară o tratare foarte atentă a punților termice astfel încât reducerea rezistenței termice unidirecționale să nu depăşească 22%.

d2) Planşeu sub pod



1) Beton armat

ρ = 2500 kg/m^3 ..... λ = 1,74 W/(mK)

2) Plăci rigide din fibre de bazalt tip PB 160

ρ = 160 kg/m^3 ..... λ = 0,05 W/(mK)

3) Mortar de ciment

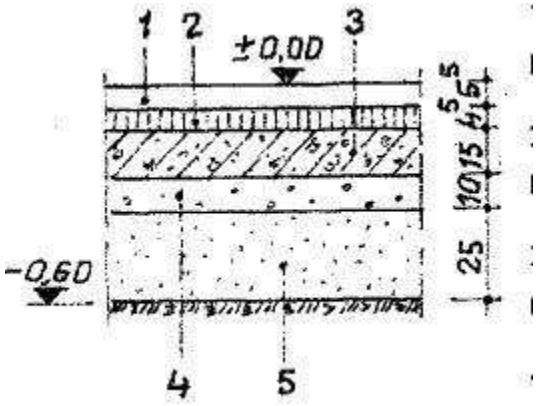
ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,93 W/(mK)

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,12}{0,05} + \frac{0,04}{0,93} = 2,738 \ m^2K/W$$

Reducere maximă posibilă:

$$\frac{R - R'_{min}}{R} 100 = \frac{2,738 - 2,000}{2,738} 100 = 27,0\%$$

d3) Placa pe sol



1)Mortar de ciment

ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,93 W/(mK)

2) Polistiren celular

ρ = 20 kg/m^3 ..... λ = 0,044 W/(mK)

3)Beton armat

ρ = 2500 kg/m^3 ..... λ = 1,74 W/(mK)

4) Umplutură pietriş

ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,70 W/(mK)

5) Umplutură pământ.

λ = 2,00 W/(mK)

Grosimea de calcul a stratului termoizolant, ține seama de abaterea negativă admisă:

d = 48 mm - 3 mm = 45 mm.

Conform [2], rezistența termică specifică corectată R' se calculează cu relația:

$$\frac{1}{R'_{min}} = \frac{1}{R}\frac{(T_i - T_p)}{(T_i - T_e)} + \frac{\psi P}{A_1}$$

în care:

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{d_{p1}}{\lambda_{p1}} + \frac{d_{p2}}{\lambda_{p2}}$$

T = + 20°C

T_e = - 15°C (zona II climatică)

T_p =+10°C (zona II climatică)

d_{p1} = 3,00 m

d_{p2} = 4,00 m

λ_{p1} = 2,00W/(mK)

λ_{p2} = 3,90 W/(mK)

α_i = 6W/(m^{2}K)

d şi λ = grosimile şi conductivitățile termice ale tuturor straturilor între cota ±0,00 şi CTS.

P = 64,00 m (pct. a)

A_1 = 183,64 m^2 (pct. a)

Rezultă:

$$R = \frac{1}{6} + \frac{0,055}{0,93} + \frac{0,045}{0,044} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,10}{0,70} + \frac{0,25}{2,00} + \frac{3,00}{2,00} + \frac{4,00}{3,90} = 4,128 m^2K/W$$

$$\frac{1}{R'_m} = \frac{1}{3,00} = \frac{1}{4,128} \cdot \frac{[20-(+10)]}{[20-(-15)]} + \frac{64}{183,64} \cdot \psi$$

$$0,3333=0,0692+0,3485\psi$$

Rezultă valoarea maximă admisă pentru coeficientul liniar de transfer termic:

$$\psi_{max} = \frac{0,2641}{0,3485} = 0,758 \ W/(mK)$$

În consecință, trebuie realizat un detaliu al soclului care să conducă la această valoare maximă.

În cele de mai sus s-a neglijat efectul, relativ redus, al întreruperii continuității stratului orizontal termoizolant în dreptul pereților interiori, structurali şi nestructurali.

Pentru a ține seama şi de acest efect, se va adopta un detaliu de soclu având:

$$\psi \leq 0,65 - 0,70 W/(mK)$$

Exemplul de calcul nr. 2

Să se verifice coeficientul global de izolare termică pentru o clădire de locuit cu P + 2E şi subsol tehnic general, amplasată în centrul oraşului Piteşti.

Clădirea are 6 apartamente şi este alcătuită conform fig. II.1 şi fig. II.2.

Tâmplăria exterioară este dublă, din lemn, iar uşa de intrare în clădire, precum şi cea de acces în subsol - simplă, metalică; tâmplăria nu este prevăzută cu garnituri de etanşare.

Temperatura în subsol, determinată pe bază de bilanț termic, este $T_u = +5$ °C.

Verificarea se face la faza finală de proiectare, care se elaborează în cursul anului 1997.

a) Determinarea caracteristicilor geometrice ale clădirii:

Se aplică prevederile cap. 6 din [1] şi ale pct. 3.3. şi 3.4. din prezentul normativ:

- Aria pereților exteriori (partea opacă + tâmplăria)

$$P = (21,05 + 11,75)\cdot 2 = 65,60 \text{ m}$$

$$H = 2,55 + 2\cdot 2,80 = 8,15 \text{ m}$$

La produsul P·H se adaugă aria pereților exteriori din zona denivelată de la intrare:

$$A_1 + A_2 = 65,60\cdot 8,15 + 1,05(3,05 + 2\cdot 0,60)$$

$$A_1 + A_2 = 539,10 \text{ m}^2$$

- Aria tâmplăriei duble, din lemn

$$A_{2,1} = 4,05 \cdot 6 + 2,16 \cdot 9 + 2,97 \cdot 6 + 1,44 \cdot 8 + 0,36 \cdot 12$$

$$A_{2,1} = 77,40 \text{ m}^2$$

- Aria tâmplăriei simple, metalice (uşa de intrare în clădire)

$$A_{22} = 1,80 \cdot 2,10 = 3,78 \text{ m}^2$$

- Aria totală a tâmplăriei exterioare (A

$_2$)

$$A_2 = 77,40 + 3,78 = 81,18 \text{ m}^2$$

- Aria părții opace a pereților exteriori (A

$_1$)

$$A_1 = 539,10 - 81,18 = 457,92 \text{ m}^2$$

- Aria planşeului terasă (A

$_3$)

$$A_3 = 9,35 \cdot 21,05 + 0,60 \cdot 2 \cdot 10,85 + 2 \cdot 3,05 \cdot 0,60$$

$$A_3 = 213,50 \text{ m}^2$$

- Aria planşeului peste subsol (A

$_4$)

la aria terasei se adaugă diferența rezultată ca urmare a înclinării rampelor dintre cotele -1,05 şi + 1,375 (fig. II.3)

$$A_4 = 213,50 + (2,24 \cdot 1,20 + 1,40 \cdot 1,85) \cdot (1/0,85 - 1)$$

$$A_4 = 214,43 \text{ m}^2$$

Din această arie totală, aria notată cu A_{42} în fig. II.3 nu este prevăzută cu strat termoizolant.

$$A_{4 \cdot 2} = 3,75 \cdot 3,05 + (214,43 - 213,50) = 12,37 \text{ m}^2$$

$$A_{4.1} = 214,43 - 12,37 = 202,06 \text{ m}^2$$

- Aria pereților interiori dintre volumul încălzit şi subsol (A

5)

Această arie se calculează în cadrul figurii II.3

$A_5 = 12,39\ m^2$

În acestă arie se include şi uşa de acces în subsol (1,60 m^2), care se asimilează cu o zonă de perete interior.

- Aria totală a anvelopei

$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$

$A = 457,92 + 81,18 + 213,50 + 214,43 + 12,39$

$A = 979,42\ m^2$

- Volumul interior, încălzit, al clădirii

(V)

$V = A_3 \cdot H + A_c \cdot 3,05$ (vezi fig. II.3)

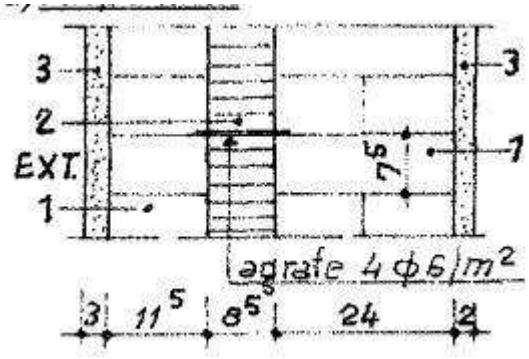
$V = 213,50 \cdot 8,15 + 2,70 \cdot 3,05$

$V = 1748,26\ m^3$

b) Determinarea rezistențelor termice specifice unidirecționale (R)

Caracteristicile termotehnice ale materialelor se iau din anexa A din [1].

1) Pereți exteriori



1) Zidărie din cărămizi cu găuri verticale, tip GVP (poziția 64)

$\rho = 1380\ kg/m^3$ ..... $\lambda = 0,60\ W/(mK)$

2) Polistiren celular (poziția 72)

$\rho = 20\ kg/m^3$ ..... $\lambda = 0,044\ W/(mK)$

3) Mortar de ciment (poziția 15)

$\rho = 1800\ kg/m^3$ ..... $\lambda = 0,93\ W/(mK)$

Pentru stratul de polistiren celular se consideră în calcul grosimea minimă posibilă, având în vedere abaterea admisă (±5 mm) față de grosimea nominală de 85 mm.

$d = 85 - 5 = 80$ mm

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} + \frac{0,355}{0,60} + \frac{0,08}{0,044} + \frac{0,05}{0,93} = 2,630 m^2K/W$$

2) Tâmplăria exterioară

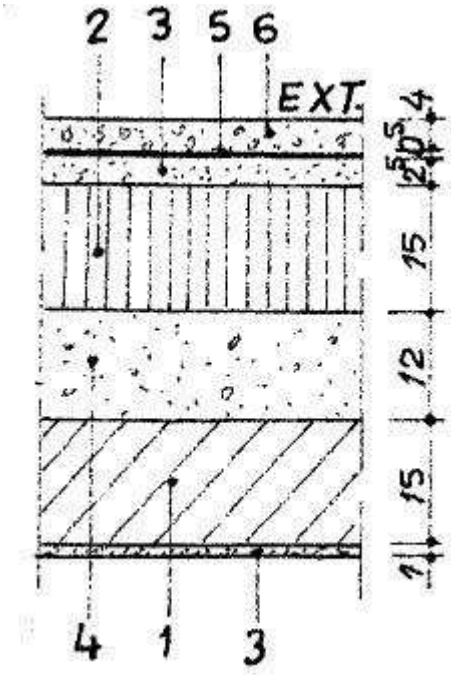
- Tâmplărie dublă, din

lemn R = 0,43 m^2K/W

- T

âmplărie simplă, metalică R = 0,17 m^2K/W

3) Planşeu terasă



1) Beton armat (poziția 6)

ρ = 2500 kg/m^3 ..... λ = 1,74 W/(mK)

2) Polistiren celular (poziția 72)

ρ = 20 kg/m^3 ..... λ = 0,044 W/(mK)

3)Mortar de ciment (poziția 15)

ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,93 W/(mK)

4) Beton simplu (poziția 6)

ρ = 2400 kg/m^3 ..... λ = 1,62 W/(mK)

5) Hidroizolație bituminoasă (pozițiile 5 şi 76)

ρ = 1100 kg/m^3 ..... λ = 0,17 W/(mK)

6) Pietriş (poziția 35)

ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,70 W/(mK)

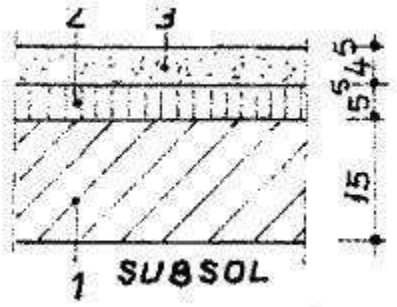
Pentru stratul de polistiren celular se consideră în calcul grosimea:

d = 15 - 0,5 = 14,5 cm

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,12}{1,62} + \frac{0,035}{0,93} + \frac{0,145}{0,044} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,04}{0,70} = 3,746 m^2K/W$$

4) Planseu peste subsol

4.1 Planşeu cu strat termoizolant



1) Beton armat (poziția 6)

ρ = 2500 kg/m^3 ..... λ = 1,74 W/(mK)

2) Polistiren celular (poziția 72)

ρ = 20 kg/m^3 ..... λ = 0,044 W/(mK)

3) Mortar de ciment (poziția 15)

ρ = 1800 kg/m^3 ..... λ = 0,93 W/(mK)

Pentru stratul de polistiren celular, în calcul, se consideră grosimea:

d = 6 - 0,5 = 5,5 cm

Se neglijează covorul din PVC.

$$R = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,055}{0,044} + \frac{0,045}{0,93} = 1,634\,m^2K/W$$

4.2 Planşeu fără strat termoizolant

$$R = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,045}{0,93} = 0,384\,m^2K/W$$

5. pereți interiori (fig. II.3)

- Suprafața A

$_a$ (2,04 m^2)

Zidărie de cărămizi GVP (24 cm) + mortar (2 x 2 cm)

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{0.24}{0.60} + \frac{0.04}{0.93} = 0.651\,m^2K/W$$

- Suprafețele A

$_b$ şi A_c (3,28 m^2)

Beton armat (30 cm) + mortar (2 cm)

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{0.30}{1.74} + \frac{0.02}{0.93} = 0.402\,m^2K/W$$

- Suprafețele A

$_d$ şi A_e (5,47 m^2)

Zidărie din cărămizi GVP (11,5 cm) + mortar (2 x 2 cm)

$$R = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{0.115}{0.60} + \frac{0.04}{0.93} = 0.443 m^2K/W$$

- Tâmplărie uşă (1,60 m

^{2})

R = 0,17 m^2K/W

c) Determinarea rezistenţelor termice specifice corectate (R')

Se utilizează metoda coeficienţilor specifici liniari şi punctuali de transfer termic; calculul se face pentru elementele de construcţie cu punţi termice : pereţi exteriori, planşeu terasă şi planşcu peste subsol.

Detaliile constructive caracteristice clădirii analizate sunt prezentate în fig. II.1 şi fig. II.2 şi sunt notate astfel:

1 ... 6 - secţiuni orizontale (fig II.1)

7 ... 28 - secţiuni verticale (fig. II.2)

Coeficienţii ψ se extrag din tabelele conţinute în [1], direct sau prin interpolare.

Pentru coeficienţii 6, 7 şi 26 ... 28, care au o pondere redusă, valorile ψ se stabilesc prin comparaţie cu alţi coeficienţi similari, dar la un nivel acoperitor.

Lungimile 1 aferente coeficienţilor ψ s-au determinat astfel:

- coeficienţii nr. 1 ... 4 - considerând înălţimea H

= 8,15 m;

- coeficienţii nr. 5, 6, 12 ... 16 şi 21 ... 28, aferente tâmplăriei exterioare - considerând dimensiunile nominale ale ferestrelor şi uşilor;
- coeficienţii nr. 10 şi 11 - considerând lungimea efectivă a pereţilor interiori respectivi, exclusiv golurile de uşi;
- restul coeficienţilor - considerând lungimile desfăşurate din cadrul ariei A

$_1$·

Valorile ψ şi lungimile l aferente se dau în tabelul II.1, tabel în cadrul căruia se calculează şi valorile ψ·l şi E(ψ·l).

Coeficientul punctual de transfer termic, aferent agrafelor Ø6 s-a preluat din tabelul 71 şi are valoarea:

χ = 0,0039 W/K.

Numărul de agrafe s-a determinat considerând 4 buc/m^2:

$4 \cdot A_1 = 4 \cdot 457,92 = 1832$ buc

$$\sum \chi = 0.0039 \cdot 1832 = 7.145 W/K$$

Se aplică relația (7) din [1]:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{\sum(\psi \cdot l)}{A} + \frac{\sum \chi}{A} \qquad \left[W/(m^2K)\right]$$

Pe baza valorilor A, R, $\sum(\psi \cdot l)$ şi $\sum \chi$ determinate mai sus, în tabelul II.2 se determină rezistențele termice corectate R'.

Tabelul II.1

Determinarea valorilor $\sum(\psi \cdot l)$ pe ansamblul clădirii

ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	Tip coef.	Tabel din	ψ	l	$\psi \cdot l$
	ψ	[1]	W/mK	m	W/K
PEREȚI EXTERIORI	1	2	0,01	32,60	0,326
	2	4	0,09	199,80	17,982
	3	15	-0,15	65,20	-9,780
	4	15	-0,11	67,30	-7,403
	5	52	0,15	104,00	15,600
	6	-	0,43	4,20	1,806
	7	-	0,48	2,45	1,176
	9	41	0,16	57,75	9,420
	12	53	0,13	50,40	6,552
	13	55	0,40	31,20	12,480
	14	55	0,17	31,20	5,304
	15	55	0,36	1,80	0,648

	16	55	0,18	1,80	0,324
	17	31	0,24	46,40	11,136
	19	23	0,19	89,20	16,948
	20	23	0,29	89,20	25,868
	21	56	0,34	7,20	2,448
	22	56	0,40	7,20	2,880
	23	54	0,10	1,80	0,180
	25	32	0,39	19,20	7,488
	27	-	0,45	1,80	0,180
	28	-	0,30	1,80	0,540
	TOTAL				122,553
PLANŞEU TERASĂ	18	31	0,34	46,40	15,776
	24	32	0,29	19,20	5,568
	TOTAL				21,344
PLANŞEU PESTE SUBSOL	8	41	0,20	57,75	11,550
	10	46	0,10	61,48	6,148
	11	46	0,20	92,50	18,500
	26	-	0,25	3,60	0,900
	TOTAL				37,098

TABELUL II.2

Determinarea rezistențelor termice corectate R'

Nr. crt	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	A	R	$\sum(\psi \cdot l)$	$\sum \chi$	R'
		m^2	m^2K/W	W/K	W/K	m^2K/W
1	Pereți exteriori	457,92	2,630	122,553	7,145	1,51
2	Planşeu terasă	213,50	3,746	21,344	-	2,72

3	Planşeu peste subsol (zona termoizolantă)	202,06	1,634	37,098	-	1,257

d) Determinarea rezistentelor termice medii (R'_m):

Rezistențele termice corectate obținute pentru pereți exteriori şi pentru planşeul terasă reprezintă rezistențele medii pe clădire ($R' = R'_m$).

La planşeul de peste subsol, valoarea R' = 1,257 m^2K/W se foloseşte în continuare în tabelul II3, în care se calculează rezistența termică corectată medie (R'_m),a întregului planşeu (zona cu strat termoizolant + zona fără strat termoizolant, folosind relația (10) din [1]:

$$R'_m = \frac{\sum A}{\sum (A/R')} \qquad [m^2K/W]$$

TABELUL II.3

Determinarea rezistenței termice R'_m la planseul peste subsol

SUPRAFAȚA	A	R	A/R
	m^2	m^2K/W	W/K
Cu strat termoizolant	202,06	1,257	160,748
Fără strat termoizolant	12,37	0,384	32,213
TOTAL	214,43	1,11	192,961

Rezistențele termice medii la tâmplăria exterioară şi la pereții interiori adiacenți subsolului se calculează în cadrul tabelelor II.4 şi II.5.

Tabelul II.4

Determinarea rezistenței termice R'_m la tâmplăria exterioară

FELUL TÂMPLĂRIEI	A	R	A/R
	m^2	m^2K/W	W/K
Dublă din lemn	77,40	0,43	180,00
Simplă, metalică	3,78	0,17	22,235
TOTAL	81,18	0,40	202,235

TABELUL II.5

Determinarea rezistenței termice R'_m la pereții interiori adiacenți subsolului

SUPRAFAȚA	A	R	A/R
	m^2	m^2K/W	W/K
A_a	2,04	0,651	3,134
$A_b + A_c$	3,28	0,402	8,159
$A_c + A_e$	5,47	0,443	12,348
Uşa	1,60	0,170	9,411
TOTAL	81,18	0,40	202,235

e) Determinarea coeficientului global de izolare termică (G)

Se utilizează relația (1) din prezentul normativ:

$$G = \frac{1}{V}\sum\left(\frac{A \cdot \tau}{R'_m}\right) + 0.34 \cdot n \qquad \left[W/\left(m^3K\right)\right]$$

Factorul de corecție a temperaturilor exterioare se calculează cu relația (4) din prezentul normativ:

$$\tau = \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e} = \frac{20 - 5}{20 - (-15)} = \frac{15}{35} = 0.43$$

Valoarea $\sum\left(\frac{A \cdot \tau}{R'_m}\right)$ se calculează în tabelul II.6

Viteza de ventilare n se determină pe baza anexei 1 din prezentul normativ având în vedere următoarele caracteristici:

- clădire adăpostită (în centrul oraşului);
- clădire cu mai multe apartamente, cu dublă orientare;
- clasa de permeabilitate - ridicată (tâmplărie fără măsuri de etanşare).

Tabelul II.6

nr. crt	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	A	R'_m	τ	$A \cdot \tau / R'_m$
		m^2	m^2K/W	-	W/K
1	Pereți exteriori	457,92	1,51	-	303,26

2	Tâmplărie exterioară	81,18	0,40	-	202,95
3	Planşeu terasă	213,50	2,72	-	78,49
4	Planşeu peste subsol	214,43	1,11	0,43	83,07
5	Pereți interiori adiacenți subsolului	12,39	0,37	0,43	14,40
TOTAL		979,42	-	-	682,17

Rezultă:

$n = 0,6\ h^{-1}$

$$G = \frac{682.17}{1748.26} + 0.34 \cdot 0.6 = 0.39 + 0.20 = 0,59\ W/m^3K$$

f) Comparație cu valorile normate GN şi R'_{min}

Coeficientul global normat de izolare termică (GN) se extrage din anexa 2 a prezentului normativ, în funcție de:

- numărul de niveluri :N = 3;
- raportul:

$$\frac{A}{V} = \frac{979.42}{1748.26} = 0.56$$

- anul elaborării proiectului: 1997.

Rezultă:

$GN = 0,67\ W/m^3K$

Se respectă condiția (6) din prezentul normativ, deoarece:

$G < GN$

În tabelul II.7 se prezintă comparativ valorile R'_m realizate şi valorile R'_{min} prevăzute în anexa 3 a prezentului normativ, pentru clădiri de locuit proiectate până la 1. 01. 1998.

Tabelul II.7

Rezistențele termice R'_m şi R'_{min}

Nr. crt	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	R'_m	R'_{min}

		m^2K/W	
1	Pereți exteriori	1,51	1,20
2	Tâmplărie exterioară	0,40	0,40
3	Planşeu terasă	2,72	2,00
4	Planşeu peste subsol	1,11	1,10
5	Pereți interiori adiacenți subsolului	0,37	*)

*) Nu se normează

Rezultă că la toate elementele de construcție se respectă condiția (29) din [1], prescrisă şi la pct. 3.6 din prezentul normativ:

$$R'_m \geq R'_{min}$$

g) Rezistenta termică medie a anvelopei R'_m

Rezistența termică medie a anvelopei se determinăcu relația (7)

$$R'_m = \frac{\sum A_j}{\sum (L \cdot \tau_j)} \qquad [m^2K/W]$$

$$R'_m = \frac{979.42}{682.17} = 1.43\ m^2K/W$$

[top]

NORMATIV PRIVIND CALCULUL COEFICIENȚILOR GLOBALI DE IZOLARE TERMICĂ LA CLĂDIRILE CU ALTĂ DESTINAȚIE DECÂT CEA DE LOCUIRE

Indicativ C 107/2-2005

Cuprins

* OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE
* CALCULUL COEFICIENTUL GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ EFECTIV, G1
* CALCULUL COEFICIENTUL GLOBAL GI DE REFERINȚĂ
* ANEXA A: REGLEMENTĂRI TEHNICE CONEXE
* ANEXA B: CLASA DE INERȚIE TERMICĂ

* ANEXA C: INDICELE SOLAR
* ANEXA D: EXEMPLU DE CALCUL AL COEFICIENTULUI G_{1ref}

1. OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE

1.1. Obiect

Prezentul normativ are ca obiect stabilirea metodei de calcul a caracteristicii de performanță termoenergetică globală a clădirilor cu altă destinație decât cea de locuire, a căror regim de înălțime nu depăşeşte P+10 etaje.

Această caracteristică este denumită «COEFICIENT GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ», este notată cu simbolul **G1** şi are unitatea de măsură W/(m^3K).

Verificarea criteriului de satisfacere a exigenței de performanță termoenergetică globală a unei clădiri cu altă destinație decât locuirea, sau a unei părți de clădire, se face pe baza relației:

$$G_1 \leq G_{1ref} [W/(m^3K)] \quad (1)$$

Coeficientul **G1** este un indicator convențional al nivelului de preformanță teimoenergetică «de iarnă», al unei clădiri în ansamblul ei, sau a unei părți de clădire, distinctă din punct de vedere funcțional.

Prin calculul coeficientului global de referință **G1ref** se stabilesc performanțele termoenergetice ale clădirii conform proiectului de arhitectură, performanțe ce trebuie asigurate prin proiectul de execuție şi menținute pe toată durata de viață a clădirii.

Coeficientul global de izolare termică **G1** al unei clădiri sau al unei părți de clădire reprezintă pierderile orare de căldură prin transmisie prin elementele de închidere ale acesteia, pentru o diferență de temperatură de un grad între interior şi exterior, raportate la volumul încălzit al acesteia.

Pe lângă performanța termoenergetică globală, clădirea în ansamblu şi elementele de închidere trebuie să răspundă şi celorlalte criterii de performanță privind confortul interior din punct de vedere termotehnic şi transferul de căldură şi masă prin elementele de închidere conform legislației în vigoare.

De asemenea, permeabilitatea la aer a elementelor de închidere ale unei clădiri trebuie să fie astfel încât rata de ventilare suplimentară în raport cu rata de ventilare specifică să nu fie mai mare, în medie, de 0,2 schimburi pe oră, în sezonul de încălzire.

Pentru calculul de permeabilitate la aer a elementelor de închidere ale unei clădiri se pot utiliza metodele prevăzute în STAS 6472/7 şi «Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfăşurate, în regim de vară - iarnă».

Prevederile prezentului normativ se aplică la proiectarea, verificarea şi expertizarea proiectelor noi de clădiri cu altă destinație decât cea de locuire şi are caracter de recomandare pentru amenajări sau modernizări ale clădirilor existente.

Prezentul normativ cuprinde:

- metoda de calcul a coeficientului global **G1**

efectiv, pe baza proiectului de clădire, pentru stabilirea performanței termoenergetice globale reale ale acesteia;

- metoda de calcul a coeficientului global de referință,

G1ref, pe baza coeficienților de control ai elementelor de închidere, stabiliți prin prezentul normativ în funcție de tipul de clădire şi zona climatică, precum şi pe baza suprafețelor aferente acestor elemente.

1.2. CONVENȚII

1.2.1. Volum încălzit

Prin convenție, pe lângă spațiile încălzite direct, sunt considerate "încălzite" şi holurile, camerele de depozitare, dulapurile din pereți, spațiile de circulație comună, scările, ascensoarele, dacă sunt în comunicare cu spațiile încălzite sau sunt situate la un nivel unde majoritatea spațiilor sunt încălzite, chiar dacă ele nu sunt prevăzute cu elemente de încălzire.

Volumul ocupat de o vitrină face parte din volumul încălzit chiar dacă este despărțit de acesta printr-un geam şi, în acest caz, se consideră că peretele exterior al volumului încălzit este geamul exterior al vitrinei.

1.2.2. Volum neîncălzit

Spațiile reprezentând pivnițe, garaje, subsoluri tehnice, ganguri (durhiuri), poduri, etc, care nu sunt prevăzute cu elemente de încălzire şi nici nu îndeplinesc condițiile de la pct. 1.2.1 sunt considerate ca "neîncălzite". Volumul ocupat de un windfang sau sas nu este considerat ca făcând parte din volumul încălzit.

1.3. Clasificarea clădirilor cu altă destinație decât cea de locuire

Clădirile la care se aplică prevederile prezentului normativ se împart în două categorii:

- clădiri de categoria 1, în care intră clădirile cu "ocupare continuă" şi clădirile cu "ocupare discontinuă" de clasă de inerție mare (definită conform anexei B);
- clădiri de categoria 2, în care intră clădirile cu "ocupare discontinuă", cu excepția celor din clasa de inerție mare.

Clădirile cu "ocupare continuă" sunt acele clădiri a căror funcționalitate impune ca temperatura mediului interior să nu scadă (în intervalul "ora 0 - ora 7") cu mai mult de 7°C sub valoarea normală de exploatare. Din această categorie fac parte: creşele, internatele, spitalele, etc.

Clădirile cu "ocupare discontinuă" sunt acele clădiri a căror funcționalitate permite ca abaterea de la temperatura normală de exploatare să fie mai mare de 7°C pe o perioadă de 10 ore pe zi, din care cel puțin 5 ore în intervalul "ora 0 - ora 7". Din această categorie fac parte: şcolile, amfiteatrele, sălile de spectacole, clădirile administrative, restaurantele, clădirile industriale cu unul sau două schimburi, etc, de clasă de inerție medie şi mică (definite conform anexei B).

[top]

2. CALCULUL COEFICIENTUL GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ EFECTIV, G1

Coeficientul global efectiv **G1** al unei clădiri sau al unei părți dintr-o clădire se calculează cu relația:

$$G_1 = \frac{1}{V} \cdot \left[\sum_j \frac{A_j \cdot \tau_j}{R'_{mj}} \right] \quad \left[W/(m^3K) \right] \qquad (2)$$

în care:

- V - volumul încălzit al clădirii sau părții de clădire, calculat conform Normativelor C107/3 şi C107/1, exprimat în m^3;
- A_j - aria elementului de construcție j, prin care se produce schimb de căldură, calculată conform Normativelor CI07/1, CI07/3 şi C 107/5, exprimată în m^2;
- τ_j - factor de corecție a diferenței de temperatură între mediile separate de elementul de construcție j, calculat conform Normativelor C107/I, C107/3 şi C 107/5;
- R_{mj} - rezistența termică specifică corectată medie, a elementului de construcție j, calculată conform Normativelor C107/3 şi C 107/5, exprimată în m^2K/W;

[top]

3. CALCULUL COEFICIENTUL GLOBAL G1 DE REFERINȚĂ

3.1. Relația generală de calcul

Valoarea limită a coeficientului global **G1,** denumită coeficient global de referință, **G1ref,** se calculează cu relația:

$$G_{1ref} = \frac{1}{V} \cdot \left[\frac{A_1}{a} + \frac{A_2}{b} + \frac{A_3}{c} + d \cdot P + \frac{A_4}{e} \right] \qquad \left[W/(m^3K) \right] \qquad (3)$$

în care:

A_1 - aria suprafețelor componentelor opace ale pereților verticali care fac cu planul orizontal un unghi mai mare de 60°, aflați în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, exprimată în m^2, calculată luând în considerare dimensiunile interax;

A_2 - aria suprafețelor planşeelor de la ultimul nivel (orizontale sau care fac cu planul orizontal un unghi mai mic de 60°), aflate în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, calculată luând în considerare dimensiunile interax, exprimată în m^2;

A_3 - aria suprafețelor planşeelor inferioare aflate în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, calculată luând în considerare dimensiunile interax, exprimată în m^2;

P - perimetrul exterior al spațiului încălzit aferent clădirii, aflat în contact cu solul sau îngropat, exprimat în m;

A_4 - aria suprafețelor pereților transparenți sau translucizi aflați în contact cu exteriorul sau cu un spațiu neîncălzit, calculată luând în considerare dimensiunile nominale ale golului din perete, exprimată în m^2;

NOTĂ: Un perete este considerat transparent sau translucid dacă factorul de transmisie a luminii corespunzător acestui element este cel puțin 0,15. în caz contrar el este considerai opac.

V - volumul încălzit, calculat pe baza dimensiunilor interioare ale clădirii, exprimat în m^3;

a,b,c,d,e - coeficienți de control pentru elementele de construcție menționate mai sus, ale căror valori sunt date în tabelele 1 şi 2, în funcție de:

- categoria de clădire: categoria 1 sau de categoria 2;

- tipul de clădire;

- zona climatică: definită conform Normativului C107/3.

3.2. Valorile coeficienților de control a, b, c, d, e

Tabelul 1

Valorile coeficienților a, b, c, d, e pentru clădiri de categoria 1

Tipul de clădire	Zona climatică	a	b	c	d	e
		[m^2K/W]	[m^2K/W]	[m^2K/W]	[W/mK]	[m^2K/W]
Spitale, creşe şi policlinici	I	1,30	2,30	1,50	1,30	0,39
	II	1,40	2,50	1,60	1,30	0,39
	III	1,50	2,70	1,70	1,30	0,43
Clădiri de învățământ şi pentru sport	I	0,90	2,30	0,90	1,30	0,39
	II	1,00	2,50	1,00	1,30	0,39
	III	1,10	2,70	1,10	1,30	0,43
Birouri, clădiri comerciale şi hoteluri *)	I	0,80	2,10	0,90	1,30	0,30
	II	0,90	2,30	1,00	1,30	0,30
	III	1,00	2,50	1,10	1,30	0,30
Alte clădiri	I	0,65	1,80	0,90	1,30	0,25

(industriale cu regim normal de exploatare)	II	0,70	2,00	1,00	1,30	0,25
	III	0,75	2,20	1,10	1,30	0,25

*) Pentru partea de cazare se aplică prevederile din normativ C 107/1.

Tabelul 2

Valorile coeficienților a, b, c, d, e pentru clădiri de categoria 2

Tipul de clădire	Zona climatică	a	b	c	d	e
		[m^2K/W]	[m^2K/W]	[m^2K/W]	[W/mK]	[m^2K/W]
Policlinici dispensare, creşe	I	1,05	2,45	1,30	1,40	0,39
	II	1,15	2,70	1,40	1,40	0,39
	III	1,25	2,95	1,50	1,40	0,43
Clădiri de învățământ şi pentru sport	I	0,75	2,00	0,90	1,40	0,39
	II	0,80	2,25	1,00	1,40	0,39
	III	0,85	2,45	1,10	1,40	0,43
Birouri, clădiri comerciale şi hoteluri *)	I	0,75	2,00	0,90	1,40	0,30
	II	0,80	2,25	1,00	1,40	0,30
	III	0,85	2,45	1,10	1,40	0,30
Alte clădiri (industriale cu regim normal de exploatare)	I	0,55	1,40	0,85	1,40	0,25
	II	0,60	1,50	0,90	1,40	0,25
	III	0,65	1,60	0,95	1,40	0,25

*) Pentru partea de cazare se aplică prevederile din normativ C 107/1.

3.3 Aporturile solare

Pentru clădirile la care suprafața pereților transparenți sau translucizi reprezintă cel puțin 50 % din suprafața elementelor verticale de închidere, coeficientul global de referință G1ref poate fi mărit cu o cantitate, ΔGlref, a cărei valoare este dată în tabelul nr. 3, în funcție de categoria clădirii, de indicele solar, I_s, determinat conform anexei C şi eventual de inerția termică a clădirii (determinată conform anexei B).

Tabelul nr. 3

Valorile AG1ref, în W/(m^3K)

Categoria clădirii	Tipul clădirii	Inerția termică	Indicele solar, I_s [m^{-1}]		
			până la 0,009	de la 0,010 la 0,019	0,020 şi mai mult
Clădiri de categoria 1	Clădiri pentru sport	Oarecare	0	0,06	0,12
	Alte clădiri	Mică	0	0,03	0,06
		Medie	0	0,05	0,10
		Mare	0	0,06	0,12
Clădiri de categoria 2	Clădiri pentru sport şi şcoli	Oarecare	0	0,03	0,06
	Alte clădiri	Oarecare	0	0,04	0,08

[top]

ANEXA A

REGLEMENTĂRI TEHNICE CONEXE

1.	STAS 7109	"Termotehnica construcțiilor. Terminologie, simboluri şi unități de măsură"
2.	STAS 6472/7	"Fizica construcțiilor. Termotehnica. Calculul permeabilității la aer a elementelor şi materialelor de construcții"
3.	*)	"Normativ privind igiena compoziției aerului"
4.	STAS 4908	"Arii şi volume convenționale"
5.	C 107/1	"Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit"
6.	C107/3	"Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor "
7.	C107/5	"Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul"
8.	*)	Calculul transferului de masă (umiditate) prin elemente de construcție

[top]

ANEXA B

CLASA DE INERȚIE TERMICĂ

B.1 CALCULUL CLASEI DE INERȚIE TERMICĂ

Stabilirea clasei de inerție termică a clădirilor cu altă destinație decât locuirea este necesară pentru determinarea încadrării în categoria 1 sau 2.

La determinarea clasei de inerție calculul se face astfel:

- pe întreaga clădire, dacă aria desfăşurată a spațiului încălzit corespunzător clădirii analizate este mai mică sau egală cu 200 m^2;

- în caz contrar, pe o porțiune mai restrânsă, considerată reprezentativă pentru acea clădire sau parte de clădire.

B.1.1 Modul de stabilire a clasei de inerție termică

Clasa de inerție termică a unei clădiri sau părți de clădire se stabileşte conform tabelului B.1 de mai jos, în funcție de valoarea raportului:

$$\frac{\sum_j m_j \cdot A_j}{A_d} \quad \text{(B.1)}$$

în care:

m_j - masa unitară a fiecărui element de construcție component j, care intervine în inerția termică a acestuia, calculată conform B.1. 2 (vezi fig. B.1.1, fig. B.1.2, fig. B.1.3, fig. B.1.4, fig. B.1.5, fig. B.1.6, fig. B.1.7, fig. B.1.8, fig. B.1.9, fig. B.1.10, fig. B.1.11, fig. B.1.12), în kg/m^2;

A_j - aria utilă a fiecărui element de construcție j, determinată pe baza dimensiunilor interioare a acestuia, în m^2;

A_d - aria desfăşurată a clădirii sau părții de clădire analizate, în m^2. Pentru calcul se poate utiliza şi standardul STAS 4908.

Tabelul B.1

Clasa de inerție

Raportul $\frac{\sum_j m_j \cdot A_j}{A_d}$ kg/m^2	Inerția termică
Până la 149	mică
De la 150 la 399	medie
400 şi mai mult	mare

B.1.2 Modul de evaluare a masei unitare, m_j

Modul în care se calculează masa unitară a elementelor de construcție este prezentat schematic în fig. B.1.1, fig. B.1.2, fig. B.1.3, fig. B.1.4, fig. B.1.5, fig. B.1.6, fig. B.1.7, fig. B.1.8, fig. B.1.9, fig. B.1.10, fig. B.1.11, fig. B.1.12.

În aceste figuri:

- - schema  reprezintă un

element de construcție fără izolație sau cu izolație distribuită;

- - schema  reprezintă un element de construcție cu un strat izolant distinct (interior .exte

rior sau median);

- - linia marchează porțiunea de element de construcție care intervine în inerția termică.

NOTĂ: Un strat din structura unui element de construucfie se consideră strat izolant dacă este realizat dintr-un material cu conductivitatea termică mai mică de 0,065 W/(mK) şi cu grosimea astfel încât rezistența specifică la permeabilitatea termică a lui să fie mai mare de 0,5 (m^{2}K)/W.

B.1.2.1 Element de construcție exterior

Dacă elementul de construcție nu are izolație termică sau are izolație termică distribuită (de exemplu: perete din zidărie de cărămidă), se calculează jumătate din masa unitară a acestuia (m/2) (vezi fig. B.1.1a; fig. B.1.1c; fig. B.1.2a; fig. B.1.3a).

Dacă elementul de construcție conține un strat izolant distinct, se calculează numai masa părții de element situată pînă la suprafața interioară a stratului izolant (m_{int}) (vezi fig. B.1.1b; fig. B.1.1d; fig. B.1.2b; fig. B.1.3b).

B.1.2.2 Element de construcție în contact cu solul, spațiu închis îngropat, subsol tehnic

Dacă elementul de construcție nu are izolație termică (de exemplu un planşeu peste pământ fără izolație sau cu izolație verticală de jur împrejur sau un planşeu peste subsol tehnic), se consideră masa unitară de 150 kg/m^2, oricare ar fi structura elementului (vezi fig. B.1.4a; fig. B.1.5a; fig. B.1.6a).

Dacă elementul de construcție conține un strat izolant distinct (de exemplu un planşeu direct peste pământ cu izolație termică orizontală sau un planşeu cu izolație termică peste un subsol tehnic), se calculează numai masa unitară a părții de element situată până la suprafața interioară stratului izolant (m_{int}) (vezi fig. B.1.4b; fig. B.1.5b; fig. B.1.6b).

B.1.2.3 Element de construcție în contact cu un spațiu de aceeaşi natură sau cu un spațiu închis neîngropat (casa scării, spațiu tehnic, depozit, etc.) - caz ce intervine atunci când calculul se face pentru o porțiune reprezentativă a clădirii sau părții de clădire analizate).

Dacă elementul de construcție nu are izolație termică (cazul general al pereților şi planşeclor între spații de aceeaşi natură) sau are izolație termică distribuită (de exemplu un perete din zidărie de cărămidă, se calculează jumătate din masa lui (m/2) (vezi fig. B.1.7a; fig. B.1.8a; fig. B.1.9a; fig. B.1.10a).

Dacă elementul are un strat izolant distinct, se calculează numai masa părții de element situată până la suprafața interioară a stratului izolant, corespunzătoare spațiului respectiv (m_{int}) (vezi fig. B.1.7b; fig. B.1.8b; fig. B.1.9b; fig. B.1.10b).

Aceste mase m/2 sau m_{int} se limitează la 150 kg/m^2.

B.1.2.4 Element de construcție interior (caz ce intervine atunci când calculul se face pentru clădirea în ansamblu).

Se ia în considerare masa peretelui (m), limitându-se această masă la 300 kg/m^2 (vezi fig. B.1.11a; fig. B.1.11b; fig. B.1.12a; fig. B.1.12b).

B.1.2.5 Element de construcție interior sau exterior placat la interior cu un strat care împiedică contactul cu aerul

Pentru elementele de construcție interioare sau exterioare placate la interior cu un strat care împiedică contactul cu aerul (ca de exemplu tavane suspendate, placări interioare, îmbrăcăminți de pardoseli, etc.) masa ce se ia în considerare la determinarea clasei de inerție termică se calculează cu formula:

$150/(1 + R_{st})$ - pentru elementele interioare

$300/(1 + R_{st})$ - pentru elementele exterioare unde R_{st}, este rezistența specifică la permeabilitatea termică a stratului de placare.

B.2 EXEMPLU DE CALCUL AL INERȚIEI TERMICE POLICLINICĂ

Se consideră o clădire de policlinică, conform fig. B.2.1.

Cotele din figură se referă la dimensiunile interax dintre elementele de construcție, atât pe orizontală cât şi pe verticală. Aria desfăşurată a spațiului încălzit al clădirii este:

$$2 \times 29{,}30 \times 10{,}70 = 627{,}02\ m^2 > 200\ m^2$$

În acest caz, calculul se va face pe o unitate funcțională reprezentativă, respectiv cabinetul de consultații.

Unitatea funcțională (cabinetul de consultații) este prezentat în fig. B.2.2.

Elementele de închidere al acestei unități funcționale sunt:

- un perete exterior cu gol de fereastră, având următoarea strucură şi dimensiuni (fig. B.2.2.a):

- tencuială exterioară din mortar de ciment -

var de 2 cm grosime;

- zidărie de cărămidă plină de 36,5 cm grosime;
- tencuială interioară din mortar de ciment

- var de 1,5 cm grosime;

- gol de fereastră 2,10 x 1,50 m, cu suprafața de 3,15 m

^{2};

- înălțime perete (lumină): 3,00 m;
- lungime perete (lumină)

: 3,35 m;

- suprafață utilă perete exterior: 3,00 × 3,35 - 2,10 × 1,50 = 6,90 m^2

- doi pereți interiori transversali plini, având următoarea structură şi dimensiuni (fig. B.2.2.b):

- tencuială interioară din mortar de ciment

- var de 1,5 cm grosime;

- zidărie de cărămidă plină de 24 cm grosime;
- tencuială interioară din mortar de ciment

- var de 1,5 cm grosime;

- înălțime perete (lumină): 3,00 m;
- lungime perete (lumină): 4,20 m;
- suprafață utilă perete interior transversal: 3,00 × 4,20 = 12,60 m^2

- un perete interior longitudinal cu gol de uşă, având următoarea structură şi dimensiuni (fig. B.2.2.b):

- tencuială interioară din mortar de ciment

- var de 1,5 cm grosime;

- zidărie de cărămidă plină de 24 cm grosime;
- tencuială interioară din mortar de ciment

- var de 1,5 cm grosime;

- gol de uşă 0,90

× 2,10 m, cu suprafața de 1,89 m^2;

- înălțime perete (lumină): 3,00 m;
- lungime perete (lumină): 3,35 m;
- suprafață utilă perete interior longitudinal: 3,00 × 3,35 - 0,90 × 2,10 = 8,16 m^2

- un planşeu inferior, având următoarea structură şi dimensiuni (fig. B.2.2.c):

- pardoseală din mozaic de 3 cm grosime;
- placă din beton simplu de 12 cm grosime;
- lungime placă interioară (lumină): 4,20 m;
- lățime placă inferioară (lumină) : 3,35 m;
- s

uprafață utilă placă inferioară: 4,20 × 3,35 = 14,07 m^2

- un planşeu superior, având următoarea structură şi dimensiuni (fig. B.2.2.d):

- pardoseală din mozaic de 3 cm grosime;
- placă din beton armat de 12 cm grosime;
- lungime placă superioară (lumină): 4,20 m;
- lățime placă superioară (lumină): 3,35 m;
- suprafață utilă placă superioară: 4,20 × 3,35 = 14,07 m^2

Aria desfăşurată a unității funcționale este:

$$A_d = 3,60 \times 4,45 = 16,02\ m^2$$

Din calculele prezentate în tabelul B.2 rezultă că:

raportul $\frac{\sum_j m_j \cdot A_j}{A_d}$ are valoarea de 730,14 > 400, deci unitatea funcțională analizată se încadrează în clasa de interție termică mare.

Tabelul B.2

	Perete exterior (vezi fig. B.2.2a)	Pereți interiori (vezi fig. B.2.2b)	Planşeu inferior (vezi fig. B.2.2c)	Planşeu superior (vezi fig. B.2.2d)	$\frac{\sum_j m_j \cdot A_j}{A_d}$	Inerția termică
Masa unitară m_j (kg/m^2)	0,02×1700 = 34	0,015×1700 = 25,5 0,24×1800 =432	0,03×1900 = 57 0,12×2400 = 288	0,03×1900 = 57 0,12×2500 = 300		

	0,365×1800 = 657 0,015×1700 = 25,5	0,015×1700 =25,5				
	Total 716,5	Total 483	Total 345	Total 357		
Masa unitară considerată (kg/m^2)	358,25	150	150	150		
Suprafața utilă a elementelor (m^2)	6,90	33,36	14,07	14,07		
m·A	2471,92	5004	2110,5	2110,5	730,14	mare

[top]

ANEXA C

INDICELE SOLAR

C.1 CALCULUL INDICELUI SOLAR

Indicele solar, I_s, este mărimea ce caracterizează capacitatea unei clădiri sau a unei părți de clădire de a capta energia solară . El se calculează cu relația:

$$I_s = \frac{\sum_j (A_j \cdot S_j \cdot \sigma_j)}{V} \quad [m^{-1}] \qquad (C.1)$$

în care:

$\sum_j$ - suma produselor $A_j \cdot S_j \cdot \sigma_j$ calculate pentru fiecare din pereții transparenți sau translucizi verticali sau care fac un unghi mai mare de 60° în raport cu planul orizontal;

A_j - suprafața peretelui transparent sau translucid, măsurată prin proiecție într-un plan paralel cu elementul respectiv, în m^2;

S_i - factorul solar al peretelui transparent sau translucid,

care este dat de raportul dintre energia solară transmisă prin acest perete şi energia solară incidentă, determinat conform pct. C.1.1.

σ_j - coeficient ce caracterizează condiția de receptare a energiei solare pe o fațadă, determinat conform pct. C.1.2;

V - volumul încălzit al clădirii sau părții de clădire considerată, în m^3, determinat conform pct. 3.1.

C.1.1. Valoarea factorului solar S

Factorul solar se stabileşte în funcție de natura tâmplăriei, tipul elementului vitrat, tipul de tâmplărie, categoria de clădire şi poziția elementului vitrat în raport cu peretele, conform tabelului C.1. Valorile din tabel se referă la elemente vitrate utilizate în mod curent, prevăzute cu geamuri din sticlă clară. Pentru elemente vitrate netradiționale, cu sticle speciale, valorile factorului solar vor fi luate din documentele de certificare a acestor produse.

În valorile factorului solar date este luată în considerare eventuala umbrire dată de buiandrugi şi de şpaleții verticali. Aceasta explică de ce factorul solar al unui element vitrat poziționat la fața exterioară a peretelui este mai mare decât cel al elementului vitrat poziționat la fața interioară a peretelui. Elementele vitrate montate în pereți subțiri (a căror grosime este apropiată de grosimea elementului vitrat) sunt considerate ca montate la fața exterioară a peretelui.

Modul de poziționare a elementului vitrat în raport cu peretele este prezentat în fig. C.1.

Tabelul nr. C.1

Natura tâmplăriei	Tipul elementului vitrat	Tipul tâmplăriei	Clădiri cu ocupare continuă		Clădiri cu ocupare discontinuă	
			Poziția		Poziția	
			la fața interioară a peretelui	la fața exterioară a peretelui	la fața interioară a peretelui	la fața exterioară a peretelui
Tâmplărie din lemn cu deschidere pe balamale sau glisantă	Fereastră	simplă	0,51	0,56	0,53	0,59
		cuplată	0,44	0,48	0,46	0,51
		dublă	0,44	0,44	0,46	0,46
	Uşă cu geam fără tăblie	simplă	0,53	0,59	0,56	0,62
		cuplată	0,46	0,51	0,48	0,53
		dublă	0,46	0,46	0,48	0,48
	Uşă cu	simplă	0,46	0,51	0,49	0,54

	geam cu tăblie	cuplată	0,40	0,44	0,42	0,46
		dublă	0,40	0,40	0,42	0,42
Tâmplărie metalică culisantă	Fereastră	simplă	0,58	0,64	0,60	0,67
		cuplată	0,50	0,55	0,52	0,58
		dublă	0,50	0,50	0,52	0,52
	Uşă cu geam fără tăblie	simplă	0,60	0,67	0,64	0,71
		cuplată	0,52	0,58	0,55	0,61
		dublă	0,52	0,52	0,55	0,55
Tâmplărie metalică cu deschidere pe balamale	Fereastră	simplă	0,54	0,60	0,57	0,63
		cuplată	0,47	0,52	0,49	0,54
		dublă	0,47	0,47	0,49	0,49
	Uşă cu geam fără tăblie	simplă	0,56	0,62	0,59	0,65
		cuplată	0,48	0,53	0,51	0,56
		dublă	0,48	0,48	0,51	0,51
Tâmplărie metalică pentru hale industriale		simplă	-	-	0,62	0,69
		dublă	-	-	0,53	0,53

C.1.2 Determinarea coeficientului σ

Coeficientul σ pentru un element vitrat se determină în funcție de orientarea lui şi înălțimea obstacolelor ce pot umbri elementul. Pentru orientarea vest, coeficientul a depinde şi de modul de ocupare a clădirii, ținându-se seama de faptul că energia solară primită pe o fațadă este mai bine recuperată în spațiile cu ocupare continuă decât în cele cu ocupare discontinuă.

Valorile coeficientului σ sunt date în tabelul nr. C.2 în funcție de înălțimea obstacolelor, de orientarea elementului şi, pentru orientarea vest, de modul de ocupare a clădirii.

Tabelul C.2

Înălțimea medie ponderată a obstacolelor	Orientarea elementului				
	de la SV la SE	de la SE la NE	de la SV la NV		de la NE la NV
			ocupare	ocupare	

			continuă	discontinuă	
până la 15°	1	0,6	0,6	0,4	0,3
de la 15 la 25°	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2
25° şi mai mult	0	0	0	0	0

Înălțimea medie ponderată a obstacolelor este suma înălțimilor medii din cele patru sectoare de azimut, notate 1,2,3, 4 specificate în fig. C.2, determinată conform exemplului de la pct. C.2.

Coeficienții de ponderare a înălțimilor corespunzătoare celor patru zone de azimut sunt conform tabelul nr. C.3.

Tabelul C.3

Orientarea elementului vitrat	Sectorul de azimut			
	1	2	3	4
de la SV la SE	0,10	0,40	0,40	0,10
de la SE la NE	0,05	0,20	0,45	0,30
de la SV la NV	0,30	0,45	0,20	0,05
de la NE la NV	0,20	0,30	0,30	0,20

Calculul se efectuează fațadă cu fațadă, prin amplasarea centrului geometric al fiecăreia. Totodată, dacă o parte a fațadei are o umbrire net diferită de a restului fațadei, ea se tratează separat.

C.2 EXEMPLU DE CALCUL AL ÎNĂLȚIMII MEDII PONDERATE ŞI AL COEFICIENTULUI σ

Considerăm porțiunea retrasă ABCD a clădirii reprezentate în fig. C.3, pentru care obstacolele sunt constituite din clădirea aflată vis-à vis şi partea ieşită în afară a clădirii însăşi.

Pentru determinarea înălțimii medii ponderate şi a coeficientului σ pentru porțiunea ABCD se procedează astfel:

- Se fixează poziția centrului geometric al porțiunii considerate (în plan vertical şi orizontal).

- Se decupează câmpul vizual al centrului geometric în cele patru sectoare de azimut (vezi fig. C.3).

- Se măsoară înălțimile unghiulare (α) ale obstacolelor corespunzătoare fiecărui sector de azimut, pe întreg sectorul (conform fig. C.4), prin figurarea acestor înălțimi unghiulare într-o diagramă ce redă profilul obstacolelor văzute din centrul geometric al fațadei respective, ca în fig. C.5

- Pentru fiecare din cele patru sectoare de azimut se determină din diagramă înălțimea medie unghiulară a obstacolelor aferente.

- Se înmulțeşte înălțimea medie unghiulară a obstacolelor din fiecare sector de azimut cu coeficientul de ponderare corespunzător, luat din tabelul C.3.

- Se determină înălțimea medie ponderată a obstacolelor aferente fațadei analizate ca sumă a înălțimilor medii unghiulare ponderate din cele patru sectoare de azimut.

- Valoarea coeficientului σ se extrage din tabelul C.2 în funcție de înălțimea medie ponderată determinată ca mai sus şi de orientarea fațadei.

Considerând că se discută o clădire cu ocupare continuă, calculul înălțimii medii ponderate şi a coeficientului σ corespunzător este prezentat în tabelul C.4.

Tabelul C.4

	Sectorul de azimut			
	1	2	3	4
Înălțime medie	0	8,5	18	52
Coeficientul de ponderare	0,30	0,45	0,20	0,05
Produsul	0	3,8	3,6	2,6
Înălțimea medie ponderată	10			
Valoarea lui σ	0,6			

[top]

ANEXA D

EXEMPLU DE CALCUL AL COEFICIENTULUI G_{1ref}

POLICLINICĂ

Se consideră aceeaşi clădire de policlinică, conform fig. B.2.1, pentru care s-a calculat în ANEXA B inerția termică.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE CLĂDIRII (vezi fig. B.2.1)

Categoria .....: I

Zona climatică .....: II

- suprafața pereților exteriori .....: 381,15 m^2

$2\times[2\times8\times(3,60\times3,17-2,10\times1,50)]+2\times2\times4,45\times3,17+2\times[2\times(1,80\times3,17-1,55\times3,05)] = 381,15\ m^2$

- suprafața planşeului de acoperiş .....: 313,51 m^2

$29,30\times10,70 = 313,51\ m^2$

- suprafața planşeului la nivelul parterului .....: 313,51 m^2

$29,30\times10,70 = 313,51\ m^2$

- suprafața vitrată.....: 119,11 m^2

$2\times2\times8\times2,10\times1,50+2\times2\times1,55\times3,05 = 119,11\ m^2$

- perimetrul exterior .....: 82 m

$2\times[(29,30+0,50)+(10,70+0,50)] = 82$ m

- volumul încălzit .....: 2196,14 m^3

$2\times[(29,30+0,50)\times(10,70+0,50)\times(3,17+0,12)] = 2196,14\ m^3$

În tabelul D.1 sunt prezentate rezultatele calculelor pentru determinarea coeficientului G_{1ref} al clădirii descrise mai sus.

Tabelul D.1

Tipul de element	Suprafața (m^2) sau perimetrul (m)	Coeficienții de control	Coloanele 1:2 (W/K)	Coloanele 1x2 (W/K)
0	1	2	3	4
pereți exteriori	381,15	a = 1,40	272,25	
planşeu de acoperiş	313,51	b = 2,50	125,40	
planşeu la nivelul parterului	313,51	c = 1,60	195,94	
perimetrul exterior	82	d = 1,30		106,60
suprafața vitrată	119,11	e = 0,39	305,41	
				$\sum$ = 1005,60 W/K

$$G_{1ref} = \frac{1}{V} \cdot \sum = \frac{1005,60}{2193,14} = 0,458 \ W/(m^3K)$$

[top]

NORMATIV PRIVIND CALCULUL PERFORMANȚELOR TERMOENERGETICE ALE ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ALE CLĂDIRILOR

Indicativ C107/3-2005

Cuprins

* OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE
* PREZENTA REGLEMENTARE TEHNICĂ UTILIZEAZĂ PREVEDERI CUPRINSE ÎN URMĂTOARELE ACTE NORMATIVE
* DEFINIȚII ŞI SIMBOLURI
* CARACTERISTICI TERMOTEHNICE
* TEMPERATURI DE CALCUL
* DIMENSIUNI DE CALCUL
* DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE SPECIFICE ALE ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE OPACE
* DETERMINAREA TEMPERATURILOR DINTR - UN SPAȚIU NEÎNCĂLZIT
* DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE ALE SUPRAFEȚELOR VITRATE
* DETERMINAREA TEMPERATURILOR PE SUPRAFAȚA INTERIOARĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE
* COMPORTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE LA DIFUZIA VAPORILOR DE APĂ
* STABILITATEA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE
* REZISTENȚE TERMICE NORMATE
* TEMPERATURI SUPERFICIALE NORMATE
* ANEXA A: CARACTERISTICILE TERMOTEHNICE ALE MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE
* ANEXA B: TEMPERATURA PUNCTULUI DE ROUĂ (θ_r) PENTRU DIFERITE TEMPERATURI ŞI UMIDITĂȚI RELATIVE ALE AERULUI INTERIOR
* ANEXA C: PRESIUNEA DE SATURAȚIE A VAPORILOR DE APĂ (p_s) PENTRU DIFERITE TEMPERATURI ALE AERULUI
* ANEXA D: ZONAREA CLIMATICĂ A ROMÂNIEI PENTRU PERIOADA DE IARNĂ
* ANEXA E: CONSIDERAREA ÎN CALCULE A STRATURILOR DE AER VENTILATE
* ANEXA F: DETERMINAREA REZISTENȚEI TERMICE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE AVÂND STRATURI DE GROSIME VARIABILĂ
* ANEXA G: CLASIFICAREA PUNȚILOR TERMICE ŞI A COEFICIENȚILOR DE TRANSFER TERMIC
* ANEXA H: METODĂ SIMPLIFICATĂ DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE SPECIFICE CORECTATE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE NEOMOGENE
* ANEXA I: METODĂ SIMPLIFICATĂ DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA COEFICIENȚILOR DE TRANSFER TERMIC A TÂMPLĂRIEI EXTERIOARE
* ANEXA J: CALCULUL NUMERIC AUTOMAT
* TABELE

1. OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE

1.1. Prezentul normativ se referă la calculul termotehnic, pentru timpul iernii, al tuturor elementelor de construcție ale clădirilor, cu excepția elementelor de construcție în contact cu solul.

1.2. Prevederile prezentului normativ se aplică la elementele de construcție care delimitează spațiile încălzite ale clădirilor de locuit, social - culturale şi industriale.

Prevederile normativului se utilizează şi la elementele de construcție care delimitează spațiile neîncălzite, în scopul determinării temperaturii interioare a acestor spații, pe baza unui calcul de bilanț termic.

1.3. Prevederile prezentului normativ nu se aplică la elementele de construcție aferente clădirilor şi încăperilor la care se impun cerințe speciale ale regimului de temperaturi şi de umiditate, cum sunt: spațiile frigorifice, cele cu mediu agresiv, ş. a.

1.4. Izolarea termică a elementelor de construcție care delimitează încăperile încălzite, se realizează în vederea asigurării climatului interior impus de exigențele igienico - sanitare şi de confort la clădirile de locuit şi social - culturale, de condițiile necesare desfăşurării muncii şi procesului tehnologic la clădirile industriale, precum şi pentru reducerea, în cât mai mare măsură, a consumului de energie şi de combustibil în exploatare.

1.5. Prevederile prezentului normativ se utilizează atât de către proiectanți, pentru determinarea şi pentru verificarea caracteristicilor termotehnice ale elementelor de construcție, cât şi de către factorii abilitați pentru verificarea proiectelor de clădiri.

Prevederile normativului se utilizează deasemenea la determinarea necesarului de căldură de calcul, în scopul dimensionării instalației de încălzire.

Între modelul de calcul folosit pentru verificările termotehnice şi cel adoptat pentru calculul instalațiilor, trebuie să existe o riguroasă corespondență.

1.6. Prevederile prezentului normativ se aplică atât pentru elementele de construcție perimetrale, cât şi pentru elementele de construcție interioare care despart spații între care există o diferență de temperatură mai mare de 5K.

1.7. Prevederile normativului se aplică la verificarea termotehnică, atât a clădirilor noi, cât şi a clădirilor existente care urmează a fi supuse unor lucrări de reabilitare şi de modernizare.

1.8. Prevederile prezentului normativ se aplică, atât la clădirile având sisteme centrale de încălzire, cât şi la cele cu încălzire locală (inclusiv cu sobe).

1.9. Alegerea modului de alcătuire a elementelor de construcție, din punct de vedere termotehnic, se face astfel încât să se realizeze, în principal, următoarele:

- rezistența termică minimă necesară pentru asigurarea climatului interior, pentru limitarea fluxului termic şi pentru economisirea energiei în exploatarea clădirilor;

- evitarea condensării vaporilor de apă pe suprafața interioară a elementelor de construcție;

- rezistența la permeabilitate la vapori, pentru limitarea sau pentru împiedicarea condensării vaporilor de apă în interiorul elementelor de construcție;

- stabilitatea termică necesară, atât pe timp de iarnă, cât şi pe timp de vară, pentru limitarea oscilațiilor temperaturii aerului interior şi pe suprafața interioară a elementelor de construcție.

1.10. Pe baza prevederilor din prezentul normativ, se pot determina:

- Rezistențele termice specifice corectate ale elementelor de construcție, cu luarea în considerare a influenței punților termice, permițând:

- compararea acestor valori, calc

ulate pentru flecare încăpere în parte, cu rezistențele termice minime necesare din considerente igienico - sanitare şi de confort;

- compararea acestor valori, calculate pentru ansamblul clădirii, cu rezistentele termice minime, normate, în scopul economisi

rii energiei în exploatare;

- determinarea coeficientului global de izolare termică, în scopul stabilirii nivelului de performanță termotehnică de ansamblu a clădirii şi a comparării cu valoarea normată, stabilită în vederea limitării consumului de energie pentru încălzirea clădirilor;
- utilizarea rezistențelor termice specifice corectate la calculul necesarului de căldură, în vederea proiectării instalațiilor de încălzire.

- Temperaturile pe suprafața interioară a elementelor de construcție, permițând:

- verifica

rea riscului de condens superficial, prin compararea temperaturilor minime cu temperatura punctului de rouă;

- verficarea condițiilor de confort interior, prin asigurarea indicilor globali de confort termic PMV şi PPD, în funcție de temperaturile medii de pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție perimetr

ale.

1.11. Calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul se face în conformitate cu [1].

Verificarea comportării elementelor de construcție la difuzia vaporilor de apă, precum şi verificarea stabilității termice a elementelor de construcție perimetrale şi a încăperilor, nu este tratată în prezentul normativ, aceste verificări făcând obiectul unor alte reglementări tehnice.

De asemenea sunt tratate în acte normative speciale - [12] şi [13] - aspectele referitoare la determinarea şi la verificarea coeficientului global de izolare termică.

1.12. Normativul este întocmit în următoarele ipoteze generale:

- transferul termic se face în regim staționar;

- toate caracteristicile termofizice ale materialelor sunt independente de temperatură;

- principalele calcule termotehnice se bazează pe calculul numeric automat al câmpurilor de temperaturi.

1.13. Calculele şi verificările termotehnice prevăzute în cadrul prezentului normativ, se referă la următoarele elemente de construcții perimetrale:

- partea opacă a pereților exteriori, inclusiv suprafața adiacentă rosturilor deschise;

- componentele transparente şi translucide ale pereților exteriori şi acoperişurilor (tâmplăria exterioară, pereții vitrați şi luminatoarele);

- planşeele de peste ultimul nivel, de sub terase şi poduri;

- planşeele care delimitează clădirea la partea inferioară, față de mediul exterior (bowindouri, ganguri de trecere, ş.a.);

- planşeele de peste pivnițe şi subsoluri neîncălzite;

- pereții şi planşeele care separă volumul clădirii de spații adiacente neîncălzite sau mult mai puțin încălzite, precum şi de spațiul rosturilor închise.

1.14. Pentru cazuri speciale şi studii termotehnice, prin efectuarea unui calcul numeric automat al câmpului plan, bidimensional, de temperaturi, pe baza prevederilor din prezentul normativ se pot determina şi reprezenta grafic:

- variația temperaturilor pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție;

- curbele izoterme din interiorul elementelor de construcție.

[top]

2. PREZENTA REGLEMENTARE TEHNICĂ UTILIZEAZĂ PREVEDERI CUPRINSE ÎN URMĂTOARELE ACTE NORMATIVE

[1] C107/5 - Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție în contact cu solul.

[2] C107/4 - Ghid pentru calculul performanțelor termotehnice ale clădirilor de locuit

[3] SR-1907-2 - Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare de calcul.

[4] SR ISO 7345 - Izolație termică. Mărimi fizice şi definiții.

[5] STAS 7109 - Termotehnica construcțiilor. Terminologie, simboluri şi unități de măsură.

[6] STAS 737/10 - Sistemul internațional de unități (SI). Unități ale mărimilor caracteristice fenomenelor calorice.

[7] *) Calculul transferului de masă (umiditate) prin elementele de construcție

[8] STAS 6472/6 - Fizica construcțiilor. Proiectarea termotehnică a elementelor de construcție cu punți termice.

[9] STAS 6472/7 - Fizica construcțiilor. Termotehnică. Calculul permeabilității la aer a elementelor şi materialelor de construcție.

[10] STAS 13149 - Fizica construcțiilor. Ambianțe termice moderate. Determinarea indicilor PMV şi PPD şi nivele de performanță pentru ambianțe.

[11] *) Stabilitate termică a elementelor de închidere ale clădirilor.

[12] C 107/1 - Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit

[13] C 107/2 - Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădiri cu altă destinație decât cea de locuire.

Pentru utilizarea prezentei reglementări tehnice se pot consulta standardele europene în domeniu:

[14] EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistence and thermal transmittance - Calculation method.

[15] EN ISO 10077-1 - Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: Simplified method.

[16] EN ISO 10077-2 - Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames.

[17] EN ISO 13789 - Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coeficient - Calculation method.

[18] EN ISO 10211-1 - Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Part 1: General calculation methods.

[19] EN ISO 10211-2 - Thermal bridges in building construction - Calculation of heat flows and surface temperatures - Part 2: Linear thermal bridges.

[20] EN ISO 14683 - Thermal bridges in building construction - linear thermal transmittance - simplified methods and default values.

[top]

3. DEFINIȚII ŞI SIMBOLURI

3.1. Definiții

Regim (termic) staționar: Ipoteză convențională de calcul termotehnic, în cadrul căreia se consideră că temperaturile nu variază în timp.

Strat omogen: Strat de grosime constantă, având caracteristici termotehnice uniforme

	sau care pot fi considerate uniforme.
Strat cvasiomogen:	Strat alcătuit din două sau mai multe materiale, având conductivități termice diferite, dar care poate fi considerat ca un strat omogen, cu o conductivitate termică echivalentă.
Punte termică:	Porțiune din anvelopa unei clădiri, în care rezistența termică, altfel uniformă, este sensibil modificată ca urmare a faptului că izotermele nu sunt paralele cu suprafețele elementelor de construcție.
Anvelopa clădirii:	Totalitatea suprafețelor elementelor de construcție perimetrale, care delimitează volumul interior (încălzit) al unei clădiri, de mediul exterior sau de spații neîcălzite din exteriorul clădirii.
Flux termic (Φ):	Cantitatea de căldură transmisă la sau de la un sistem, raportată la timp.
Densitatea fluxului termic (q):	Fluxul termic raportat la suprafața prin care se face transferul căldurii.
Suprafață adiabatică:	Suprafață prin care nu se produce nici un transfer termic.
Izoterme:	Linii sau suprafețe care unesc punctele având aceleaşi temperaturi, determinate pe baza unui calcul al câmpului plan, bidimensional de temperaturi.
Linii de flux:	Linii perpendiculare pe izoterme reprezentând direcția şi sensul fluxului termic în elementele de construcție.
Rezistență termică (R):	Diferența de temperatură raportată la densitatea fluxului termic, în regim staționar.
Coeficient de transfer termic/Transmitanță termică (U):	Fluxul termic în regim staționar, raportat la suprafața şi la diferența de temperatură dintre temperaturile mediilor situate de o parte şi de alta a unui sistem. Inversul rezistenței termice.
Coeficient de cuplaj termic (L):	Fluxul termic în regim staționar, raportat la diferența de temperatură între două medii care sunt legate între ele din punct de vedere termic, printr-un element de construcție.
Coeficient liniar de transfer termic/ Transmitanță termică liniară (ψ):	Termen de corecție care ține seama de influența unei punți termice liniare, față de un calcul unidirecțional al coeficientului de transfer termic.
Coeficient punctual de transfer termic/ Transmitanță termici punctuală (χ):	Termen de corecție care ține seama de influența unei punți termice punctuale, față de un calcul unidirecțional al coeficientului de transfer termic.
Calcul unidirecțional (1D):	Model de calcul termotehnic simplificat, în care se consideră că liniile de flux sunt perpendiculare pe elementul de construcție.
Calcul bidimensional (2D):	Model de calcul termotehnic, în care se ține seama de influența punților termice liniare şi care se bazează pe un calcul plan, bidimensional, al câmpului de temperaturi.

Calcul tridimensional (3D): Model de calcul termotehnic, în care se ține seama de influența tuturor punților termice - liniare şi punctuale - şi care se bazează pe un calcul spațial, tridimensional, al câmpului de temperaturi.

Coeficient de emisie (e): Fluxul radiant al unui corp în raport cu fluxul radiant al corpului negru în aceleaşi condiții de temperatură.

3.2 Simboluri ai unități de măsură

Simbolurile şi unitățile de măsură ale principalilor termeni utilizați în prezentul normativ sunt date în tabelul I.

Majoritatea simbolurilor folosite sunt precizate în SR ISO 7345 şi STAS 737/10; pentru unii termeni s-au menținut simbolurile prevăzute în STAS 7109.

Observații:

1) Temperaturile şi diferențele de temperatură se pot nota şi cu simbolurile θ şi respectiv $\Delta\theta$.

2) Se dă mai jos corespondența între simbolurile utilizate în cadrul prezentului normativ şi simbolurile folosite în prescripțiile tehnice elaborate anterior:

$\theta_r = \tau_r$	$\Phi = \dot{Q}$	$\Psi = k'$
$c = c_p$	$q = \dot{q}$	$\chi = k''$
$s = s_m$	$R = R_{os}$	$R'_{nec} = R_{o\,nec}$
$A = S$	$R' = R'_{os}$	$R'_m = R_{om}$
$n = N$	$U = k$	$R'_{min} = R_{om\,min}$
$e = \varepsilon$	$\tau = \theta$	

TABELUL I

SIMBOLURI ŞI UNITĂȚI DE MĂSURĂ

SIMBOL	TERMENUL		RELAȚIA DE DEFINIRE	U.M.
1	2		3	4
T_e	Temperatura	exterioară de calcul	-	°C
T_i		interioară de calcul		
T_u		în spații neîncălzite		

T_{si}		pe suprafața interioară		
T_{se}		pe suprafața exterioară		
θ_r		punctului de rouă		
ΔT	Diferența de temperatură	între T_i şi T_e	$T_i - T_e$	K
ΔT_i		între T_i şi T_{si}	$T_i - T_{si}$	
ΔT_e		între T_e şi T_{se}	$T_e - T_{se}$	

SIMBOL	TERMENUL		RELAȚIA DE DEFINIRE	U.M.
1	2		3	4
ζ	Raportul ecartului de temperatură superficială		$\frac{T_i - T_{si}}{\Delta T}$	-
τ	Factorul de corecție a temperaturilor exterioare		$\frac{T_i - T_u}{\Delta T}$	
R_{si}	Rezistența termică superficială	interioară	$1/\alpha_i$	m^2K/W
R_{se}		exterioară	$1/\alpha_e$	
α_i	Coeficientul de transfer termic superficial	interior	$q/\Delta T_i$	$W/(m^2K)$
α_e		exterior	$q/\Delta T_e$	
λ	Conductivitatea termică de calcul	a unui material de construcție	-	W/(mK)
c	Capacitatea calorică masică la presiune constantă			J/(kgK)
ρ	Densitatea aparentă			kg/m^3
s	Coeficientul de asimilare termică			$W/(m^2K)$

D	Indicele inerției termice	$\sum(d/\lambda)s$	-
φ_i	Umiditatea relativă a aerului interior	-	%
n	Viteza de ventilare naturală (numărul schimburilor de aer pe oră, rata schimburilor convenționale de aer).	-	h^{-1}
e	Coeficientul de emisie	-	-
d	Grosimea unui element de construcție, sau a unui strat al elementului de construcție	-	m
b	Lățimea clădirii, a unei zone, etc.		
l	Lungimea încăperii, a clădirii, sau a punților termice liniare		
h	Înălțimea grinzilor, buiandrugilor, etc.		
B	Lățimea considerată în calculul coeficientului liniar de transfer termic		

SIMBOL	TERMENUL	RELAȚIA DE DEFINIRE	U.M.
1	2	3	4
H	Înălțimea încăperii, nivelului sau a clădirii	-	m
P	Perimetrul clădirii sau al încăperii		
A	Aria (de transfer termic)	-	m^2
V	Volumul încăperii sau al clădirii		m^3
Q	Cantitatea de căldură	-	J
Φ	Fluxul termic (puterea termică)	dQ/dt	W
q	Densitatea fluxului termic	Φ/A	W/m^2

ψ	Coeficientul liniar de transfer termic			-	W/(mK)
χ	Coeficientul punctual de transfer termic			-	W/K
R_s	Rezistența termică specifică	a unui strat omogen		d/λ	m^2K/W
R_a		a unui strat de aer ventilat		-	
R		unidirecțională	a unui element de construcție	$(T_i - T_k)/q$	
R'		corectată		-	
R'_m		medie		-	
R'_{nec}		necesară		$\Delta T/\alpha_i \Delta T_{imax}$	
R'_{min}		minimă		-	
U	Coeficientul de transfer termic	unidirecțional corectat	a unui element de construcție	1/R	W/(m²K)
U'				1/R'	
L	Coeficientul de cuplaj termic			$\Phi/(T_j - T_k)$	W/K
G	Coeficientul global de izolare termică a clădirii				$W/(m^3K)$

3.3 Indici

în prezentul normativ se utilizează, în principal, următorii indici:

i	interior	r	rouă, condens
e	exterior	t	timp
si	suprafața interioară	m	mediu
se	suprafața exterioară	min	minimum
u	spațiu neîncălzit	max	maximum
a	aer	nec	necesar

w	apă	ech	echivalent

3.4. Sistemul de unități de măsură

Se foloseşte sistemul internațional de unități de măsură (SI). Pentru unele transformări se pot folosi şi relațiile:

1W	= 1 J/s	= 0,860 kcal/h
1J	= 1 W·s	= $2,39 \cdot 10^{-4}$ kcal
1W·h	= 3600J	= 0,860 kcal
1kcal/h	= 1,163 W	= 1,163 J/s

[top]

4. CARACTERISTICI TERMOTEHNICE

4.1. Caracteristicile termotehnice de calcul ale materialelor care se utilizează la alcătuirea elementelor de construcție, se vor considera în conformitate cu anexa A.

4.2. În anexa A se dau următoarele caracteristici termotehnice, în funcție de felul materialului şi de densitatea aparentă ρ (kg/m^3):

- conductivitatea termică de calcul	λ	[W/(mK)];
- coeficientul de asimilare termică	s	[W/(m^{2}K)];
- capacitatea calorică masică la presiune constantă	c	[J/(kgK)].

4.3. Conductivitățile termice de calcul din anexa A sunt date în condițiile unui regim normal de umiditate a materialelor în timpul exploatării.

Alte materiale decât cele din anexa A pot fi utilizate în elemente de construcție numai cu avizul unui institut de specialitate, care va atesta şi conductivitatea termică de calcul a respectivului material.

4.4. Capacitatea calorică volumică se obține prin multiplicarea capacității calorice masice cu densitatea aparentă a materialului, în stare uscată:

$\rho \cdot c$ [J/(m^{3}K)]

4.5. Conductivitățile termice de calcul din anexa A includ influența următorilor factori, aferenți condițiilor de punere în operă a materialelor termoizolante:

- existența rosturilor dintre plăcile termoizolante;

- micile deteriorări admise, la plăcile termoizolante friabile;

- creşterea densităţii aparente ca urmare a tasărilor din timpul execuţiei şi în decursul exploatării, la materialele termoizolante tasabile.

4.6. Conductivităţile termice de calcul din anexa A corespund unui regim normal de umiditate a materialelor în timpul exploatării; în cazul unei umidităţi sporite, conductivităţile termice trebuie majorate corespunzător.

4.7. Conductivităţile termice echivalente ale straturilor cvasiomogene se calculează în conformitate cu prevederile din cap. 7.2.

4.8. Caracteristicile termotehnice de calcul ale straturilor de aer imobil, se pot considera astfel:

ρ = 1,23 kg/m^3 la o temperatură de + 10°C şi la o presiune de 100 kPa

c= 1000 J/(kgK) la o temperatură de + 10°C

λ = 0,025 W/(mK)

4.9. Caracteristicile termotehnice de calcul ale apei sunt următoarele:

ρ = 1000 kg/m^3

c = 4180 J/(kgK) la o temperatură de + 10°C

λ = 0,58 W/(mK)

4.10. Rezistenţele termice specifice ale straturilor omogene se calculează cu 3 zecimale.

[top]

5. TEMPERATURI DE CALCUL

5.1. Temperaturile exterioare (T_e)

Temperaturile exterioare de calcul se consideră în conformitate cu harta de zonare climatică a teritoriului României, pentru perioada de iarna, din anexa D.

Conform acestei hărţi, care înlocuieşte harta din STAS 6472/2-83, teritoriul României se împarte în 4 zone climatice, astfel:

- zona I T_e = - 12°C
- zonaII T_e = - 15°C
- zona III T_e = - 18°C

- zona IV T_e = - 21°C

5.2. Temperaturile interioare ale încăperilor încălzite (T_i)

Temperaturile interioare convenționale de calcul ale încăperilor încălzite, se consideră aceleaşi cu temperaturile utilizate la proiectarea instalațiilor de încălzire şi se iau din [3].

Dacă încăperile au temperaturi de calcul diferite, dar există o temperatură predominantă, în calcule se consideră această temperatură; de exempu, la clădirile de locuit se consideră T_i=+20°C.

Dacă nu există o temperatură predominantă, temperatura interioară convențională de calcul se poate considera temperatura medie ponderată a tuturor încăperilor încălzite, de la acelaşi nivel:

$$T_i = \frac{\sum T_{ij} \cdot A_j}{\sum A_j}$$

în care:

A_i aria încăperii j având temperatura interioară T_{ij}.

5.3. Temperaturile interioare ale spațiilor neîncălzite (T_u)

Temperaturile interioare ale spațiilor şi încăperilor neîncălzite se determină exclusiv pe bază de bilanț termic. în funcție de temperaturile de calcul ale încăperilor adiacente, de ariile elementelor de construcție care delimitează spațiul neîncălzit, precum şi de rezistențele termice ale acestor elemente.

În calcule se va ține seama în mod obligatoriu şi de viteza de ventilare a spațiului neîncălzit. Determinarea temperaturilor T_u ale spațiilor şi încăperilor neîncălzite se face în conformitate cu prevederile cap. 8 din prezentul normativ.

Tot pe bază de bilanț termic se vor determina temperaturile T_u din rosturile închise, podurile şi etajele tehnice, precum şi cele din balcoanele şi logiile închise cu tâmplărie exterioară.

[top]

6. DIMENSIUNI DE CALCUL

6.1. Ca principiu general, suprafețele se delimitează prin axele geometrice ale elementelor de construcție interioare şi prin fețele interioare ale elementelor de construcție perimetrale.

6.2. suprafețele orizontale ale elementelor de construcție exterioare (planşeul de la terasă sau de la pod, planşeul de peste subsolul neîncălzit ş. a., se delimitează prin axele geometrice ale perefilor interiori structurali şi nestructurali şi prin conturul interior al pereților exteriori (fig. 1). pe ansamblul clădirii, aria orizontală este delimitată exclusiv prin conturul interior al pereților exteriori (fig. 3).

$$A = \sum A_j = A_1 + A_2 + \ldots + A_n$$

6.3. suprafețele verticale exterioare (pereții) se delimitează pe orizontală prin axele geometrice ale pereților interiori structurali şi nestructurali, precum şi prin colțurile, intrânde sau ieşinde, ale feței interioare a pereților exteriori (fig. 1).

pe verticală, suprafețele se delimitează prin axele geometrice ale plăcii planşeelor intermediare, prin fața inferioară a plăcii ultimului planşeu, precum şi prin fața superioară a pardoselii primului nivel încălzit (fig. 2).

Pe ansamblul clădirii aria verticală exterioară totală, inclusiv aria vitrată, este:

$$A = H \cdot \sum l_j = H \cdot P$$

în care P este perimetrul clădirii, măsurat pe conturul interior al pereților de fațadă.

6.4. Suprafețele înclinate se calculează pe baza dimensiunilor din planul lor.

6.5. ariile tâmplăriei exterioare se determină pe baza dimensiunilor nominale ale golurilor corespunzătoare din pereți (fig. 1 şi fig. 2).

6.6. Lungimile "l" ale punților termice liniare se stabilesc, în principiu, în funcție de lungimile reale pe care se prevăd detaliile respective, cu următoarele precizări:

- lungimile se măsoară în cadrul ariilor A determinate conform pct. 6.2 ... 6.4; în consecință ele sunt delimitate, la extremități, de conturul suprafețelor respective ;

- intersecția punților orizontale cu cele verticale, se include atât în lungimea punților orizontale, cât şi în lungimea punților verticale ;

- la planşeul de peste spații neîncălzite, în lungimile "l " ale punților termice create prin întreruperea stratului termoizolant (amplasat peste planşeu) în dreptul pereților interiori structurali şi nestructurali, nu se includ lățimile golurilor de uşi.

6.7. Aria anvelopei clădirii se calculează ca suma tuturor ariilor elementelor de construcție perimetrale ale clădirii prin care au loc transferuri termice.

6.8. Volumul încăperilor se calculează pe baza ariilor orizontale determinate conform pct. 6.2. şi a înălțimilor H_j considerate ca în fig. 2:

$$V_j = A_j \cdot H_j$$

Volumul clădirii - V - reprezintă volumul delimitat, pe contur, de fețele interioare ale elementelor de construcție perimetrale, ale căror arii totale se calculează conform pct. 6.2 ... 6.4.

$$V = \sum V_j = V_1 + V_2 + \ldots + V_n$$

Volumul V include atât încăperile încălzite direct (cu elemente de încălzire), cât şi încăperile încălzite indirect (fără elemente de încălzire), dar la care căldura pătrunde prin pereții adiacenți, lipsiți de o termoizolație semnificativă. În acest sens se consideră ca făcând parte din volumul clădirii: cămări, debarale, vestibuluri, holuri de intrare, casa scării, puțul liftului, şi alte spații comune.

Nu se includ în volumul clădirii: camerele de pubele, verandele, precum şi balcoanele şi logiile, chiar în situația în care ele sunt închise cu tâmplărie exterioară.

[top]

7. DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE SPECIFICE ALE ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE OPACE

7.1. Rezistența termică specifică a unui strat omogen

Rezistența termică specifică a unui strat omogen al elementului de construcție se determină cu relația:

$$R_s = \frac{d}{\lambda} \left[m^2K/W \right] \quad (1)$$

în care:

d	grosimea de calcul a stratului;
λ	conductivitatea termică de calcul a materialului, conform anexei A.

La straturile la care grosimea finală, după punerea în operă, este mai mică decât grosimea inițială, în calcule se consideră grosimea finală (după tasare).

În cazurile în care abaterea negativă admisă la grosimea straturilor este semnificativă, grosimea de calcul a stratului se va considera egală cu grosimea minimă admisă. Rezistențele termice ale straturilor omogene se calculează cu 3 zecimale.

7.2. Rezistența termici a unui strat cvasiomogen

7.2.1. Într-un model geometric este admisibil ca, în anumite condiții, să se înlocuiască materiale cu conductivități termice diferite cu un material având o conductivitate unică, echivalentă.

Stratul respectiv este denumit "strat cvasiomogen".

Ca exemplu de straturi cvasiomogene se pot da zidăriile (alcătuite din cărămizi sau blocuri + mortar, precum şi straturile termoizolante din cadrul elementelor de construcție tristrat, prin care trec ancore din oțel inoxidabil de diametre reduse, dispuse uniform pe suprafața elementului de construcție.

7.2.2. Rezistența termică a unui strat cvasiomogen se calculează cu relația (1), în care, în locul conductivității termice λ, se introduce valoarea conductivității echivalente λ_{ech}.

7.2.3. Conductivitatea termică echivalentă a straturilor cvasiomogene de tipul zidăriilor se poate calcula cu relația:

$$\lambda_{ech} = \frac{\sum(\lambda_j \cdot A_j)}{\sum A_j} \qquad [W/(mK)] \quad (2)$$

în care:

λ_j — conductivitățile termice ale materialelor componente;

A_j — ariile materialelor componente din cadrul stratului cvasiomogen, măsurate în planul stratului (în elevație).

7.2.4. La straturile cvasiomogene alcătuite dintr-un strat termoizolant + ancore metalice de legătură, conductivitatea termică echivalentă se poate determina cu relația:

$$\lambda_{ech} = \lambda + d \cdot n \cdot \chi \qquad [W/(mK)] \quad (3)$$

în care:

λ — conductivitatea termică a materialului termoizolant [W/(mK)];

d — grosimea stratului termoizolant [m];

χ — coeficientul punctual de transfer termic, aferent unei ancore din oțel inoxidabil, care se determină pe baza unui calcul tridimensional al câmpului de temperaturi, conf. cap. 7.6.3. [W/K];

n — numărul de ancore metalice pe metru pătrat [m^2].

7.3. Rezistentele termice superficiale

7.3.1. Rezistențele termice superficiale (R_{si} şi R_{se}) se consideră în calcule în conformitate cu tabelul II, în funcție de direcția şi sensul fluxului termic.

La determinarea rezistentelor termice ale elementelor de construcție interioare, pe ambele suprafețe ale elementului se consideră valori:

$$\alpha_i = \alpha_e = 8 W/(m^2K)$$

În spațiile neîncălzite, la fluxul termic din interior spre exterior se consideră α_i = 12 W/(m^2K), indiferent de sensul fluxului termic.

7.3.2. la calculul câmpului de temperaturi pentru verificarea temperaturilor superficiale conform cap. 10, valoarea coeficientului de transfer termic superficial interior 04 , în colțurile interioare ieşinde (fig. 3), se consideră:

$$\alpha_i = 8(1-x) \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (4)$$

în care:

x — distanța, în metri, între colțul ieşind şi cel mai apropiat colț intrând, dar cel mult 0,25 m.

Între valoarea astfel determinată şi valoarea α_i = 8 W/(m^2K) se consideră o variație liniară, pe lungimea x, pe suprafețele verticale şi orizontale interioare ale încăperilor, aferente colțului ieşind.

7.3.3. Valorile din tabelul II aferente suprafețelor verticale, sunt valabile şi pentru suprafețele înclinate cu un unghi de cel mult 30° față de verticală, iar cele aferente suprafețelor orizontale sunt valabile şi pentru suprafețele înclinate cu un unghi de cel mult 30° față de orizontală.

7.3.4. Valorile rezistențelor termice superficiale interioare din tabelul II sunt valabile pentru suprafețele interioare obişnuite, netratate (cu un coeficient de emisie e = 0,9); valorile din tabel au fost determinate pentru o temperatură interioară evaluată la +20°C.

7.3.5. Valoarea rezistenței termice superficiale exterioare din tabelul II corespunde următoarelor condiții:

- suprafața exterioară netratată, cu un coeficient de emisie e=0,9;

- temperatura exterioară T_e=0°C

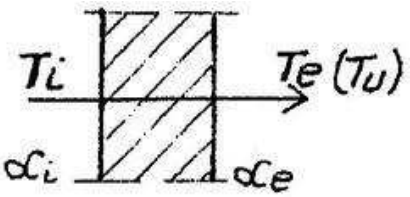
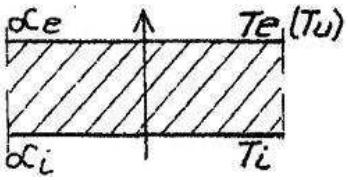
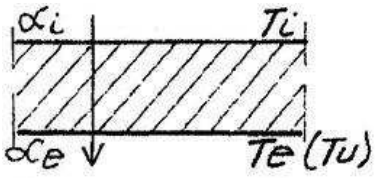
- viteza vântului adiacent suprafeței exterioare v = 4 m/s

În studii, pentru alte viteze ale vântului se poate considera orientativ:

v	R_{se}
[m/s]	[m^2K/W]
1	0,08
2	0,06
3	0,05
4	0,04
5	0,04
7	0,03
10	0,02

TABELUL II

COEFICIENȚI DE TRANSFER TERMIC SUPERFICIAL [W/(m^{2}K)I ŞI REZISTENȚE TERMICE SUPERFICIALE [m^{2}K/W]

DIRECȚIA ŞI SENSUL FLUXULUI TERMIC	Elemente de construcție în contact cu: • exteriorul • pasaje deschise (ganguri)		Elemente de construcție în contact cu spații ventilate neîncălzite: • subsoluri şi pivnițe • poduri • balcoane şi logii închise • rosturi închise • alte încăperi neîncălzite	
	α_i/R_{si}	α_e/R_{se}	α_i/R_{si}	α_e/R_{se}
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$ *)	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{24}{0,042}$ *)	$\frac{8}{0,125}$	$\frac{12}{0,084}$
	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{24}{0,042}$ *)	$\frac{6}{0,167}$	$\frac{12}{0,084}$

*) Pentru condiții de vară: α_e = 12 W/(m^{2}K), R_{se} = 0,084 m^{2}K/W

7.4. Rezistențele termice ale straturilor de aer

7.4.1. Rezistențele termice ale straturilor de aer neventilate (R_a) se iau din tabelul III, în funcție de direcția şi sensul fluxului termic şi de grosimea stratului de aer.

7.4.2. Valorile din tabel, din coloana "flux termic orizontal" sunt valabile şi pentru fluxuri termice înclinate cu cel mult 30° față de verticală, iar cele din coloanele "flux termic vertical" sunt valabile şi pentru fluxuri înclinate cu cel mult 30° față de orizontală.

7.4.3. Valorile din tabelul III sunt valabile pentru toate elementele de construcție, cu excepția geamurilor, pentru care se poate consulta anexa I.

7.4.4. Valorile din tabel sunt valabile în următoarele condiții:

- stratul de aer este mărginit de suprafețe paralele şi perpendiculare pe direcția fluxului termic, toate suprafețele fiind suprafețe obişnuite, netratate, cu un coeficient de emisie ridicat (e > 0,8);

- stratul de aer are grosimea (pe direcția fluxului termic) de cel mult 10% din oricare din celelalte două dimensiuni, şi nu mai mult de 0,3 m;

- nu are loc nici un schimb de aer, atât cu mediul interior, cât şi cu cel exterior.

7.4.5. Pentru modul în care se pot considera în calculele termotehnice straturile de aer în care există un oarecare grad de ventilare al spațiului de aer, deci o comunicare cu mediul exterior, se poate consulta anexa E.

TABELUL III

REZISTENȚELE TERMICE ALE STRATURILOR DE AER NEVENTILATE R_a [m^2K/W]

Grosimea stratului de aer (mm)	Direcția şi sensul fluxului termic		
	Orizontal	Vertical	
		ascendent	descendent
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,05	0,15
15	0,17	0,16	0,17
25	0,18	0,16	0,19
50	0,18	0,16	0,21
100	0,18	0,16	0,22
300	0,18	0,16	0,23

OBSERVAȚIE:

Pentru valori intermediare se interpolează liniar.

7.5. Rezistența termică specifică unidirecțională

7.5.1. Rezistența termică, specifică unidirecțională a unui element de construcție alcătuit din unul sau mai multe straturi din materiale omogene, fără punți termice, inclusiv din eventuale straturi de aer neventilat, dispuse perpendicular pe direcția fluxului termic, se calculează cu relația:

$$R = R_{si} + \sum R_s + \sum R_a + R_{se} \qquad \left[m^2K/W\right] \quad (5)$$

Relația (5) se utilizează şi pentru determinarea rezistenței termice specifice în câmp curent, a elementelor de construcție neomogene (cu punți termice).

În calculul unidirecțional, suprafețele izoterme se consideră că sunt paralele cu suprafața elementului de construcție.

7.5.2. La elementele de construcție cu straturi de grosime variabilă (de ex. La planşeele de la terase), rezistențele termice se pot determina pe baza grosimilor medii ale acestor straturi, aferente suprafețelor care se calculează.

În cazul în care conductivitatea termică a stratului cu grosime variabilă este redusă, pentru o mai mare exactitate se recomandă utilizarea prevederilor din anexa F.

7.5.3. Coeficientul de transfer termic unidirecțional se determină cu relația:

$$U = \frac{1}{R} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (6)$$

7.5.4. La elementele de construcție cu permeabilitate la aer ridicată, determinarea rezistenței termice specifice unidirecționale se va putea lua în considerație prevederile STAS 6472/7.

7.5.5. Dacă valorile R şi U reprezintă rezultate finale ale calculelor termotehnice, ele pot fi rotunjite la 3 cifre semnificative (2 zecimale).

7.6. Rezistența termică specifică corectată

7.6.1. Rezistența termică specifică corectată se determină la elementele de construcție cu alcătuire neomogenă; ea ține seama de influența punților termice asupra valorii rezistenței termice specifice determinate pe baza unui calcul unidirecțional în câmp curent, respectiv în zona cu alcătuirea predominantă.

7.6.2. Rezistenta termică specifică corectată R' şi respectiv coeficientul de transfer termic corectat U' se calculează cu relația generală:

$$U' = \frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{\sum(\psi \cdot l)}{A} + \frac{\sum \chi}{A} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (7)$$

în care:

R	rezistența termică specifică unidirecțională aferentă ariei A;
l	lungimea punților liniare de acelaşi fel, din cadrul suprafeței A.

Rezistența termică specifică corectată se mai poate exprima prin relația:

$$R' = r \cdot R \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (8)$$

în care r reprezintă coeficientul de reducere a rezistenței termice unidirecționale:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R \cdot \left[\sum(\psi \cdot l) + \sum \chi\right]}{A}} \qquad [-]$$

7.6.3. Coeficienții specifici liniari (ψ) si punctuali (χ) de transfer termic aduc o corecție a calculului unidirecțional, ținând seama atât de prezența punților termice constructive, cât şi de comportarea reală, bidimensională, respectiv tridimensională, a fluxului termic, în zonele de neomogenitate a elementelor de construcție.

Punțile termice punctuale rezultate la intersecția unor punți termice liniare, de regulă, se neglijează în calcule.

Coeficienții ψ şi χ nu diferă în funcție de zonele climatice; ei se determină pe baza calculului numeric automat al câmpurilor de temperaturi.

În cazurile în care aceşti coeficienți nu pot fi extraşi din tabele, ei se pot determina pe baza indicațiilor din anexa J.

Coeficienții ψ şi χ au valori pozitive sau negative şi ei se introduc în relațiile (7) şi (9) cu semnele lor algebrice.

Semnul (+) reprezintă o reducere a rezistenței termice corectate R' față de rezistența termică unidirecțională R; semnul (-) are o frecvență mai redusă şi semnifică o mărire a valorii R' față de valoarea R.

7.6.4. În anexa G se prezintă o clasificare a punților termice liniare şi punctuale precum şi o clasificare a tipurilor de coeficienți liniari de transfer termic ψ.

7.6.5. În tabelele 1 ... 73 se dau coeficienții ψ şi χ pentru o serie de detalii curent utilizate. Coeficienții liniari de transfer termic aferenți pereților exteriori din zona de intersecție cu placa pe sol se iau din tabelele 1 ... 10 din [1].

7.6.6. Pentru calcule la faze preliminare de proiectare, rezistența termică specifică corectată a elementelor de construcție neomogene, poate fi determinată cu metoda aproximativă din anexa H.

7.6.7. După finalizarea calculelor termotehnice, valorile R' şi U' pot fi rotunjite la trei cifre semnificative (2 zecimale).

7.7. Rezistenta termică specifica medic

7.7.1. Rezistența termică specifică medie a unui element de construcție se calculează cu relația:

$$R'_m = \frac{1}{U'_m} = \frac{\sum A_j}{\sum (A_j \cdot U'_j)} \qquad \left[m^2K/W\right] \tag{10}$$

în care:

U'_j coeficienții de transfer termic corectat [W/(m^{2}K)] aferenți suprafețelor A_j.

7.7.2. Rezistențele termice medii R'_m se pot calcula:

- pentru o încăpere având mai multe suprafețe pentru un acelaşi element de construcție, de exemplu o încăpere de colț;

- pentru un nivel al clădirii;

- pentru ansamblul unei clădiri.

În cazul rezistenței termice medii pe un nivel sau pe ansamblul clădirii, valorile A_j şi U'_j sunt aferente diferitelor încăperi j.

Valorile R'_m şi U'_m pe ansamblul unui nivel sau al unei clădiri se pot determina şi direct, cu relațiile (7), (8) şi (9), în care valorile A şi l, precum şi numărul de punți termice punctuale sunt cele corespunzătoare unui nivel sau unei clădiri în întregime.

7.7.3. Relația (10) este valabilă şi pentru determinarea rezistențelor termice specifice medii ale unor elemente de construcție alcătuite din două sau din mai multe zone cu alcătuire omogenă; în această situație în relația (10) în loc de U'_j se introduce coeficientul de transfer termic unidirecțional U_j, obținându-se rezistența termică specifică medie $R_m = 1/U_m$.

7.7.4. La planşeele de terasă, cu straturi în pantă, rezistența termică medie pe ansamblul terasei se poate determina:

- pe baza grosimii medii a betonului de pantă, în cazul în care betonul utilizat nu are caracteristici termoizolante;

- pe baza relațiilor de calcul din anexa F, în cazul în care pantele se realizează din materiale cu conductivități termice scăzute.

7.7.5. Rezistența termică specifică medie a mai multor sau a tuturor elementelor de construcție aferente unei încăperi, unui nivel sau întregii clădiri, se calculează cu relația (10) în care la numitor termenul $\sum (A_j \cdot U'_j)$ se înlocuieşte cu termenul $\sum (A_j \cdot U'_j \cdot \tau_j)$, în care τ_j este factorul de corecție a temperaturii exterioare, corespunzătoare suprafeței j.

Relația (10) astfel modificată este valabilă la calculul rezistenței termice medii a unui singur element de construcție care separă mediul interior de două sau mai multe medii exterioare, având temperaturi T_e şi T_u diferite.

7.8. Alte caracteristici termotehnice

7.8.1. Coeficientul de cuplaj termic (L) aferent unui element de construcție se calculează cu relația generală:

$$L_j = A_j \cdot U'_j = \frac{A_j}{R'_j} \qquad [W/K] \tag{11}$$

în care indicele j se poate referi la o suprafață a elementului de construcție, la o încăpere, la un nivel sau la ansamblul clădirii.

Pentru ansamblul mai multor elemente de construcție, valorile L se pot însuma.

7.8.2. Fluxul termic (Φ) aferent unui element de construcție se calculează cu relația generală:

$$\Phi = L_j \cdot \Delta T \qquad [W] \tag{12}$$

în care indicele j are aceeaşi semnificație ca la pct 7.8.1.

În cazul elementelor de construcție care separă spațiul interior încălzit de un spațiu neîncălzit, în locul valorii $\Delta T = T_i - T_e$ se utilizează diferența de temperatură ($T_i - T_u$) în care T_u reprezintă temperatura din spațiul neîncălzit, determinată pe baza unui calcul de bilanț termic, conform cap. 8.

Pentru ansamblul mai multor elemente de construcție, valorile Φ se pot însuma.

7.8.3. Coeficientul global de izolare termică (G), aferent unei clădiri în ansamblu, se calculează cu relația generală:

$$G = \frac{\sum(L_j \cdot \tau_j)}{V} + 0{,}34 \cdot n \qquad [W/(m^3K)] \tag{13}$$

în care:

T_j	factorul de corecție a temperaturii exterioare, aferent suprafeței j a elementului de construcție sau încăperii j;
V	volumul interior al clădirii [m^3];
n	viteza de ventilare naturală a spațiului interior al clădirii, respectiv numărul mediu al schimburilor de aer pe oră aferent tuturor încăperilor încălzite şi neîncălzite din cadrul volumului interior [h^{-1}].

Calculul coeficientului global de izolare termică este tratat în detaliu în normativele [1] şi [2].

[top]

8. DETERMINAREA TEMPERATURILOR DINTR - UN SPAȚIU NEÎNCĂLZIT.

8.1. Pentru determinarea temperaturii convenționale de calcul dintr-un spațiu neîncălzit, se face un calcul de bilanț termic, utilizându-se relația generală:

$$T_u = \frac{\sum(T_j \cdot L_j) + 0,34 \cdot V \cdot \sum(n \cdot T_j)}{\sum L_j + 0,34 \cdot V \cdot \sum n} \quad [°C] \qquad (14)$$

în care:

L_j coeficienții de cuplaj termic aferenți tuturor elementelor de construcție orizontale şi verticale care delimiteza spațiul neîncălzit de mediile adiacente: aer exterior sau încăperi încălzite [W/K];

T_j temperaturile convenționale de calcul ale mediilor adiacente: $T_e$sau Ti [°C];

V volumul interior al spațiului neîncălzit [m^3];

n viteza de ventilare naturală a spațiului neîncălzit, respectiv numărul de schimburi de aer [h^{-1}].

8.2. Pentru utilizarea corectă a relației (14), se fac următoarele precizări:

- la determinarea valorilor L_j aferente elementelor de construcție interioare se pot utiliza rezistențele termice specifice unidirecționale (R);

- dacă încăperea neîncălzită este prevăzută cu uşi, ferestre, luminatoare ş.a., în relația de calcul se introduc şi aceste elemente de construcție;

- temperaturile T_j se introduc în relația de calcul cu valorile lor algebrice.

8.3. Viteza de ventilare a spațiului neîncălzit, respectiv rata schimburilor convenționale de aer, se stabileşte în funcție de existența uşilor şi a ferestrelor, de existența unor eventuale goluri sau orificii de ventilare, precum şi în funcție de gradul de etanşeitate a elementelor de construcție perimetrale.

Pentru numărul de schimburi de aer pe oră între spațiul neîncălzit şi spațiul încălzit, precum şi între spațiul neîncălzit şi mediul exterior, se pot utiliza valorile orientative din tabelul IV.

Valorile n se vor stabili şi în funcție de necesitățile de aerisire a încăperii neîncălzite, în funcție de destinația acesteia (de exemplu cerințe mai mari de ventilare la cămările de alimente de la locuințe, etc).

TABELUL IV

RATA SCHIMBURILOR CONVENȚIONALE DE AER

Nr. crt.	Tipul de etanşare la aer	n (h^{-1})
Între spațiul neîncălzit (u) şi încălzit (i)		
1	Pereți şi planşee tară goluri, uşi sau ferestre	0
2	Ca la 1), dar cu uşi sau ferestre etanşe	0,2

3	Ca la 1), dar cu uşi sau ferestre obişnuite	0,5
Între spațiul neîncălzit (u) şi exterior (e)		
4	Elemente de construcție fără goluri sau orificii de ventilare	0
5	Elemente de construcție cu goluri închise, dar fără orificii de ventilare	0,5
6	Ca la 5), dar cu mici orificii de ventilare	1,0
7	Elemente de construcție cu etanşeitate redusă	5,0
8	Elemente de construcție evident neetanşe	10,0

8.4. Spațiile neîncălzite pentru care se face calculul cu relația (14) pot fi:

- încăperi interioare de dimensiuni reduse şi înconjurate în mare parte de încăperi încălzite (cămări, debarale, vestibuluri, windfanguri neîncălzite, degajamente ş.a.);

- spații de dimensiuni mai mari, interioare sau adiacente clădirii (casa scării neîncălzită, garaje, ş.a.);

- rosturi închise;

- poduri sau etaje tehnice neîncălzite.

Temperaturile în subsolurile neîncălzite se determină în conformitate cu prevederile din [1].

8.5. În situația în care două spații neîncălzite sunt adiacente, temperaturile T_n se pot determina, fie cu relația (14) prin încercări succesive, fie pe baza unui calcul de bilanț termic, rezolvând un sistem de două ecuații cu două necunoscute.

[top]

9. DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE ALE SUPRAFEȚELOR VITRATE

9.1. Rezistența termică a tâmplăriei exterioare (ferestre şi uşi vitrate) din lemn, a luminatoarelor şi a pereților exteriori vitrați se consideră conform tabelului V.

9.2. Pentru alte tipuri de elemente de construcție vitrate, necuprinse în tabelul V, rezistențele termice specifice vor fi determinate prin încercări de către un institut de specialitate.

9.3. Tâmplăriile exterioare cu tocuri şi cercevele din mase plastice sau din aluminiu, produse de firme din țară sau produse în țară pe baza unor licențe străine, sau importate, nu vor fi utilizate decât după atestarea caracteristicilor lor termotehnice de către un institut de specialitate.

9.4. Nu se recomandă utilizarea tâmplăriilor din aluminiu la care nu se realizează ruperea punților termice pe o adâncime de cel puțin 12 mm.

9.5. Pentru tâmplăriile metalice simple, realizate din profile din oțel se vor considera următoarele rezistențe termice:

- cu o foaie de geam simplu R' = 0,17 m^2K/W

- cu un geam termoizolant R' = 0,28 m^2K/W

9.6. Pentru calcule în fazele preliminare de proiectare, rezistențele termice ale tuturor tipurilor de tâmplarii se pot determina pe baza prevederilor din anexa I.

9.7. Pentru uşile interioare, opace sau vitrate, rezistențele termice pot fi determinate prin calcul, în funcție de materialele utilizate la tocuri şi foi, de alcătuirea şi de grosimea acestora şi de valorile R_{si} şi R_{se}, corespunzătoare poziției uşilor. Calculele se vor efectua pe baza indicațiilor din anexa I.

TABELULV

REZISTENȚE TERMICE SPECIFICE PENTRU ELEMENTE DE CONSTRUCȚIE VITRATE

ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE VITRAT	R' [m^2K/W]
TAMPLĂRIE EXTERIOARĂ DIN LEMN	
- simplă, cu o foaie de geam	0,19
- simplă, cu un geam termoizolant	0,33
- simplă, cu două foi de geam la distanță de 2...4 cm	0,31
- simplă, cu o foaie de geam şi un geam termoizolant la distanță de 2 ... 4cm	0,44
- cuplată, cu două foi de geam la distantă de 2 ... 4 cm	0,39
- cuplată, cu o foaie de geam şi un geam termoizolant la distanță de 2 ... 4cm	0,51
- dublă, cu două foi de geam la distanță de 8... 12 cm	0,43
- dublă, cu o foaie de geam şi un geam termoizolant la distanță de 8 ... 12cm	0,55
- triplă, cu trei foi de geam	0,57
- triplă, cu două foi de geam şi un geam termoizolant	0,69
LUMINATOARE	
- cu o foaie de geam	0,18
- cu un geam termoizolant	0,29

- cu două foi de geam la distanța de 1 ... 3 cm	0,27
- din plăci PAS	
- simple	0,18
- duble	0,34
PEREȚI EXTERIORI VITRAȚI	
- geam profilit tip U, montat simplu	0,17
- geam profilit tip U, montat dublu	0,27
- geam profilit tubular	0,30
- plăci PAS, montate simplu	0,18
- plăci presate din sticlă, tip S (Nevadă):	
- pereți simpli	0,22
- pereți dubli	0,42
- cărămizi presate din sticlă cu goluri, de 80 mm grosime	0,31
- vitrine cu rame metalice, cu o foaie de geam	0,18

[top]

10. DETERMINAREA TEMPERATURILOR PE SUPRAFAȚA INTERIOARĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

10.1. Temperatura pe suprafața interioară a elementelor de construcție fără punți termice (sau în câmpul curent al elementelor de construcție cu punți termice) se determină cu relația:

$$T_{si} = T_i - \frac{\Delta T}{\alpha_i \cdot R} \ [°C] \quad (15)$$

La elementele de construcție adiacente spațiilor neîncălzite în locul valorii $\Delta T = T_i - T_e$, în relația de calcul (15), se introduce diferența de temperatură $(T_j - T_u)$.

10.2. În zona punților termice, temperaturile T_{si} se determină printr-un calcul automat al câmpului de temperaturi. Calculul câmpurilor de temperaturi se face pe baza precizărilor din anexa J.

În mod curent, pentru determinarea temperaturilor minime $T_{si\ min}$ este suficient a se face calculul câmpului plan, bidimensional, de temperaturi.

10.3. Pentru cazurile şi detaliile curente, temperaturile superficiale minime $T_{si\ min}$, se dau în tabelele 1 ... 73.

Valorile din tabele sunt valabile pentru zona II climatică şi pentru o temperatură interioară T_i = +20°C.

Pentru alte condiții de temperatură (T'_e şi T'_i), temperatura minimă ($T'_{si\ min}$) se poate determina cu relația:

$$T'_{simin} = T'_i - \frac{T'_i - T'_e}{T_i - T_e}\left(T_i - T_{simin}\right) \qquad [°C] \tag{16}$$

în care:

T_i = +20°C

T_e = -15°C

$T_i - T_e$ = 35 K

10.4. La colțurile ieşinde de la intersecția a doi pereți exteriori cu un planşeu (la tavan sau la pardoseală), temperatura minimă se poate determina numai pe baza unui calcul automat al câmpului spațial, tridimensional, de temperaturi.

În cazul în care nu se face un astfel de calcul, se poate considera valoarea:

$$T_{sicolț} = 1.3T_{simin} - 0.3T_i \qquad [°C] \tag{17}$$

în care:

$T_{si\ min}$ temperatura superficială minimă, determinată pe baza câmpului plan de temperaturi.

10.5. Temperatura superficială medie, aferentă unui element de construcție, se poate determina cu relația:

$$T_{sim} = T_i - \frac{\Delta T}{\alpha_i \cdot R'} \qquad [°C] \tag{18}$$

în care:

R' rezistența termică specifică corectată, determinată conform cap. 7, aferentă, după necesități, fie unei încăperi, fie ansamblului clădirii.

10.6. Pe baza temperaturii superficiale minime $T_{s\ min}$ se poate calcula valoarea maximă a raportului ecartului de temperatură superficială, cu relația:

$$\zeta_{max} = \frac{T_i - T_{min}}{\Delta T} \qquad [-] \tag{19}$$

Pe baza temperaturii superficiale medii $T_{si\ m}$, se poate determina valoarea medie a raportului ecartului de temperatură superficială, folosind relația:

$$\zeta_m = \frac{T_i - T_{sim}}{\Delta T} = \frac{R_{si}}{R'} \quad [-] \quad (20)$$

10.7. La elementele de construcție adiacente spațiilor neîncălzite, în locul valorii ΔT din relațiile (18), (19), (20), se introduce diferența de temperatură $(T_i - T_u)$.

10.8. Prin efectuarea unui calcul numeric automat al câmpului plan de temperaturi (2D) conform indicațiilor din anexa J, se poate face o reprezentare grafică a variației temperaturilor T_{si}.

[top]

11. COMPORTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE LA DIFUZIA VAPORILOR DE APĂ

11.1. Se are în vedere verificarea comportării elementelor de construcție la difuzia vaporilor de

11.2. Calculele se fac in ipoteza că elementul de construcție este alcătuit din straturi omogene perpendiculare pe fluxul termic.

În această ipoteză se pot determina următoarele temperaturi:

- pe suprafața interioară a elementului de construcție, pe baza relației (15);

- pe suprafața exterioară a elementului de construcție:

$$T_{se} = T_e + \frac{\Delta T}{\alpha_e \cdot R} \quad [°C] \quad (21)$$

- într-un plan n din interiorul elementului de construcție, cu una din relațiile:

$$T_n = T_i - \frac{\Delta T}{R}\left(R_{si} + \sum R_{sj}\right) \quad [°C] \quad (22)$$

sau

$$T_n = T_e + \frac{\Delta T}{R}\left(R_{se} + \sum R_{sj}\right) \quad [°C] \quad (23)$$

în care:

$\sum R_{sj}$ suma rezistențelor termice ale straturilor amplasate între suprafața interioară - relația (22), respectiv exterioară - relația (23), şi planul n.

11.3. Temperaturile din interiorul elementelor de construcție neomogene se pot determina printr-un calcul numeric automat al câmpului bidimensional de temperaturi.

Pe baza temperaturilor astfel determinate, se pot reprezenta grafic curbele izoterme din interiorul elementelor de construcție.

[top]

12. STABILITATEA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

12.1. Se are în vedere determinarea stabilității termice a elementelor de construcție perimetrale ale clădirilor.

12.2. Elementele de construcție care se verifică la exigența de stabilitate termică sunt următoarele:

- partea opacă a pereților exteriori supraterani ai încăperilor încălzite;

- planşeele de peste ultimul nivel încălzit, de sub terase şi poduri.

12.3. Indicele inerției termice D a unui element de construcție plan, alcătuit din mai multe straturi dispuse perpendicular pe fluxul termic, se calculează cu relația:

$$D = \sum R_s \cdot s \quad [-] \tag{24}$$

în care:

s	coeficientul de asimilare termică, pentru perioada oscilațiilor densității fluxului termic de 24 ore.

12.4. Coeficienții de asimilare s se iau din anexa A. Pentru materiale necuprinse în anexa A, coeficientul de asimilare termică se calculează cu relația:

$$s = 8{,}5 \cdot 10^{-3} \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \tag{25}$$

în care:

c	capacitatea calorică masică la presiune constantă [J/(kgK)] conform anexei A;
ρ	densitatea aparentă a materialului [kg/m^3].

12.5. În cazul elementelor de construcție neomogene, indicele inerției termice se calculează cu relația:

$$D = \frac{\sum(A_j \cdot D_j)}{\sum A_j} \qquad [-] \tag{26}$$

în care:

A_j	ariile zonelor distincte de pe suprafața elementului de construcție [m^2];
D_j	indicii inerției termice corespunzători zonelor cu arii A_j.

[top]

13. REZISTENȚE TERMICE NORMATE

13.1. Rezistența termică, necesară din considerente igienico-sanitare, se calculează cu relația:

$$R'_{nec} = \frac{\Delta T}{\alpha_i \cdot \Delta T_{imax}} \qquad \left[m^2K/W\right] \tag{27}$$

în care:

$\Delta T_{i\,max}$	diferența maximă de temperatură, admisă între temperatura interioară şi temperatura medie a suprafeței interioare $\Delta T_{i\,max} = T_i - T_{sim}$

Valorile $\Delta T_{i\,max}$ se dau în tabelul VI, în funcție de destinația clădirii şi de tipul elementului de construcție.

La elementele de construcție care separă încăperea considerată de un spațiu neîncălzit, în loc de valoarea $\Delta T = T_i - T_e$, în relația (27) se introduce diferența de temperatură ($T_i - T_u$), în care T_u reprezintă temperatura în spațiul neîncălzit, determinată pe baza unui calcul de bilanț termic. La elementele de construcție care separă încăperea considerată de un spațiu mai puțin încălzit, în loc de valoarea ΔT, în relația (27) se introduce diferența dintre cele două temperaturi interioare convenționale de calcul, având valori conform [3]. Relația (27) nu se aplică la suprafețele vitrate.

13.2. Rezistențele termice specifice corectate R' ale tuturor elementelor de construcție ale clădirilor, calculate pentru fiecare încăpere în parte, trebuie să fie mai mari decât rezistențele termice necesare:

$$R' \geq R'_{nec} \qquad \left[m^2K/W\right] \tag{28}$$

13.3. Condiția (28) se aplică şi la elementele de construcție adiacente rosturilor închise, izolate față de mediul exterior, la verificarea termotehnică a elementelor de construcție interioare, spre încăperile neîncălzite sau mai puțin încălzite, precum şi la clădirile încălzite cu sobe.

13.4. La elementele de construcție ale încăperilor în care staționarea oamenilor este de scurtă durată (de exemplu casa scării, holurile de intrare în clădirile de locuit, ş.a.) valorile $\Delta T_{i\,max}$ din tabelul VI se măresc cu 1 K.

13.5. Pentru destinații şi funcțiuni specifice, valorile normate T_i şi ΔT_{imax} , pot şi trebuie să fie stabilite de proiectant, chiar dacă ele diferă de valorile T; din [3] şi de valorile $\Delta T_{i\,max}$ din tabelul VI.

13.6. Pentru încăperile clădirilor de producție cu degajări importante de căldură, valoarea $\Delta T_{i\,max}$ nu se normează, dacă este îndeplinită una din următoarele condiții:

- degajările de căldură depăşesc cu cel puțin 50 % necesarul de căldură de calcul;

- densitatea fluxului termic degajat este de cel puțin 23 W/m^2 de element de construcție;

- suprafața interioară a elementului de construcție este supusă unui flux radiant permanent sau este spălată de aer uscat şi cald.

13.7. Rezistențele termice specifice ale elementelor de construcție vitrate trebuie să fie mai mari decât valorile R'_{nec} din tabelul VII.

13.8. Pentru elementele de construcție uşoare - cu excepția suprafețelor vitrate - sunt valabile valorile R'_{nec} de mai jos, prin care se urmăreşte a se compensa inerția (exprimată prin greutate) redusă, prin rezistențe termice specifice sporite:

pentru 20 kg/m^2	R'_{nec} = 2,50 m^2K/W
pentru 50 kg/m^2	R'_{nec} = 2,00 m^2K/W
pentru 100 kg/m^2	R'_{nec} = 1,80 m^2K/W
pentru 150 kg/m^2	R'_{nec} = 1,60 m^2K/W

13.9. În scopul reducerii consumului de energie în exploatare, rezistența termică corectată, medie pe clădire, a fiecărui element de construcție, poate fi comparată cu rezistentele termice minime prescrise de actele normative în vigoare. Trebuie să fie îndeplinită condiția:

$$R'_m \geq R'_{min} \quad \left[m^2K/W\right] \tag{29}$$

TABELUL IV

VALORI NORMATE $\Delta T_{i\,max}$

Grupa clădirii	Destinația clădirii	φ_i (%)	$\Delta T_{i\,max}$ [K]		
			Pereți	Tavane	Pardoseli
I	• Clădiri de locuit, cămine, internate	60	4,0	3,0	2,0

	• Spitale, policlinici, ş. a. • Creşe, grădinţe • Şcoli, licee, ş.a.				
II	• Alte clădiri social - culturale, cu regim normal de umiditate	50	4,5	3,5	2,5
III	• Clădiri sociale cu regim ridicat de umiditate • Clădiri de producţie cu regim normal de umiditate	60	6,0	4,5	3,0
Grupa clădirii	Destinaţia clădirii	φ_i (%)	$\Delta T_{i\,max}$ [K]		
			Pereţi	Tavane	Pardoseli
IV	• Clădiri de producţie cu regim ridicat de umiditate *)	≤ 75	ΔT_r	$0,8 \cdot \Delta T_r$	3,5

*) $\Delta T_r = T_i - \theta_r$

TABELUL VII

REZISTENŢE TERMICE SPECIFICE NECESARE PENTRU ELEMENTELE DE CONSTRUCŢIE VITRATE

Grupa clădirii	R'_{nec} [m^2K/W]		
	Tâmplărie exterioară	Luminatoare	Pereţi exteriori vitraţi
I	0,39	0,32	0,32
II	0,32	0,29	0,29
III	0,29	0,26	0,26
IV	0,26	0,23	0,23

OBSERVAŢII:

1) La casa scării şi la alte spaţii de circulaţie, indiferent de grupa clădirii, se admite $R'_{nec} = 0,26\ m^2K/W$

2) La vitrine se admite R'_{nec} = 0,22 m^2K/W

[top]

14. TEMPERATURI SUPERFICIALE NORMATE

14.1. Temperaturile de pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție, atât în câmp curent, cât şi în dreptul tuturor punților termice, trebuie să fie mai mari decât temperatura punctului de rouă θ_r:

$$T_{si}(T_{simin}, T_{sicolt}) \geq \theta_r \quad [°C] \quad (30)$$

14.2. Temperatura punctului de rouă se poate determina din anexa B, în funcție de temperatura interioară convențională de calcul T_j şi de umiditatea relativă a aerului interior φ_i, considerată conform tabelului VI.

Pentru destinații şi funcțiuni specifice, valorile φ_i pot şi trebuie să fie stabilite de proiectant, chiar dacă ele diferă de valorile φ_i din tabelul VI.

14.3. Pentru alte valori T_i şi φ_i decât cele din anexa B, temperatura punctului de rouă poate fi determinată, aproximativ, prin interpolare liniară. Mai exact, temperatura punctului de rouă se calculează astfel:

- se determină presiunea parțială a vaporilor de apă la interior, cu relația:

$$p_{vi} = \frac{p_s \cdot \varphi_i}{100} \quad [Pa] \quad (30)$$

în care:

p_s	presiunea de saturație corespunzătoare temperaturii aerului interior, conform anexei C - în pascali;
t_{pi}	umiditatea relativă a aerului umed interior, în procente.

- din anexa C se determină temperatura pentru care presiunea parțială a vaporilor de apă, calculată cu relația (31), devine presiune de saturație; această valoare a temperaturii este temperatura punctului de rouă θ_r.

14.4. Cu ajutorul temperaturilor superficiale medii determinate cu relația (18) se pot calcula şi verifica indicii globali de confort termic PMV şi PPD, precum şi indicatorii specifici disconfortului local: temperatura suprafeței pardoselii, variația pe verticală a temperaturii aerului şi asimetria temperaturii radiante, în conformitate cu [10].

[top]

ANEXA A

CARACTERISTICILE TERMOTEHNICE ALE MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE

Nr. crt.	Denumirea materialului	Densitatea aparentă ρ [kg/m^3]	Conductivitatea termică de calcul λ [W/(mK)]	Coeficientul de asimilare termică s [W/(m^{2}K)]	Factorul rezistenței la permeabilitate la vapori 1/KD
0	1	2	3	4	5
I Produse pe bază de azbest Capacitate calorică masică c=840 J/(kgK)					
1	Plăci şi foi de azbociment	1900	0,35	6,35	24,3
2	Plăci termoizolante de azbest	500	0,13	1,99	1,6
		300	0,09	1,28	1,6
II Materiale asfaltice şi bituminoase Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
3	Mortar asfaltic	1800	0,75	9,05	85,0
4	Beton asfaltic	2100	1,04	11,51	85,0
5	Bitum	1100	0,17	3,37	*)
III Betoane Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
6	Beton armat	2600	2,03	17,90	24,3
		2500	1,74	16,25	21,3
		2400	1,62	15,36	21,3
7	Beton simplu cu agregate naturale de natură sedimentară sau amorfă (pietriş, tuf calcaros, diatomit)	2400	1,62	15,36	21,3
		2200	1,39	13,62	14,9
		2000	1,16	11,86	12,1
		1800	0,93	10,08	8,5
		1600	0,75	8,53	7,1

		1400	0,58	7,02	4,7
		1200	0,46	5,79	4,3
		1000	0,37	4,74	3,9
8	Beton cu zgură de cazan	1800	0,87	9,75	8,5
		1600	0,75	8,53	7,7
		1400	0,64	7,37	7,1
		1200	0,52	6,15	6,1
		1000	0,41	4,99	4,7
9	Beton cu zgură granulată	1800	0,64	8,36	7,7
		1600	0,58	7,50	7,1
		1400	0,52	6,65	6,6
		1200	0,46	5,79	6,1
10	Beton cu zgură expandată	1600	0,58	7,50	7,1
		1400	0,46	6,25	6,5
		1200	0,41	5,46	6,0
11	Beton cu perlit	1200	0,41	5,46	4,3
		1000	0,33	4,47	3,4
		800	0,26	3,55	2,4
		600	0,17	2,49	2,1
12	Beton cu granulit	1800	0,81	9,41	7,1
		1700	0,76	8,85	7,0
		1600	0,70	8,24	6,9
		1500	0,64	7,63	6,8
		1400	0,58	7,02	6,5
		1200	0,46	5,79	6,1
		1000	0,35	4,61	4,7

		800	0,29	3,75	3,4
		600	0,23	2,89	2,4
		400	0,17	2,03	1,9
13	Beton celular autoclavizat (gazbeton): - tip GBC - 50 - tip GBN - 50 - tip GBN - 35 - tip GBN - T; GBC - T				
		700	0,28	3,57	4,2
		700	0,27	3,39	4,2
		600	0,24	2,96	3,7
		550	0,22	2,71	3,5
14	Produse rigide spumate din cenuşă de termocentrală liată cu ciment				
		500	0,20	2,46	3,1
		400	0,16	1,97	2,6
IV Mortare Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
15	Mortar de ciment	1800	0,93	10,08	7,1
16	Mortar de ciment şi var	1700	0,87	9,47	8,5
17	Mortar de var	1600	0,70	8,24	5,3
18	Mortar de zgură cu ciment	1400	0,64	7,37	5,7
		1200	0,52	6,15	4,7
0	1	2	3	4	5
V Vată minerală şi produse din vată minerală Capacitate calorică masică c = 750J/(kgK)					
19	Vată minerală: - tip 60 - tip 70	60	0,042	0,37	1,1
		70	0,045	0,41	1,1
20	Saltele din vată minerală - tip SCI 60, SCO 60, SPS 60 - TIP SPS 70	100 .. 130	0,040	0,50	1,3
		120 .. 150	0,045	0,59	1,3

21	Pâslă minerală:				
	- tip P 40	40	0,043	0,31	1,1
	- tip P 60	60	0,040	0,36	1,6
	- tip P 90	90	0,040	0,44	2,0
22	Plăci de vată minerală:				
	- tip G 100	100	0,048	0,51	2,1
	- tip G 140	140	0,040	0,55	2,4
	- tip AP 140	120 .. 140	0,044	0,56	2,4
23	Plăci rigide din fibre de bazalt tip PB 160	160	0,050	0,66	2,5
VI Sticlă şi produse pe bază de sticlă Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
24	Sticlă	2500	0,75	10,67	∞
25	Sticlă spongioasă	400	0,14	1,84	28,3
		300	0,12	1,48	28,3
		140	0,075	0,80	28,3
26	Vată de sticlă:				
	- cal. I	80	0,036	0,42	1,1
	- cal. II	100	0,041	0,50	1,2
VII Produse pe bază de ipsos, perlit, diatomit Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
27	Plăci de ipsos	1100	0,41	5,23	6,1
		1000	0,37	4,47	6,5
28	Plăci de ipsos cu umplutură organică	700	0,23	3,13	3,4
29	Ipsos celular	500	0,18	2,34	1,7

30	Şapă de ipsos	1600	1,03	10,00	11,2
31	Produse termoizolante din diatomit	600	0,22	2,83	-
		500	0,19	2,40	-
32	Plăci termoizolante din perlit liate cu ciment	270	0,16	162	1,9
VIII Pământuri şi umpluturi Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
33	Pământ vegetal în stare umedă	1800	1,16	11,28	-
34	Umplutură din nisip	1600	0,58	7,50	3,9
35	Umplutură din pietriş	1800	0,70	8,74	2,4
IX Lemn şi produse din lemn Capacitate calorică masică c = 2510 J/(kgK)					
36	Pin şi brad				
	- perpendicular pe fibre	550	0,17	4,12	10,4
	- în lungul fibrelor	550	0,35	5,91	2,0
37	Stejar şi fag				
	- perpendicular pe fibre	800	0,23	5,78	11,3
	- în lungul fibrelor	800	0,41	7,71	2,1
38	Placaj încleiat	600	0,17	4,30	28,3
39	Rumeguş	250	0,09	2,02	2,4
40	Plăci termoizolante din talaş, tip STABILIT	400	0,14	3,19	2,4
		300	0,13	2,66	2,1
41	Beton cu agregate vegetale (talaş, rumeguş, puzderie)	800	0,21	5,52	5,3
		600	0,16	4,17	5,0
42	Plăci termoizolante din coajă de răşinoase				
		750	0,216	5,42	5,3

	- tip PACOSIB	350	0,125	2,82	2,4
	- tip IZOTER	270	0,116	2,38	2,1
43	Plăci din fibre de lemn, tip PFL (plăci moi)				
	- plăci S	220 .. 350	0,084	2,08	2,7
	- plăci B şi BA	230 .. 400	0,094	2,32	3,7
44	Plăci aglomerate fibrolemnoase, tip PAF	300	0,084	2,14	2,7
45	Plăci din aşchii de lemn, tip PAL:				
	- termoizolante	350	0,101	2,53	2,8
	- stratificate	650	0,204	1,90	7,1
		550	0,180	4,24	4,3
	- omogene pline	700	0,264	5,79	8,5
		600	0,216	4,85	7,1
		500	0,168	3,90	3,4
	- omogene cu goluri	450	0,156	3,57	2,8
X Produse termoizolante fibroasă de natură organică Capacitate calorică masică c = 1670 J/(kgK)					
46	Plăci aglomerate din puzderie, tip PAP	300	0,101	1,91	3,5
		200	0,086	1,44	3,0
47	Stufit				
	- presat manual	250	0,09	1,65	1,3
	- presat cu maşina	400	0,14	2,60	1,4
48	Plăci din paie	250	0,14	2,05	1,4
		120	0,05	0,85	1,3
49	Saltele din deşeuri textile sintetice, tip vată de tapițerie	100	0,045	0,74	1,1

XI Umpluturi termoizolante Capacitate calorică masică c = 840 J/(kgK)					
50	Zgură de cazan	1000	0,35	4,61	3,3
		700	0,26	3,32	2,9
51	Zgură granulată, zgură expandată	1100	0,36	4,90	3,4
		900	0,31	4,11	3,1
		500	0,19	2,40	2,7
52	Cenuşă şi zgură de termocentrală	650	0,29	3,38	3,0
53	Granulit	900	0,49	5,17	3,0
		500	0,25	2,75	2,1
		300	0,18	1,81	1,7
54	Perlit	200	0,088	1,03	1,7
		100	0,083	0,71	0,9
55	Diatomit	700	0,25	3,26	-
		500	0,20	2,46	-
XII Pietre naturale şi zidărie din piatră naturală Capacitate calorică masică c = 920 J/(kgK)					
56	Scorie bazaltică	1000	0,26	4,16	-
57	Marmură, granit, bazalt	2800	3,48	25,45	56,7
58	Gresie şi cuarțite	2400	2,03	17,99	17,0
59	Pietre calcaroase	2000	1,16	12,42	10,6
		1700	0,93	10,25	8,5
60	Tuf calcaros	1300	0,52	6,70	4,3
61	Zidărie din pietre de formă regulată, cu densitate aparentă a pietrei de:				
	- 2800 kg/m^3	2680	3,19	23,89	30,4

	- 2000 kg/m^3	1960	1,13	12,13	9,9
	- 1200 kg/m^3	1260	0,51	6,54	4,9
62	Zidărie din pietre de formă neregulată, cu densitatea aparentă a pietrei de:				
	- 2800 kg/m^3	2420	2,55	20,30	15,5
	- 2000 kg/m^3	1900	1,06	11,57	8,7
	- 1200 kg/m^3	1380	0,60	7,42	5,3
XIII Zidărie din cărămizi, blocuri mici şi produse din beton celular autoclavizat Capacitate calorică masică c = 870 J/(kgK)					
63	Zidărie din cărămizi pline	1800	0,80	9,51	6,1
64	Zidărie din cărămizi cu găuri verticale, tip GVP, cu densitatea aparentă a cărămizilor de:				
	- 1675 kg/m^3	1700	0,75	8,95	5,3
	- 1475 kg/m^3	1550	0,70	8,26	5,0
	- 1325 kg/m^3	1450	0,64	7,64	4,7
	- 1200 kg/m^3	1350	0,58	7,02	4,5
	- 1075 kg/m^3	1250	0,55	6,57	4,3
	- 950 kg/m^3	1150	0,46	5,77	4,1
65	Zidărie din cărămizi de diatomit cu densitatea aparentă a cărămizilor de 1000 kg/m^3	1200	0,52	6,26	3,4
66	Zidărie din blocuri mici pline din beton cu agregate uşoare, cu densitatea aparentă a blocurilor de:				
	- 2000 kg/m^3	1980	1,16	12,02	10,6
	- 1800 kg/m^3	1800	0,93	10,26	8,5

66	- 1600 kg/m^3	1620	0,75	8,72	7,1
	- 1400 kg/m^3	1440	0,61	7,43	4,7
	- 1200 kg/m^3	1260	0,50	6,29	4,3
	- 1000 kg/m^3	1080	0,42	5,34	3,9
67	Zidărie din blorcuri de beton celular autoclavizat:				
	- cu rosturi subțiri				
	- tip GBN 35	675	0,27	3,38	3,8
	- tip GBN 30	775	0,30	3,82	4,3
	- cu rosturi obişnuite				
	- tip GBN 35	725	0,30	3,70	3,9
	-tip GBN 50	825	0,34	4,20	4,4
68	Fâşii armate din beton celular autoclavizat				
	- tip GBN 35	625	0,25	3,13	3,7
	- tip GBN 50	725	0,28	3,57	4,2
XIV Metale Capacitate calorică masică c = 870 J/(kgK)					
69	Oțel de construcții	7850	58	125,11	∞
70	Fontă	7200	50	111,7	∞
71	Aluminiu	2600	220	140,8	∞
XV Materiale în suluri Capacitate calorică masică c = 1460 J/(kgK)					
75	Covor PVC				
	- fără suport textil	1800	0,38	8,49	425
		1600	0,33	7,46	425
	- cu suport textil	1600	0,29	7,00	425

		1400	0,23	5,83	425
76	Pânză bitumată, carton bitumat, etc.	600	0,17	3,28	*)

*) Valoarea este conform STAS 6472/4 – 89

OBSERVAȚII:

1. Conductivitățile termice de calcul din anexa A sunt date la condițiile unui regim normal de umiditate a materialelor în timpul exploatării, conform prevederilor din STAS 6472/4-89-

2. Alte materiale decât cele din anexa A pot fi utilizate în elemente de construcție numai cu avizul unui institut de specialitate.

3. Pentru materialele care nu sunt cuprinse în anexa A, conductivitatea termică se poate determina experimental, conform STAS 5912-89 (pentru materialul în stare uscată), conductivitatea fiind raportată la temperatura medie de 0℃.

Conductivitățile termice de calcul λ se obțin prin majoritatea valorilor determinate experimental λ_0 după cum urmează:

- betoane uşoare având:	
$\lambda_0 \leq 0,16$ W/(mK)	60%
$\lambda_0 = 0,17 ... 0,23$ W/(mK)	35%
$\lambda_0 = 0,24 ... 0,30$ W/(mK)	30%
$\lambda_0 = 0,31 ... 0,46$ W/(mK)	25%
$\lambda_0 = 0,47 ... 0,58$ W/(mK)	20%
- produse din vată minerală	10%
- produse din lemn	20%
- produse fibroase de natură organică	20%
- masă ceramică	20%
- polimeri şi spume din polimeri	
- cu pori închişi	10%
- cu pori deschişi	20%

4. Densitatea aparentă dată în anexa A, se referă la materialele în stare uscată până la masă constantă.

5. Pentru materiale cuprinse în anexa A, dar având alte densități aparente, conductivitatea termică de calcul se poate determina prin interpolare.

6. Pentru materialele şi densitățile aparente necuprinse în anexa A, coeficientul de asimilare termică s se calculează conform pct. 12.4 din prezentul normativ.

7. Pentru materialele care nu au valori $1/K_D$ în anexa A, precum şi pentru alte materiale necuprinse în anexa A, factorul rezistenței la permeabilitate la vapori se va determina pe cale experimentală de către un institut de specialitate.

8. Pentru materiale sub formă de vopsele, pelicule sau folii, valorile $1/K_D$ se dau în STAS 6472/4-89.

[top]

ANEXA B

TEMPERATURA PUNCTULUI DE ROUĂ (θ_r) PENTRU DIFERITE TEMPERATURI ŞI UMIDITĂȚI RELATIVE ALE AERULUI INTERIOR

- °C -

Umiditatea relativă a aerului φ_i %	Temperatura aerului interior, T_i în °C					
	12	14	16	18	20	22
100	+12,0	+14,0	+16,0	+18,0	+20,0	+22,0
95	+11,2	+13,2	+15,2	+17,2	+19,2	+21,2
90	+10,4	+12,4	+14,3	+16,3	+18,3	+20,3
85	+ 9,6	+11,5	+13,5	+15,4	+17,4	+19,4
80	+ 8,7	+10,6	+12,5	+14,5	+16,5	+18,4
75	+ 7,7	+ 9,7	+11,6	+13,5	+15,4	+17,4
70	+ 6,7	+ 8,6	+10,5	+12,4	+14,4	+16,3
65	+ 5,7	+ 7,5	+ 9,4	+11,3	+13,2	+15,1
60	+ 4,5	+ 6,4	+ 8,2	+10,1	+12,0	+13,9
55	+ 3,2	+ 5,1	+ 7,0	+ 8,8	+10,7	+12,5
50	+ 1,9	+ 3,7	+ 5,6	+ 7,4	+ 9,3	+11,1
45	+ 0,4	+ 2,3	+ 4,1	+ 5,9	+ 7,7	+ 9,5

40	- 1,0	+ 0,6	+ 2,4	+ 4,2	+ 6,0	+ 7,8
35	- 2,6	- 1,1	+ 0,5	+ 2,3	+ 4,1	+ 5,9
30	- 4,5	- 2,9	- 1,3	+ 0,2	+ 1,9	+ 3,6
25	- 6,6	- 5,0	- 3,5	- 2,0	- 0,5	+ 1,1

[top]

ANEXA C

PRESIUNEA DE SATURAȚIE A VAPORILOR DE APĂ (p_s) PENTRU DIFERITE TEMPERATURI ALE AERULUI

- Pa -

Temperatura aerului T (°C)	Fracțiuni de grade Celsius:									
	0,0	0,1	0,2	00,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	Presiunea de saturație a vaporilor de apă, p_a, în Pa									
I Pentru domeniul de temperatură de la 30 până la 0°C										
30	4244	4260	4291	4310	4344	4300	4304	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3671	3695	3717	3793	3769
26	3362	3382	3403	3423	3443	3463	3484	3504	3525	3544
25	3169	3188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	2807	2015	2932	2050	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629
20	2340	2354	2369	2384	2399	2413	2428	2443	2457	2473
19	2197	2213	2227	2241	2254	2268	2283	2297	2310	2324
18	2006	2079	2091	2105	2119	2132	2145	2158	2172	2185

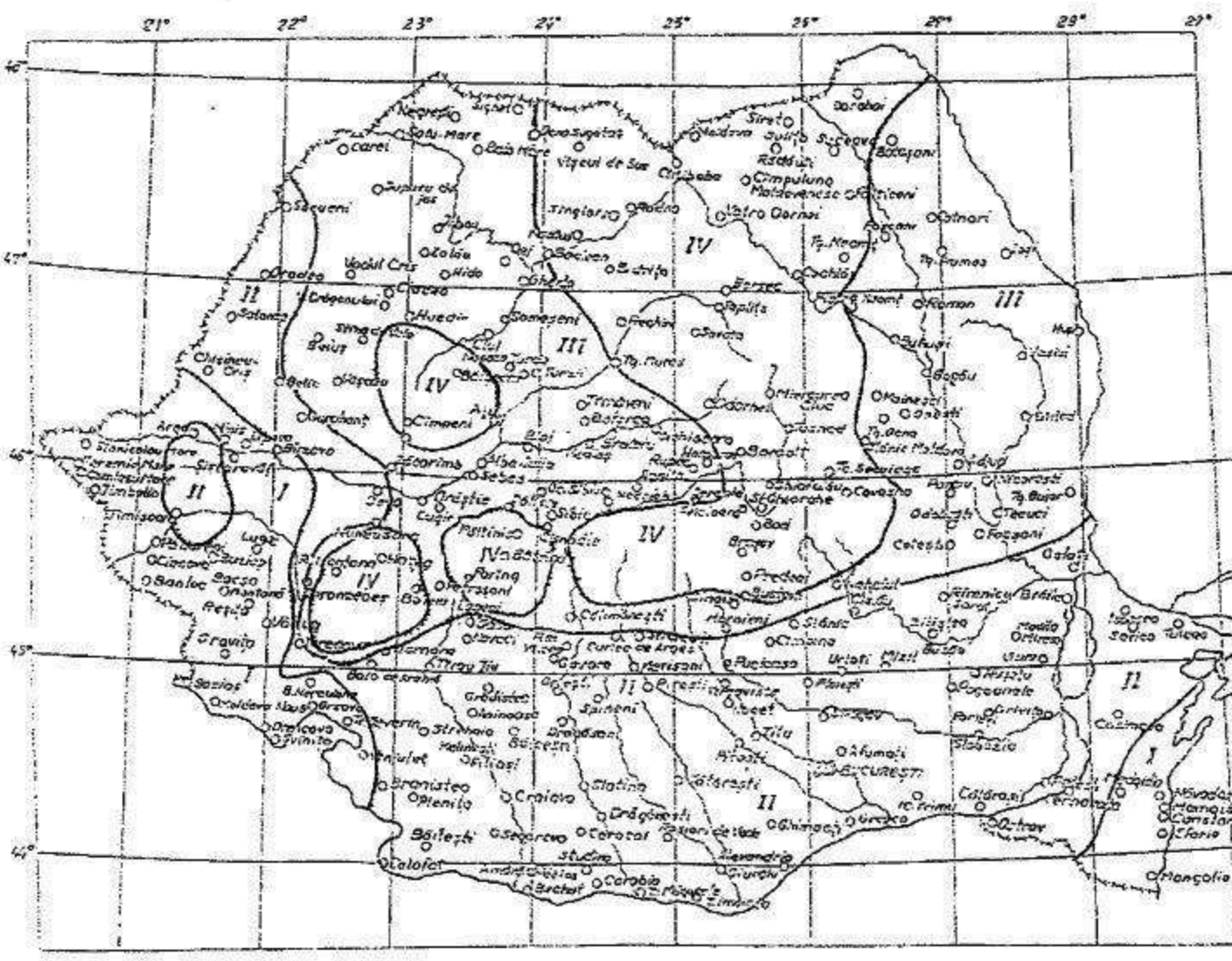
17	1937	1950	1963	1976	1988	2001	2014	2027	2030	2052
16	1818	1830	1841	1854	1866	1878	1889	1901	1914	1926
15	1706	1717	1729	1739	1750	1762	1773	1781	1795	1806
14	1599	1610	1621	1631	1642	1653	1663	1674	1684	1695
13	1498	1508	1518	1528	1538	1548	1559	1569	1578	1588
12	1403	1413	1422	1431	1441	1451	1460	1470	1479	1488
11	1312	1321	1330	1340	1349	1358	1367	1375	1385	1394
10	1228	1237	1245	1254	1262	1370	1279	1287	1295	1304
9	1148	1156	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1218
8	1073	1081	1088	1096	1103	1119	1117	1125	1133	1140
7	1002	1008	1016	1023	1039	1038	1046	1052	1059	1066
6	935	942	949	955	961	968	975	982	988	995
5	872	878	884	890	896	902	907	913	919	925
4	813	819	825	831	837	843	849	854	864	866
3	759	765	770	776	781	787	793	798	803	808
2	705	710	716	721	727	732	737	743	746	753
1	657	662	667	672	677	682	687	691	696	700
0	611	616	631	626	630	635	640	645	646	659
II Pentru domeniul de temperatură de la 0 până la -20℃										
0	611	605	600	595	592	587	582	577	572	507
-1	562	557	547	543	536	538	534	531	527	522
-2	517	514	509	505	501	496	492	489	484	480
-3	476	472	468	464	461	456	452	448	444	440
-4	437	433	430	426	423	419	415	413	408	405
-5	401	398	395	391	388	385	382	379	375	372
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	343	340

-7	337	336	333	330	327	324	321	318	315	312
-8	310	306	304	301	298	296	294	291	288	286
-9	284	281	279	276	274	272	269	267	264	262
-10	260	258	255	252	251	249	246	244	243	239
-11	237	235	233	231	229	228	226	224	221	219
-12	217	215	213	211	209	208	206	204	202	200
-13	198	197	196	193	191	190	188	186	184	182
-14	181	180	178	177	175	173	172	170	168	167
-15	165	164	162	161	159	158	157	155	153	152
-16	150	149	148	146	145	144	142	142	139	138
-17	137	136	135	133	132	131	129	128	127	126
-18	125	124	123	122	121	120	118	117	116	115
-19	114	113	112	111	110	109	107	106	105	104
-20	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94

[top]

ANEXA D

ZONAREA CLIMATICĂ A ROMÂNIEI PENTRU PERIOADA DE IARNĂ



LEGENDĂ:

zona I: T_e = -12℃

zona II: T_e = -15℃

zona III: T_e = -18℃

zona IV: T_e = -21℃

[top]

ANEXA E

CONSIDERAREA ÎN CALCULE A STRATURILOR DE AER VENTILATE

Prezenta anexă utilizează prevederi din EN ISO 6946 [14].

1. Strat de aer foarte slab ventilat

În această categorie intră straturile de aer care au legătură cu mediul exterior prin intermediul unor găuri de dimensiuni reduse şi anume:

- pentru straturi verticale max. 500 mm^2/metru liniar

- pentru straturi orizontale max.500 mm^2/metru pătrat

Trebuie să se respecte de asemenea următoarele condiții:

- între stratul de aer şi mediul exterior să nu existe nici un strat termoizolant;

- găurile prevăzute să fie astfel dispuse încât să nu se poată naşte un curent de aer prin stratul de aer considerat.

În aceste condiții, stratul de aer se poate considera în calcule ca un strat de aer neventilat.

2. Strat de aer slab ventilat

În această categorie intră straturile de aer care au legătură cu mediul exterior prin intermediul unor găuri având următoarele dimensiuni:

- pentru straturi verticale între 500 şi 1500 mm^2/metru liniar

- pentru straturi orizontale între 500 şi 1500 mm^2/metru pătrat

Trebuie să se respecte deasemenea condiția ca găurile să nu fie dispuse astfel încât să favorizeze un curent de aer prin stratul de aer considerat.

În aceste condiții, rezistența termică a stratului de aer slab ventilat se consideră în calcule cu jumătate din valorile prevăzute în tabelul III.

Dacă rezistența termică a straturilor amplasate între stratul de aer şi mediul exterior depăşeşte 0,15 m^2K/W, rezistența termică a acestor straturi, care se consideră în calcule, se limitează la valoarea de 0,15 m^2K/W.

3. Strat de aer bine ventilat

Din această categorie fac parte straturile de aer care au legătură cu mediul exterior prin intermediul unor găuri care depăşesc:

- pentru straturi verticale 1500 mm^2/metru liniar

- pentru straturi orizontale 1500 mm^2/metru pătrat

În aceste condiții rezistența termică se calculează atât fără aportul stratului de aer, cât şi fără cel al straturilor amplasate între stratul de aer şi mediul exterior.

În această situație, pentru rezistența termică superficială R_{se} se adoptă o valoare egală cu rezistența termică superficială R_{Si}, corespunzătoare.

[top]

ANEXA F

DETERMINAREA REZISTENȚEI TERMICE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE AVÂND STRATURI DE GROSIME VARIABILĂ

Prezenta anexă utilizează prevederi din EN ISO 6946 [14].

prezenta anexă se referă la elementele de construcție în alcătuirea cărora intră un strat de grosime variabilă, de exemplu planşeul terasă (fig. F1).

În această situație rezistența termică este diferită de la zonă la zonă; de asemenea, rezistența termică specifică medie pe ansamblul elementului de construcție, este în funcție de rezistențele termice aferente acestor zone.

Relațiile de calcul de mai jos sunt valabile în cazurile în care pantele nu depăşesc 5 %.

se definesc 3 tipuri de zone (fig. F2):

1) Suprafețe dreptunghiulare.

2) Suprafețe triunghiulare cu vârful mai înalt.

3) Suprafețe triunghiulare cu vârful mai puțin înalt.

Coeficienții de transfer termic U, corespunzători celor 3 tipuri de suprafețe, se calculează cu relațiile:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{\lambda}{d_1} \ln\left(\frac{d_1 + \lambda R_0}{\lambda \cdot R_0}\right) \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{2\lambda}{d_1}\left[\frac{d_1 + \lambda R_0}{d_1} \ln\left(\frac{d_1 + \lambda R_0}{\lambda \cdot R_0}\right) - 1\right] \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{2\lambda}{d_1}\left[1 - \frac{\lambda R_0}{d_1} \ln\left(\frac{d_1 + \lambda R_0}{\lambda \cdot R_0}\right)\right] \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

în care:

λ conductivitatea termică de calcul a stratului cu grosime variabilă (având grosimea egală cu zero la o margine);

R_0 rezistența termică a celorlalte straturi, inclusiv ambele rezistențe termice superficiale (R_{si} şi R_{se})

d_1 grosimea maximă a straturilor cu grosime variabilă;

ln logaritmi naturali (ln x = 2,3026 log x).

Calcul se conduce astfel:

1) Se calculează R_0 ca o rezistență termică totală a tuturor straturilor, cu excepția stratului de grosime variabilă.

2) Se subîmparte aria totală în arii de tipurile 1), 2) şi 3), ca exemplul din fig. F1.

3) Se calculează valorile U_j aferente fiecărei arii A_j.

4) Se calculează coeficientul de transfer termic total, cu relația:

$$U = \frac{\sum(U_j \cdot A_j)}{\sum A_j} \left[W/(m^2K)\right]$$

5) Se calculează rezistența termică specifică pentru ansamblul elementului de construcție cu relația:

$$R = \frac{1}{U} \quad \left[m^2K/W\right]$$

Observații:

Relațiile din această anexă permit să se determine, cu un grad sporit de exactitate, rezistența termică aferentă întregului element de construcție. Cu un grad mai mic de exactitate, relațiile din această anexă permit a se calcula şi rezistențele termice corespunzătoare unor încăperi sau unui ansamblu de două sau mai multe încăperi.

În situația în care straturile cu grosime constantă conțin punți termice, în loc de rezistența termică unidirecțională R_0 , în relațiile de calcul se introduce rezistența termică specifică corectată R'_0.

[top]

ANEXA G

CLASIFICAREA PUNȚILOR TERMICE ŞI A COEFICIENȚILOR DE TRANSFER TERMIC

1. Puntea termică reprezintă o zonă a anvelopei unei clădiri, în care fluxul termic – altfel unidirecțional - este sensibil modificat prin:

- penetrarea parțială sau totală a elementelor de construcție perimetrale, cu materiale având o conductivitate diferită;

- o schimbare a grosimii elementului de construcție şi/sau

- o diferență între ariile suprafețelor interioare şi exterioare, aşa cum se întâmplă la colțurile dintre pereți, precum şi la cele dintre pereți şi planşee (fig. G1).

2. din punctul de vedere al lungimii lor, punțile termice se clasifică (fig. G1) în:

- punți termice cu incluziuni liniare şi

- punți termice cu incluziuni punctuale

Punțile termice punctuale pot fi independente (agrafe sau ploturi de legătură) sau provenind din intersecția unor punți termice liniare.

3. Din punctul de vedere al alcătuirii lor, punțile termice se clasifică astfel:

- punți termice constructive, realizate prin incluziuni locale din materiale având o conductivitate diferită;

- punți termice geometrice, realizate ca urmare a unor forme geometrice specifice (colțuri, schimbări ale grosimilor, ş.a.);

- punți termice mixte, având ambele caracteristici de mai sus.

Punțile termice constructive se pot clasifică în:

- punți termice totale şi

- punți termice parțiale

4. În comparație cu elementele de construcție fără punți termice, acestea din urmă au consecințe în următoarele direcții:

- se modifică cuantumul fluxului termic;

- se modifică alura suprafețelor izoterme şi a liniilor de flux termic;

- se modifică temperaturile superficiale interioare.

În figura G2 se prezintă câteva tipuri caracteristice de coeficienți liniari de transfer termic, astfel:

a) un singur coeficient aferent unei punți termice amplasate într-o unică încăpere;

b) doi coeficienți simetrici (la detaliile cu un ax de simetrie);

c) doi coeficienți inegali, de exemplu la unele colțuri şi la secțiunile verticale;

d) coeficienți care cumulează efectul a două sau a mai multor punți termice, de exemplu la un gol de fereastră amplasat lângă o intersecție de pereți;

e) coeficienți aferenți la două spații din exteriorul elementului de construcție, de exemplu un spațiu exterior şi un spațiu interior, neîncălzit.

[top]

ANEXA H

METODĂ SIMPLIFICATĂ DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE SPECIFICE CORECTATE A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE NEOMOGENE

Prezenta anexă utilizează prevederi din EN ISO 6946 [14].

Metoda simplificată de mai jos se poate utiliza la fazele preliminare şi intermediare de proiectare pentru determinarea rezistențelor termice specifice corectate aferente clementelor de construcție alcătuite din straturi neomogene.

1. Se împarte elementul de construcție în straturi paralele cu suprafața elementului şi în zone perpendiculare pe suprafața acestuia, aşa cum se arată în figura H1.

Straturile se denumesc "j" (j = 1, 2, 3) iar zonele se denumesc"m" (m = a, b, c, d).

Straturile au grosimi "d_j", iar zonele au arii "A_m".

Se calculează ariile zonelor "A_m" (A_a A_b, A_c A_d) şi ponderea acestora "f_m" față de aria totală $A = \sum A_m$:

$$f_a = \frac{A_a}{A} \qquad f_b = \frac{A_b}{A} \qquad f_c = \frac{A_c}{A} \qquad f_d = \frac{A_d}{A}$$

$$f_a + f_b + f_c + f_d = 1;$$

În acest fel, elementul de construcție a fost împărțit în fragmente "m_j", care sunt omogene din punct de vedere termic.

Fiecare fragment "m_j" (de ex a_1, a_2, a_3, b_1, b_2 ....) are o conductivitate termică λ_{mj}, o grosime "d_j", o pondere "f_m" şi o rezistență termică "R_{mj}".

2. Se determină valoarea maximă a rezistenței termice (R_{max}), folosind relația de calcul:

$$\frac{1}{R_{max}} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \frac{f_c}{R_c} + \frac{f_d}{R_d} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

în care: R_a, R_b, R_c şi R_d reprezintă rezistențele termice R, calculate cu relația (5).

3. Se determină apoi rezistențele termice echivalente (R_j) ale fiecărui strat neomogen în parte:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \frac{f_c}{R_{cj}} + \frac{f_d}{R_{dj}} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

în care:

$$R_{aj} = \frac{d_j}{\lambda_{aj}} \qquad R_{bj} = \frac{d_j}{\lambda_{bj}} \qquad R_{cj} = \frac{d_j}{\lambda_{cj}} \qquad R_{dj} = \frac{d_j}{\lambda_{dj}}$$

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda'_j}\left[m^2K/W\right]$$

în care:

λ'_j conductivitatea termică echivalentă a stratului "j", care se calculează cu relația:

$$\lambda'_j = \lambda_{aj} \cdot f_a + \lambda_{bj} \cdot f_b + \lambda_{cj} \cdot f_c + \lambda_{dj} \cdot f_d \quad \left[W/(mK)\right]$$

În această variantă de calcul, straturile de aer neventilat trebuie să fie înlocuite cu straturi de aceleaşi dimensiuni, realizate dintr-un material având o conductivitate termică echivalentă:

$$\lambda''_j = \frac{d_j}{R_a} \qquad \left[W/(mK)\right]$$

în care:

R_a rezistența termică a stratului de aer.

4. Valoarea minimă a rezistenței termice (R_{min}) se calculează cu relația:

$$R_{min} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right]$$

5. Rezistența termică specifică corectată se calculează ca medie aritmetică a valorilor R_{max} şi R_{min}:

$$R' = \frac{R_{max} + R_{min}}{2} \qquad \left[m^2K/W\right]$$

6. Eroarea relativă maximă posibilă, în procente, este:

$$\frac{R_{max} - R_{min}}{2R'} \quad [\%]$$

De exemplu, pentru un raport R_{max}/R_{min} = 1,5 , eroarea maximă este de 20%, pentru un raport R_{max}/R_{min} = 1,25 , eroarea maximă este de 11%, iar pentru $R_{max} = 2R_{min}$, eroarea maximă este de 33%.

[top]

ANEXA I

METODĂ SIMPLIFICATĂ DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA COEFICIENȚILOR DE TRANSFER TERMIC A TÂMPLĂRIEI EXTERIOARE

Prezenta anexă utilizează prevederi din EN ISO 10077-1 [15]şi EN ISO 10077-2 [16]. Relațiile de calcul din prezenta anexă permit determinarea aproximativă a coeficienților de transfer termic pentru tâmplăria exterioară. Valorile obținute pot fi utilizate la calculele termotehnice din primele faze de proiectare.

Pentru ultima fază de proiectare se vor utiliza valori atestate ale coeficienților de transfer termic, în conformitate cu actele normative în vigoare.

1. Notații:

- fereastră F
- uşă U
- tâmplărie exterioară – fereastră sau uşă T
- toc – partea fixă a tâmplăriei t
- cercevele – părțile mobile ale tâmplăriei c
- toc + cercevele f
- geamuri g
- panouri (opace) p

2. Dimensiuni

Aria geamului (A_g) - cea mai mică dintre ariile vizibile dinspre cele două fețe ale tâmplăriei;

Aria panoului (A_p)	- idem ca A_g;
Aria tocului + cercevelelor (A_f)	- cea mai mare dintre ariile (proiectate pe un plan paralel cu geamurile) vizibile dinspre cele două fețe ale tâmplăriei;
Aria ferestrei (A_p) şi a uşii (A_u)	- suma $A_f + A_g + A_p$
Perimetrul geamului (lg)	- cea mai mare dintre sumele perimetrelor panourilor de geam termoizolant, vizibile dinspre cele două fețe ale tâmplăriei;
Perimetrul panoului (l_p)	- idem ca l_g

3. Caracteristici termotehnice

3.1. Conductivitatea termică a geamurilor se consideră λ = 1,0 W/(mK).

3.2. Conductivitățile termice ale tocurilor şi cercevelelor din lemn (cu o umiditate de 12 %) se consideră astfel:

- lemn de esență moale (brad)	ρ = 600 kg/m^3	λ = 0,19 W/(mK)
- lemn de esență tare	ρ = 900 kg/m^3	λ = 0,25 W/(mK)

3.3. Rezistențele termice superficiale, atât pentru toc şi cercevele, cât şi pentru geamuri, se consideră astfel:

$$R_{si} = \frac{1}{8} = 0,125 \qquad \left[m^2K/W\right]$$

$$R_{se} = \frac{1}{24} = 0,042 \qquad \left[m^2K/W\right]$$

Valorile de mai sus sunt valabile pentru tâmplării exterioare verticale sau înclinate cu cel mult 30° față de verticală.

4. Relații de calcul

4.1. ferestre (fig. I.1)

4.1.1 Ferestre simple:

$$U_F = \frac{1}{R_F} = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \qquad (1)$$

în care:

ψ_g coeficientul liniar de transfer termic care reflectă în principal influența negativă a distanțierilor metalici de pe conturul geamurilor termoizolante; la geamurile obişnuite (simple) se consideră $\psi_g = 0$.

În cazul în care pe lângă geamuri se prevăd şi panouri opace, se utilizează relația:

$$U_F = \frac{1}{R_F} = \frac{A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g + l_p \cdot \psi_p}{A_g + A_p + A_f} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (2)$$

în care:

ψ_p coeficientul liniar de transfer termic care reflectă în principal influența negativă a reducerii rezistenței termice opace pe contur.

4.1.2. Ferestre duble

$$U_F = \frac{1}{R_F} = \frac{1}{R_{F1} + R_{F2} + R_a - R_{si} - R_{se}} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (3)$$

în care:

R_a rezistența termică a stratului de aer dintre cercevele (tabelul 12);

R_{F1} rezistența termică a tâmplăriei interioare, calculată cu relația (1);

R_{F2} idem R_{F1}, dar a tâmplăriei exterioare.

4.1.3. Ferestre cuplate

Calculul se face cu relația (1), în care U_g se determină cu relația:

$$U_F = \frac{1}{R_F} = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{g1}} + \frac{1}{U_{g2}} + R_a - R_{si} - R_{se}\right)} \quad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \quad (4)$$

în care:

U_{g1} coeficientul de transfer termic a geamului interior, calculat cu relația (5) sau (6);

U_{g2} idem U_{g1}, dar a geamului exterior.

4.2. Geamuri

4.2.1. Geamuri obişnuite (simple):

$$U_g = \frac{1}{\left(R_{si} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}\right)} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \tag{5}$$

în care:

d_j grosimea panoului de geam sau a stratului de material j, în m;

λ_j conductivitatea termică a geamului sau a stratului de material j, în W/(mK).

4.2.2. Geamuri termoizolante duble sau triple

Coeficientul de transfer termic se poate lua din tabelul I 3. în cazul în cară spațiul dintre foile de geam este umplut cu aer, se poate folosi relația:

$$U_g = \frac{1}{\left(R_{si} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum R_{aj} + R_{se}\right)} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \tag{6}$$

în care:

d_j şi λ_j ca în relația (5)

R_{aj} rezistența termică a stratului de aer, j, dintre foile de geamuri, care se ia din tabelul I 2, în m^2K/W.

4.3. uşi(fig. I.1)

4.3.1. Uşi complet vitrate

$$U_U = \frac{1}{R_U} = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \qquad \left[W/\left(m^2K\right)\right] \tag{7}$$

în care ψ_g are aceeaşi semnificație ca în relația (1).

4.3.2. Uşi cu geamuri şi cu panouri opace

$$U_U = \frac{1}{R_U} = \frac{A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g + l_p \cdot \psi_p}{A_g + A_p + A_f} \left[W/\left(m^2K\right)\right] \tag{8}$$

în care ψ_p are aceeaşi semnificație ca în relația (2).

5. Rezistențele termice ale straturilor de aer neventilate pentru ferestre cuplate şi duble (R_a) se dau în tabelul I 2. Valorile din tabel sunt valabile în următoarele condiții:

- ferestrele sunt verticale sau înclinate cu cel mult 30° față de verticală;

- între cele două geamuri obişnuite este aer;

- temperatura medie a geamurilor în perioada rece a anului este de + 10°C;

- diferența de temperatură între fețele exterioare ale geamurilor este de 15 K.

Tabelul I 2

REZISTENȚELE TERMICE ALE STRATURILOR DE AER NEVENTILATE PENTRU FERESTRE CUPLATE ŞI DUBLE (R_a) - [m^2K/W]

Grosimea stratului de aer (mm)	O SUPRAFAȚĂ TRATATĂ				AMBELE SUPRAFEȚE NETRATATE
	Coeficient de emisie (e)				
	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,190	0,163	0,132	0,127
9	0,298	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,376	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,446	0,363	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,335	0,260	0,189	0,179
100	0,376	0,315	0,247	0,182	0,173
300	0,333	0,284	0,228	0,171	0,163

6. Coeficienţii de transfer termic pentru geamuri duble si triple (U_g), umplute cu aer sau cu diferite gaze (argon sau cripton), se dau în tabelul I 3.

Valorile din tabel sunt valabile pentru gaze cu o concentrație mai mare de 90 %.

7. Coeficienţii de transfer termic aferenți tocului si cercevelelor (U_f) se pot determina printr - un calcul numeric automat al câmpului plan, bidimensional, de temperaturi, sau prin măsurători în laborator.

În lipsa acestor posibilități se pot folosi datele din tabelele şi graficele care se dau în această anexă.

Tabelul I 3

COEFICIENȚI DE TRANSFER TERMIC PENTRU GEAMURI DUBLE ŞI TRIPLE (U_g) [W/(m^2K)]

TIPUL	GEAMURI	COEF. DE EMISIE	DIMENS. (mm)	AER	TIPUL GAZULUI	
					ARGON	CRIPTON

GEAMURI DUBLE	GEAM NORMAL NETRATAT	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8
			4-9-4	3,0	2,8	2,6
			4-12-4	2,9	2,7	2,6
			4-15-4	2,7	2,6	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6
	O SUPRAFA-ȚĂ TRATATĂ	≤ 0,40	4-6-4	2,9	2,6	2,2