

NORMATIV
PRIVIND CALCULUL TERMOTEHNIC AL ELEMENTELOR DE
CONSTRUCȚIE ALE CLĂDIRILOR
Indicativ C 107 – 2005

Partea a 4-a – GHID PRIVIND
CALCULUL PERFORMANTELOR TERMOTEHNICE ALE
CLADIRILOR DE LOCUIT
C 107/4

Ediție revizuită de:

UNIVERSITATEA DE ARHITECTURA ȘI URBANISM „ION MINCU” – București

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII – București

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ÎN CONSTRUCȚII ȘI ECONOMIA CONSTRUCȚIILOR
I N C E R C – București

COORDONATOR:

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA – AIIR
Prof. dr. ing. Liviu DUMITRESCU

Elaboratori:

dr. ing. MIHAELA GEORGESCU

CUPRINS:

1. GENERALITATI
2. ACTE NORMATIVE CONEXE
3. DEFINITII SI SIMBOLURI
4. CARACTERISTICI TERMOTEHNICE
5. TEMPERATURI DE CALCUL
6. DIMENSIUNI DE CALCUL
7. DETERMINAREA REZISTENTELOR TERMICE
8. DETERMINAREA TEMPERATURILOR SUPERFICIALE
9. COMPORTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCTIE LA DIFUZIA VAPORILOR DE APA
10. STABILITATEA TERMICA A ELEMENTELOR DE CONSTRUCTIE SI A ÎNCAPERILOR
11. REZISTENTELE TERMICE ȘI TEMPERATURI SUPERFICIALE NORMATE
12. DETERMINAREA SI VERIFICAREA COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ

ANEXE:

fișa a	Rezistențe termice specifice
fișa b	Temperaturi superficiale
fișa c	Stabilitate termică
fișa d	Coeficientul global de izolare termică

1. GENERALITĂȚI

- 1.1 Prezentul ghid se referă la determinarea și la verificarea performanțelor termotehnice ale clădirilor de locuit.
- 1.2 Pe lângă clădirile de locuit individuale (case unifamiliale, cuplate, înșiruite, duplex, ș.a.) și cele cu mai multe apartamente, ghidul se utilizează și la cămine și internate, precum și la unitățile de cazare din hoteluri și moteluri.
- 1.3 Ghidul este destinat a fi utilizat în principala proiectarea clădirilor de locuit noi, dar poate fi utilizat și la proiectarea lucrărilor de reabilitare și de modernizare a clădirilor de locuit existente.
- 1.4 Prezentul ghid este destinat în principal proiectanților (arhitecți, ingineri de construcții și de instalații) și specialiștilor verficatori și experți atestați (exigența E).
- 1.5 Pe lângă verificările cu caracter termotehnic, pe baza prevederilor din prezentul ghid se calculează toate datele necesare determinării necesarului de căldură de calcul, în vederea proiectării instalațiilor de încălzire din clădirile de locuit.
- 1.6 Prevederile prezentului ghid sunt corelate cu normativele [1], [2] și [7].
- 1.7 Concepția și proiectarea elementelor de construcție din punct de vedere termotehnic și termoeenergetic, are ca obiective satisfacerea următoarelor exigențe de performanță:
- a) verificarea rezistențelor termice specifice realizate, în raport cu valorile normate;
 - b) verificarea absenței pericolului de condensare a vaporilor de apă pe suprafața interioară a elementelor de construcție;
 - c) verificarea lipsei acumulării de apă de la an la an în structura interioară a elementelor de construcție și eliminarea posibilității umezirii excesive a materialelor termoizolante;
 - d) verificarea stabilității termice a elementelor de construcție și a încăperilor;
 - e) verificarea cuantumului coeficientului global de izolare termică a clădirii, în raport cu valoarea normată.
- 1.8 Cu excepția exigenței de la pct. d) de mai sus, care se referă și la perioada de vară, toate celelalte exigențe se referă exclusiv la perioada de iarnă.
- 1.9 Cu excepția exigenței de la pct. d) de mai sus, care presupune calcule în regim termic nestaționar, toate celelalte exigențe se verifică în condițiile unui regim staționar.
- 1.10 Verificarea termotehnică a clădirilor de locuit, pe baza prevederilor din prezentul ghid, se face la trei niveluri:
- **pe ansamblul clădirii**, prin verificarea rezistențelor termice specifice medii ale tuturor elementelor de construcție care alcătuiesc anvelopa clădirii și prin verificarea cuantumului coeficientului global de izolare termică, ambele pe considerente termoeenergetice.
 - **pe fiecare încăpere**, prin verificarea rezistențelor termice specifice corectate, pe considerente de confort, precum și pentru obținerea datelor necesare proiectării instalației de încălzire.
 - **verificări generale**, pentru satisfacerea exigențelor b), c) și d) de la pct 1.7. de mai sus.

2. ACTE NORMATIVE CONEXE

Prezenta reglementare tehnică utilizează prevederi cuprinse în 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] SR 1907-2 Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.
- [4] *) Calculul transferului de masă (umiditate) prin elementele de construcție
- [5] STAS 13149 - Fizica construcțiilor Ambianțe termice moderate. Determinarea indicilor PMV și PPD și nivele de performanță pentru ambianțe.
- [6] *) Stabilitate termică a elementelor de închidere ale clădirilor.
- [7] C 107/1 - Normativ privind calculul coeficienților globali de izolare termică la clădirile de locuit.
- [8] STAS 6472/2 "Fizica construcțiilor. Higrotermica. Parametri climatici exteriori"

3. DEFINITII ȘI SIMBOLURI

3.1 Definițiile, termenii și simbolurile utilizate în prezentul ghid, sunt date în [1], [2], și [7].

3.2 Majoritatea simbolurilor folosite sunt în conformitate cu SR ISO 7345 și cu STAS 737/10; pentru unii termeni s-au menținut simbolurile prevăzute în STAS 7109

3.3 Ca tendință generală s-a urmarit adoptarea în cea mai mare măsură a simbolurilor utilizate în standardele și normativele ISO și EN.

3.4 Se prezintă mai jos câteva din principalele simboluri adoptate:

T	temperatură (în variantă θ)
ΔT	diferența de temperaturi
A	arie
V	volum
R_i	rezistența termică superficială interioară ($1/\alpha_i$)
R_{se}	rezistența termica superficială exterioară ($1/\alpha_e$)
λ	conductivitate termică
ρ	densitate aparentă
ϕ_i	umiditate relativă a aerului interior
n	viteza de ventilare naturală
θ_p	temperatura punctului de rouă
τ	factor de corecție a temperaturilor exterioare
D	indicele inerției termice
Φ	flux termic
R	rezistența termică unidirecțională
R'	rezistența termică corectată
U	coeficient de transfer termic unidirecțional
U'	coeficient de transfer termic corectat
L	coeficient de cuplaj termic

ψ	coeficient liniar de transfer termic
χ	coeficient punctual de transfer termic
G	coeficient global de izolare termică

3.5 Se dau mai jos simbolurile corespunzătoare utilizate în prescripțiile tehnice elaborate anterior:

A(S)	R(R _{os})	ψ (k')	Φ (Q)
$\theta_i(\tau_i)$	R'(R' _{os})	χ (k'')	R' _{nec} (R _{onec})
n(N)	U(k)	$\tau(\theta)$	R' _m (R _{om})

3.6 Atât în prezentul ghid, cât și în normativele [1], [2] și [7], se utilizează, în principal, următorii indici:

i	interior (încălzit)	w	apă
e	exterior	r	rouă
u	spațiu neîncălzit	m	mediu
p	pământ	min	minimum
si	suprafața interioară	max	maximum
se	suprafața exterioară	nec	necesar
a	aer	ech	echivalent
v	vapori, apă evaporată	adm	admisibil

3.7 Se folosește sistemul internațional de măsură (SI), cu următoarele precizări:

- pentru temperaturi, se utilizează exclusiv grade Celsius (°C), iar pentru diferențe de temperaturi - Kelvini (K);
- pentru timp, se utilizează pe lângă secundă (s) și ora (h);
- pentru putere, se utilizează atât W, cât și J/s.

4. CARACTERISTICI TERMOTEHNICE

4.1 Principalele caracteristici termotehnice ale materialelor care intră în alcătuirea elementelor de construcție sunt următoarele:

- densitatea aparentă ρ [kg/m³]
- conductivitatea termică λ [W/(mK)]
- capacitatea calorică masică c [J/(kgK)]
- coeficientul de asimilare termică s [W/(m²K)]

4.2 Toate aceste caracteristici termotehnice sunt date în anexa A din [1].

4.3 Conductivitatea termică este cea mai importantă caracteristică termotehnică și este utilizată atât la determinarea rezistențelor termice specifice ale straturilor ($R_s = d/\lambda$), cât și la determinarea indicelui inerției termice ($D = R_s s$).

4.4 Caracteristicile termotehnice ale solurilor sunt date în [2]. În mod curent, conductivitatea termică a pământului se consideră $\lambda_p = 2,0$ W/(mK) pe adâncimea de 3 m de la suprafața terenului sistematizat și $\lambda_p = 4,0$ W/(mK) sub această adâncime.

4.5 Coeficientul de asimilare termică se utilizează la determinarea inerției termice și a stabilității elementelor de construcție; el se determină în funcție de principalele caracteristici ale materialelor:

$$s = 8,5 \cdot \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho} \quad [\text{W}/(\text{m K})] \quad (1)$$

4.6 Conductivitățile termice echivalente ale straturilor cvasiomogene se determină pe baza relațiilor de calcul din [1], cap. 7.2.

5. TEMPERATURI DE CALCUL

5.1 Temperaturile exterioare convenționale de calcul (T_e), pentru perioada de iarnă, în funcție de cele 4 zone climatice ale României (I,II,III,IV), se iau din [1], anexa D.

5.2 Temperaturile exterioare convenționale de calcul pentru perioada de vară, se iau din STAS 6472/2-83 "Fizica construcțiilor. Higrotermica. Parametri climatici exteriori."

5.3 Temperaturile interioare convenționale de calcul pentru încăperile încălzite din cadrul clădirilor de locuit, pentru perioada de iarnă (T_i), se iau din [3]. Temperatura interioară predominantă la clădirile de locuit se consideră pentru perioada de iarnă. $T = +20^\circ\text{C}$.

5.4 Temperatura aerului interior, pentru perioada de vară se consideră în calcule de $+25^\circ\text{C}$.

5.5 Temperaturile spațiilor și încăperilor neîncălzite (T_u), din interiorul sau din exteriorul anvelopei, se determină pe baza unui calcul al bilanțului termic.

Acest calcul este obligatoriu la ultima fază de proiectare.

La calculul bilanțului termic se ține seama, obligatoriu, de viteza de ventilare naturală a încăperilor.

5.6 Relațiile de calcul a temperaturilor T_u , se dau în [1], iar pentru temperatura subsolului neîncălzit, în [2].

5.7 La fazele preliminare de proiectare se admite utilizarea temperaturilor T_u din exteriorul anvelopei, date în tabelul I.

5.8 Factorul de corecție a temperaturilor exterioare (τ) se stabilește pentru a putea aduna coeficienții de cuplaj L , aferenți diferitelor elemente de construcție ale unei clădiri, elemente care separă volumul interior al clădirii, de diverse medii exterioare, caracterizate prin temperaturi diferite.

5.9 Factorul de corecție a temperaturilor exterioare τ , se calculează cu relația:

$$\tau = \frac{T_i - T_j}{T_i - T_e} \quad [-] \quad (2)$$

Temperatura mediului din exteriorul anvelopei T_j poate fi egală cu temperatura exterioară (T_e), cu temperatura unor spații neîncălzite (T_u) sau chiar cu temperatura unor spații mai puțin încălzite.

Pentru valorile T_j din tabelul I, în același tabel se dau și valorile factorului de corecție τ .

5.10 Temperaturile în sol (T_p) la adâncimea de 7 m de la suprafața terenului sistematizat se consideră constante în tot cursul anului și sunt egale cu valorile din tabelul I.

Între aceste temperaturi și temperaturile exterioare, se consideră că temperaturile în sol au o variație biliniară.

TEMPERATURI CONVENȚIONALE DE CALCUL LA CLĂDIRI DE LOCUIT [$^\circ\text{C}$]
TABELUL I

T_j	SPAȚIUL	ZONA CLIMATICA				τ
		I	II	III	IV	
T_e	Mediul exterior	-12	-15	-18	-21	1.0
T_u	Rosturi deschise	-9	-12	-15	-18	0.9
	Poduri					
	Rosturi închise	+5	+3	+1	-1	0,5
	Subsoluri neîncălzite și pivnițe					
	Spații adiacente neîncălzite, spații având alte destinații					
T_p	Pământ, la adâncimea de 7m de la cota terenului sistematizat	+11	+10	+9	+8	-

6. DIMENSIUNI DE CALCUL

6.1 Ca principiu general, suprafețele elementelor de construcție perimetrice care alcătuiesc împreună anvelopa clădirii, se delimitează de mediile exterioare prin fețele interioare ale elementelor de construcție.

6.2 În cazul calculelor care se fac pe ansamblul clădirii (verificarea rezistențelor termice medii R'_m și a coeficientului global de izolare termică G), este necesar a se determina numai ariile care fac parte din anvelopa clădirii, ignorând existența elementelor interioare de construcție: pereții interiori structurali și nestructurali, precum și planșeele intermediare (fig.3).

6.3 În cazul calculelor care se fac pe încăperi (determinarea rezistențelor termice specifice corectate R'), aria anvelopei se împarte prin planuri orizontale și verticale, care trec prin axele geometrice ale plăcilor planșeele intermediare și respectiv ale pereților interiori structurali și nestructurali (fig.1 și 2).

6.4 Lungimile înălțimile și ariile, pe ansamblul clădirii, se determină și se verifică cu relațiile:

$$P=\sum l_j; \quad H=\sum H_j; \quad A=\sum A_j$$

6.5 Lungimile punților termice liniare se măsoară în cadrul ariilor determinate mai sus; în consecință ele sunt delimitate la extremități de conturul suprafețelor respective.

6.6 În cazul suprafețelor înclinate, ariile lor se vor măsura în planul acestor suprafețe (fig 3b).

6.7 Ariile tâmplăriei exterioare se consideră în calcule, pe baza dimensiunilor nominale ale golurilor din pereți (fig.1 și 2).

6.8 Volumele încăpărilor se calculează pe baza ariilor și a înălțimilor determinate conform pct. 6.3 și fig. 1 și 2.

Volumul clădirii - V - reprezintă volumul interior, încălzit, al clădirii (fig 3b) și este delimitat de aria anvelopei; este egal cu suma volumelor tuturor încăperilor din clădire: $V=\sum V_j$

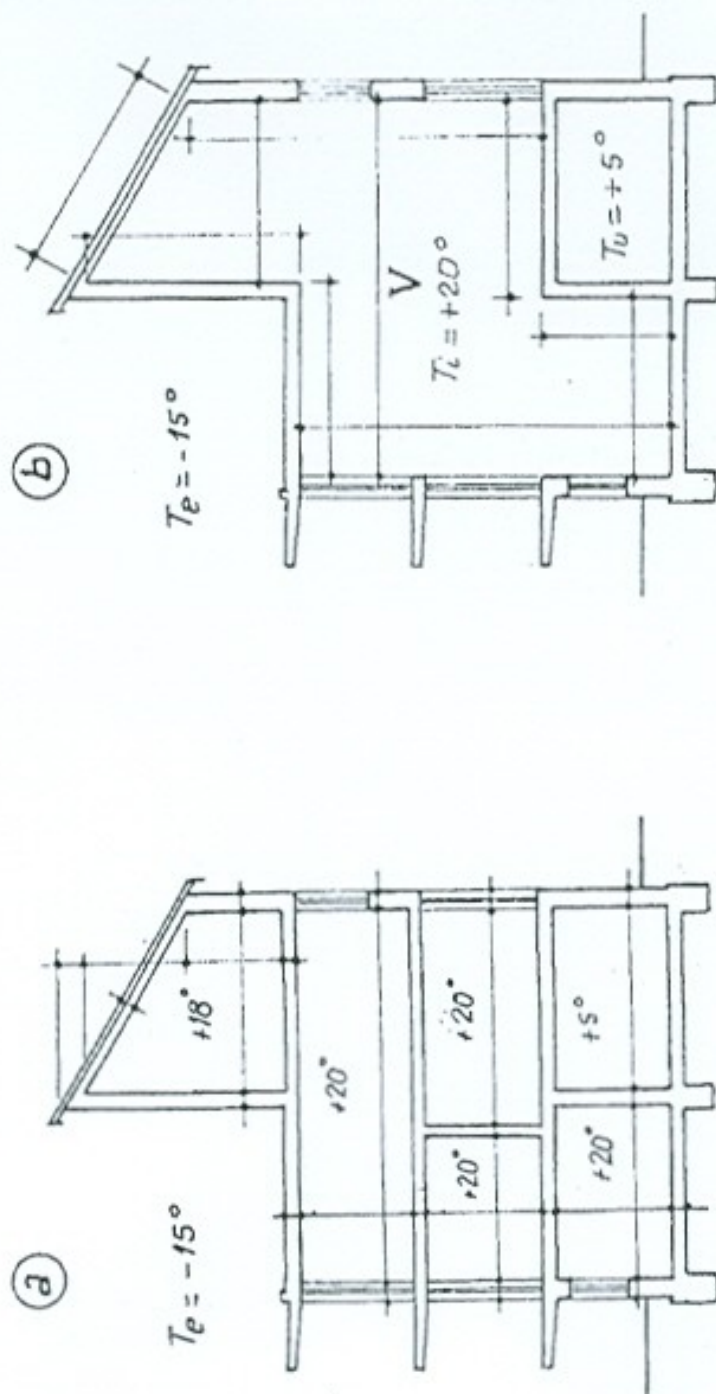


Fig. 3 stabilirea dimensiunilor anvelopei
a. Dimensiuni conform proiectului
b. Dimensiuni de calcul

7. DETERMINAREA REZISTENȚELOR TERMICE

7.1 Rezistențele termice ale elementelor de construcție se definesc cu relația generală:

$$R = \frac{(T_j - T_k) \cdot A}{\Phi} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

în care:

Φ fluxul termic care străbate aria A;

A aria de transfer termic;

T_j T_k , temperaturile de o parte și de alta a elementului de construcție.

7.2 Toate rezistențele termice determinate în cadrul prezentului ghid, ca și în cadrul normativelor [1] și [2], sunt raportate la $\Delta T = T_i - T_e$, cu excepția acelor elemente de construcție care separă spațiul interior de un spațiu adiacent neîncălzit, la care rezistențele termice sunt raportate la diferența de temperatură ($T_i - T_u$). Rezistențele termice ale tuturor elementelor de construcție aflate în contact cu solul, sunt raportate la diferența de temperatură $\Delta T = T_i - T_e$.

7.3 Rezistențele termice specifice ale elementelor de construcție omogene sau cvasiomogene, precum și rezistențele termice în câmp curent ale elementelor de construcție neomogene, se calculează în ipoteza unui calcul unidirecțional, cu relația generală:

$$R = R_{si} + \Sigma R_s + \Sigma R_a + R_{se} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

în care:

R rezistența termică unidirecțională;

R_{si} , R_{se} rezistențele termice superficiale, conform [1] și [2];

R_s rezistențele termice ale straturilor omogene sau cvasiomogene, componente ($R_s = d/\lambda$);

R_a rezistențele termice ale straturilor de aer neventilat sau foarte slab ventilat (anexa E din [1]).

7.4 În tabelul II, se prezintă valorile rezistențelor termice unidirecționale R, ale unor elemente de construcție, și anume a pereților structurali și nestructurali din tabelele 1 ... 73 din [1].

CARACTERISTICILE TERMOTEHNICE ALE UNOR PEREȚI STRUCTURALI ȘI NESTRUCTURALI

TABELUL II

ALCĂȚUIRE	CARACTERISTICI		R	T _u	φ _{i max}
	Grosime - d	λ			
	cm	W/(mK)	m ² K/W	°C	%
ZIDĂRIE DIN CĂRĂMIZI	25	0,80	0,520	11,6	58
		0,70	0,563	12,2	61
		0,60	0,620	12,9	63
		0,50	0,700	13,7	67
	30	0,80	0,583	12,5	62
		0,70	0,635	13,1	65
		0,60	0,704	13,8	67
		0,50	0,800	14,5	70
	37,5	0,80	0,677	13,5	60
		0,70	0,742	14,1	69
		0,60	0,829	14,7	71
		0,50	0,950	15,4	75
	45	0,80	0,770	14,3	70
		0,70	0,849	14,8	72
		0,60	0,954	15,4	75
		0,50	1,100	16,0	78
	50	0,80	0,833	14,7	71
		0,70	0,920	15,2	74
		0,60	1,037	15,8	77
		0,50	1,200	16,4	80
ZIDĂRIE DIN BLOCURI B.C.A.	25	0,35	0,935	15,3	75
		0,25	1,220	16,4	80
	30	0,35	1,077	15,9	77
		0,25	1,420	16,9	82
	35	0,35	1,220	16,4	80
		0,25	1,620	17,3	85
	40	0,35	1,363	16,8	82
		0,25	1,820	17,6	86
	45	0,35	1,506	17,1	83
		0,25	2,020	17,8	87
	50	0,35	1,649	17,3	85
		0,25	2,220	18,0	88
ZIDĂRIE DIN CĂRĂMIZI (24+ 11,5cm +TERMOIZOLAȚIE LA PEREȚI STRUCTURALI)	40	0,80	1,364	16,8	82
		0,60	1,512	17,1	83
	42,5	0,80	1,864	17,6	86
		0,60	2,012	17,8	87
	45	0,80	2,364	18,1	89
		0,60	2,512	18,2	89
	47,5	0,80	2,864	18,4	90
		0,60	3,012	18,5	91
	50	0,80	3,364	18,7	92
		0,60	3,512	18,8	93
ZIDĂRIE DIN CĂRĂMIZI (11,5+11,5 cm +TERMOIZOLAȚIE LA PEREȚI NESTRUCTURALI)	27,5	0,80	1,208	16,4	80
		0,60	1,304	16,6	81
	30	0,80	1,708	17,4	85
		0,60	1,804	17,6	86
	32,5	0,80	2,208	18,0	88
		0,60	2,304	18,1	89
	35	0,80	2,708	18,4	90
		0,60	2,804	18,5	91
	37,5	0,80	3,208	18,6	91
		0,60	3,304	18,7	92

φ_{imax} = umiditatea relativă a aerului interior până la care nu apare fenomenul de condens.

OBSERVAȚII:

- Valorile R s-au calculat pe baza dimensiunilor efective ale tuturor straturilor (inclusiv tencuielile), conform desenelor din tabelele 1... 73 din [1]. Pentru tencuieli s-a considerat grosimea totală de 5 cm și $\lambda = 0,93 \text{ W/(mK)}$.
- La zidăriile din cărămizi, grosimea "d" reprezintă grosimea nominală, modulată a pereților. Grosimea efectivă este mai mică cu 1 cm.
- Pentru stratul termoizolant s-au considerat grosimile: 3,5; 6,0; 8,5; 12,0 și 13,5 cm și $\lambda = 0,05 \text{ W/(mK)}$,

7.5 Rezistențele termice specifice corectate ale elementelor de construcție neomogene se pot determina cu un grad ridicat de exactitate, pe baza unui calcul bidimensional (2D) sau tridimensional (3D) al câmpurilor de temperaturi.

Practic și concret, se utilizează metoda coeficienților liniari (ψ) și punctuali (χ) de transfer termic.

Se utilizează relația generală de calcul:

$$U' = \frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{\Sigma(\psi \cdot l)}{A} + \frac{\Sigma\chi}{A} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (5)$$

în care:

- A aria de transfer termic (m^2);
- l lungimea punților termice liniare (m);
- ψ coeficienții liniari de transfer termic [W/(mK)];
- χ coeficienții punctuali de transfer termic [W/K].

7.6 Ca urmare a imposibilității de a elimina din elementele de construcție a tuturor punților termice, rezultă că toate elementele de construcție, chiar și cele aparent omogene, sunt, în realitate elemente neomogene (există colțuri, centuri, buiandrugi, ș.a., toate inevitabile).

7.7 De regulă, coeficienții punctuali de transfer termic aferenți intersecțiilor dintre punțile termice liniare, se pot neglija, astfel încât în calcule se introduc, de regulă, doar coeficienții χ aferenți legăturilor punctuale, uniform distribuite, dintre straturi (ancore din oțel inoxidabil sau ploturi din beton armat).

7.8 În tabelele 1 ... 73 din [1], se dau valorile unor coeficienți ψ și χ , pentru o serie de detalii uzuale, utilizate la elementele de construcție suprapunute.

Coeficienții se introduc în relațiile de calcul cu semnul lor algebric. Coeficienții pozitivi conduc la micșorarea rezistențelor termice, iar cei negativi, la majorarea lor, în comparație cu rezistențele termice unidirecționale.

Pentru valori intermediare, coeficienții se determină prin interpolare sau extrapolare. Coeficienții nu sunt în funcție de zona climatică.

În detaliu, calculele cu metoda coeficienților specifici de transfer termic, se fac pe baza precizărilor din [1], cap.7.

7.9 Pentru elementele de construcție în contact cu solul, coeficienții ψ se dau în tabelele 1 ... 18 din [2]. Pentru pereții în contact cu solul, în locul coeficienților de transfer termic, tabelele conțin direct valorile rezistențelor termice corectate R' . În detaliu, calculul elementelor de construcție în contact cu solul, se face pe baza precizărilor din [2], cap. 7.

- 7.10 Pentru faze preliminare și intermediare de proiectare, determinarea rezistenței termice corectate se poate face cu metoda simplificată data în anexa H din [1].
- 7.11 Rezistențele termice ale elementelor de construcție vitrate se iau direct din tabelele din [1], sau se calculează conform precizărilor din anexa I, din [1].
- 7.12 În cazurile în care în tabelele din [1] și [2] nu se găsesc coeficienții ψ aferenți unor anumite detalii de alcătuire a elementelor de construcție, valoarea acestora se determină pe baza calculului numeric automat al câmpurilor de temperaturi, conform indicațiilor din anexa J din [1] și din anexa C din [2].
- 7.13 Pentru determinarea oricărei rezistențe termice specifice medii (pe anumite zone sau pe întreaga clădire), se folosește relația generală:

$$R'_{m} = \frac{\Sigma A}{\Sigma L} = \frac{\Sigma A}{\Sigma(AU')} = \frac{\Sigma A}{\Sigma\left(\frac{A}{R'}\right)} \quad [m^2K/W] \quad (6)$$

- 7.14 În fișa [a], se prezintă succesiunea calculelor care trebuie să fie efectuate pentru determinarea rezistențelor termice specifice corectate.

8. DETERMINAREA TEMPERATURILOR SUPERFICIALE

- 8.1 Temperaturile superficiale, pe fața interioară a elementelor de construcție perimetrale, se determină:

- a) în câmp curent, în ipoteza unui flux și a unui calcul unidirecțional, folosind relația:

$$T_{si} = T_i - \frac{T_i - T_e}{\alpha_i R} \quad [^{\circ}C] \quad (7)$$

în care:

R rezistența termică specifică unidirecțională [m^2K/W].

- b) în dreptul punților termice de orice fel, exclusiv pe baza unui calcul automat al câmpului, plan sau spațial, de temperaturi.

- 8.2 În cazul unui element de construcție adiacent unui spațiu neîncălzit, având temperatura T_u determinată pe baza unui calcul de bilanț termic, în relația de mai sus, în locul termenului $(T_i - T_e)$, se introduce diferența de temperatură $(T_i - T_u)$

- 8.3 În tabelul II, pe langa valorile R menționate la pct. 7.4., pentru pereții structurali și nestructurali din tabelele 1 ... 73 din [1], s-au calculat următoarele caracteristici - în câmp curent:

- temperaturile T_{si} ;
- umiditatea relativă interioară până la care nu apare fenomenul de condens ($\phi_{i \max}$).

- 8.4 În tabelele 1 ... 73 din cadrul normativului [1], precum și în tabelele 1... 18 din normativul [2], se dau valorile temperaturilor minime $T_{si \min}$, rezultate din calculul câmpurilor de temperaturi. Valorile din tabele sunt valabile pentru zona II climatică și pentru o temperatură interioară $T_i = +20^{\circ}C$.

Pentru alte condiții de temperatură (T'_i și T'_e), temperatura minimă ($T'_{si \min}$) se poate determina cu relația:

$$T'_{si,min} = T'_i - \frac{T_i - T_e}{T_i - T_e} (T_i - T_{si,min}) \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (8)$$

în care:

$$T_i = +20^{\circ}\text{C}$$

$$T_e = -15^{\circ}\text{C}$$

8.5 Temperatura superficială medie, aferentă suprafeței interioare a unui element de construcție având o rezistență termică specifică corectată R' , se poate determina cu relația:

$$T_{si,m} = T_i - \frac{T_i - T_e}{\alpha_i R'} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (9)$$

8.6 Pentru un grad mai mare de asigurare față de riscul de apariție a condensului superficial la calculul automat al câmpului de temperaturi se pot considera următoarele valori ale coeficientului de transfer termic superficial α_i :

$\alpha_i = 4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ - în jumătatea superioară a încăperilor;

$\alpha_i = 3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ - în jumătatea inferioară a încăperilor

8.7 În fișa [b] se prezintă succesiunea calculelor care trebuie să fie efectuate pentru determinarea și pentru verificarea temperaturilor superficiale T_{si} , pe suprafețele interioare ale elementelor de construcție perimetrale.

9. COMPORTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE LA DIFUZIA VAPORILOR DE APA

9.1 Comportarea elementelor de construcție la difuzia vaporilor de apă, se stabilește prin calculul transferului de masă (umiditate) prin elementele de construcție.

9.2 Astfel, comportarea unui element de construcție la difuzia vaporilor de apă este corespunzătoare dacă:

a) cantitatea de apă provenită din condensarea vaporilor în masa elementului de construcție în perioada rece a anului (m_w) este mai mică decât cantitatea de apă care s-ar putea evapora în perioada caldă a anului (m_v):

$$m_w < m_v \quad [\text{kg}/\text{m}^2] \quad (10)$$

b) creșterea umidității relative masice (ΔW), la sfârșitul perioadei de condens interior, nu depășește valoarea maximă admisibilă:

$$\Delta W = 100m_w < \Delta W_{adm} \quad [\%] \quad (11)$$

în care:

ρ densitatea aparentă a materialului care s-a umezit prin condensare $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

d_w grosimea stratului de material în care se produce acumulare de apă $[\text{m}]$.

9.3 Valorile maxime ΔW_{adm} - sunt cuprinse în reglementările tehnice specifice.

9.4 În calcule se consideră următoarele temperaturi exterioare medii anuale:

zona I climatică $T_{em} = + 10,5^{\circ}\text{C}$

zona II climatică $T_{em} = + 9,5^{\circ}\text{C}$

zona III climatică $T_{em} = + 7,5^{\circ}\text{C}$

zona IV climatică $T_{em} = + 6,5^{\circ}\text{C}$

9.5 Umiditatea relativă a aerului exterior se consideră:

- media anuală $\varphi_e = 80\%$
- în perioada rece a anului $\varphi_e = 85\%$

9.6 Verificarile se fac fie pe baza calculului numeric automat, utilizând programul de calcul CONDL, care dă direct valorile m_w , m_v , ΔW și ΔW_{adm} , fie manual, pe baza relațiilor de calcul din reglementările specifice în vigoare.

9.7 Pentru pereții exteriori ai clădirilor de locuit, realizați dintr-un singur strat omogen sau cvasiomogen, cu eventuale tencuieli, nu este necesară verificarea prin calcul a comportării la difuzia vaporilor de apă; fac excepție pereții exteriori ai încăperilor cu umidități relative ale aerului interior de peste 60%. (sauna, uscătorii, spălătorii, ș.a.).

9.8 Determinarea rezistenței la permeabilitate la vaporii (R_v) a elementelor de construcție, se face pe baza coeficienților și a factorilor din [1], anexa A.

TABELUL III

VERIFICAREA COMPORTĂRII PEREȚILOR STRUCTURALI DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ + STRAT TERMOIZOLANT, LA DIFUZIA VAPORILOR DE APĂ

TERMOIZOLATIE	GROSI ME			ZONA I			ZONA II			ZONA III			ΔW_{adm}
	perete	termo-izolație	bariera contra vaporilor	m_w	m_v	ΔW	m_w	m_v	ΔW	m_w	m_v	ΔW	
.	cm	mm		kg/m ²	%		kg/m ²	%		kg/m ²	%		%
POLISTIREN CELULAR	40,0	3,5	0,2	0,063	2,197	8,96	0,020	2,168	2,83	0,041	1,861	5,84	15
	42,5	6,0	-	0,056	2,878	4,67	0,097	2,631	8,12	0,161	2,238	13,44	
	45,0	8,5		0,049	1,560	2,87	0,083	2,547	4,86	0,136	2,164	8,00	
	47,5	11,0		0,038	2,486	1,71	0,070	2,503	3,16	0,113	2,128	5,15	
	50,0	13,5		0,034	1,213	1,27	0,058	2,389	2,13	0,095	2,064	3,50	
VATĂ MINERALĂ G100	40,0	3,5	0,2	0,0060	2,294	0,16	0,0170	2,163	0,49	0,038	1,914	1,08	3
	42,5	6,0		0,0002	0,565	0,00	0,0001	0,537	0,00	0,000	0,000	0,00	
	45,0	8,5		0,0002	0,590	0,00	0,0009	0,564	0,01	0,000	0,000	0,00	
	47,5	11,0		0,0014	2,536	0,01	0,0040	2,329	0,04	0,011	0,529	0,10	
	50,0	13,5		0,0025	2,453	0,02	0,0070	2,297	0,05	0,0152	2,006	0,11	

OBSERVAȚII:

1) Calculele au fost făcute pentru zidărie din cărămizi cu $\lambda = 0,80 \text{ W/(mK)}$, eu tencuială exterioară de 3 cm grosime și tencuială interioară de 2 cm grosime.

2) Bariera contra vaporilor se realizează din folie de polietilenă și se amplasează între termoizolație și stratul interior din zidărie de cărămidă, de 24 cm grosime.

9.8 În tabelul III se prezintă rezultatele calculelor efectuate privind comportarea la condens interior a pereților structurali din zidărie de cărămidă + strat termoizolant, utilizați în cadrul tabelelor 1 ... 73 din [1].

10 STABILITATEA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ȘI A ÎNCĂPERILOR

10.1 Criteriile de performanță ale stabilității termice sunt:

- Pentru elemente de construcții:
 - coeficientul de amortizare v_T pentru iarnă și vară
 - coeficientul de defazaj ϵ pentru vară
 - coeficientul de stabilitate Φ_i pentru iarnă
- Pentru încăperi:
 - amplitudinea de oscilație a temperaturii aerului interior A_{Ti} (pentru iarnă și vară).

10.2 Calculele se efectuează în conformitate cu fișa [c] alăturată, cu ajutorul programului de calcul automat RENESTL și al relațiilor de calcul din reglementările specifice în vigoare.

10.3 În tabelele IV și V se dau:

- valorile minime D și R pentru care nu este necesară verificarea la stabilitate termică la clădirile de locuit (tabelul IV);
- valorile normate pentru aprecierea stabilității termice la clădirile de locuit (tabelul V):
 - 1) stabilitatea termică a elementelor de construcție;
 - 2) stabilitatea termică a încăperilor.

10.4 Pentru proiectarea și pentru verificarea stabilității termice, pentru condiții de vară și de iarnă, a elementelor de construcție perimetrale și a încăperilor clădirilor de locuit, se vor putea utiliza prevederile reglementărilor tehnice referitoare la proiectarea la stabilitate termică a elementelor de închidere ale clădirilor.

VALORI MINIME D ȘI R PENTRU CARE NU ESTE NECESARĂ VERIFICAREA LA STABILITATE TERMICĂ LA CLĂDIRILE DE LOCUIT

TABELUL IV

ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE		VALORI MINIME	
		D	R
		-	m ² K/W
Zona opacă a pereților exteriori		3,0	1,875
Planșeul peste ultimul nivel	- sub terase	3,5	3,125
	- sub poduri	2,5	1,250

VALORI NORMATE PENTRU APRECIEREA STABILITĂȚII TERMICE LA CLĂDIRILE DE LOCUIT

TABELUL V

1. STABILITATEA TERMICĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE		VALORI MINIME		
		v_T	ϵ	Φ_i
		-	ore	-
Zona opacă a pereților exteriori		15	8	5
Planșeul peste ultimul nivel (partea opacă)	1- sub terase	25	10	6
	1- sub poduri	10	8	3

2. STABILITATEA TERMICĂ A ÎNCĂPERILOR

Amplitudinea de oscilație a temperaturii interioare	iarna	A_{Ti}	max 1,0 °C
	vara		min 5,0 °C

11 REZISTENȚE TERMICE ȘI TEMPERATURI SUPERFICIALE NORMATE

11.1 Rezistențele termice și temperaturile superficiale determinate pe baza prevederilor din capitolele 7 și 8 din prezentul ghid, trebuie să fie comparate cu valorile corespunzătoare normate.

11.2 Rezistențele termice specifice sunt normate astfel:

- pe considerente igienico - sanitare și de confort, în mod indirect, prin limitarea diferențelor de temperaturi între temperatura aerului interior și temperatura superficială interioară, medie, aferentă fiecărei încăperi în parte și fiecărui tip de element de construcție:

$$\Delta T_{imax} = T_i - T_{si\ min} \quad [K] \quad (12)$$

- pe considerente termoeconomice, în mod direct, prin stabilirea unor valori minime R'_{min} ale rezistențelor termice specifice corectate, medii pe clădire, pentru fiecare tip de element de construcție.

11.3 Valorile ΔT_{imax} pe baza carora se calculează valorile rezistențelor termice specifice necesare R'_{nec} se dau în [1], iar pentru elementele de construcție în contact cu solul, în [2].

Rezistența termică specifică necesară se calculează cu relația:

$$R'_{nec} = \frac{\Delta T}{\alpha_i \cdot \Delta T_{imax}} \quad [m^2K/W] \quad (13)$$

În cazul unui element de construcție adiacent unui spațiu neîncălzit având temperatura T_u , în loc de $\Delta T = T_i - T_e$, în relația (13) se introduce diferența de temperatură $(T_i - T_u)$.

11.4 Valorile R'_{min} se dau în tabelul VI din prezentul ghid, cu precizarea ca valorile sunt diferite, în funcție de perioada când se proiectează clădirile, astfel:

- clădiri proiectate până la 1.01.1998;
- clădiri proiectate după 1.01.1998.

La clădirile existente care urmează a fi reabilite și modernizate, valorile din tabelul VI au caracter de recomandare.

REZISTENȚE TERMICE MINIME $R'_{\min}$ ALE ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE, PE ANSAMBLUL CLĂDIRII

TABELUL VI

Nr. crt.	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE	$R'_{\min}$ [m ² K/W]	
		CLADIRI 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	Planșee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	2,00	3,00
4	Planșee peste subsoluri neîncălzite și pivnițe	1,10	1,65
5	Pereți adiacenți rosturilor închise	0,90	1,10
6	Planșee care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindouri, ganguri de trecere, ș.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 demisoluri sau la subsoluri încălzite	2,00	2,40

11.5 Temperaturile superficiale se limitează inferior astfel încât să nu apară fenomenul de condens pe suprafața interioară a elementelor de construcție:

$$T_{si,min} \geq \theta_r, \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (14)$$

in care θ_r , este temperatura punctului de rouă.

Pentru clădiri de locuit, în condițiile unei temperaturi interioare de calcul $T_i = +20^{\circ}\text{C}$ și a unei umidități relative a aerului umed interior $\phi = 60\%$, temperatura punctului de rouă este $\theta_r = 12^{\circ}\text{C}$.

11.6 Valorile temperaturilor superficiale medii pe încăpere ($T_{si,min}$) se limitează indirect prin normarea indicatorilor globali de confort termic PMV și PPD, precum și a indicatorilor specifici disconfortului local:

- temperatura suprafeței pardoselii;
- variația pe verticală a temperaturii aerului;
- asimetria temperaturii radiante.

12 DETERMINAREA ȘI VERIFICAREA COEFICIENTULUI GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ

12.1 Determinarea și verificarea coeficientului global de izolare termică se face pe baza prevederilor din normativul [7].

12.2 Coeficientul global de izolare termică se calculează cu relația:

$$G = \frac{\sum(L_j \cdot \tau_j)}{V} + 0,34n \quad [\text{W}/(\text{m}^3\text{K})] \quad (15)$$

în care:

L - coeficientul de cuplaj termic, calculat cu relația:

$$L = A/R'_m \quad [W/K] \quad (16)$$

τ factorul de corecție a temperaturilor exterioare [-];

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

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

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

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

- 12.3 Ariile elementelor de construcție pe ansamblul clădirii, precum și aria anvelopei, se măsoară pe conturul fețe lor interioare ale elementelor de construcție perimetrice (fig.1 și 2).

Așa cum rezulta din fig.3, dimensiunile de calcul pe ansamblul clădirii se stabilesc prin ignorarea elementelor de construcție interioare. Volumul interior, încălzit, al clădirii, se calculează ca volumul delimitat de anvelopa clădirii.

- 12.4 Factorul de corecție a temperaturilor exterioare se calculează cu relația (2), pe baza prevederilor de la pct. 5.5 ... 5.8 din prezentul ghid.

Pentru calcule în faze preliminare de proiectare, se pot utiliza valorile τ din tabelul I din prezentul ghid și de la pct.3.7. din [7].

- 12.5 Rezistențele termice corectate medii R'_m se determina în conformitate cu prevederile din capitolul 7 din prezentul ghid, precum și din [1] și [2]. Pentru primele faze de proiectare, se poate utiliza metoda de calcul din [1], anexa H.

Pentru ultima faza de proiectare, valorile R'_m se vor determina cu un grad mai ridicat de precizie, prin utilizarea coeficienților liniari (ψ) și punctuali (χ) de transfer termic, care se dau în tabelele din [1] și din [2].

- 12.6 Rezistențele termice ale suprafețelor vitrate se vor considera conform prevederilor din [1], inclusiv din anexa I.

- 12.7 Viteza de ventilare, respectiv numărul de schimburi de aer pe ora n, se va lua din tabelul VII.

- 12.8 Coeficientul global normat de izolare termică GN, se ia din tabelul VIII, în funcție de numărul de niveluri N și de raportul dintre aria anvelopei A și volumul clădirii V.

NUMĂRUL SCHIMBURILOR DE AER PE ORĂ - n - (h^{-1}) LA CLĂDIRI DE LOCUIT
(conform INCERC)

TABELUL VII

CATEGORIA CLĂDIRII		CLASA DE ADĂPOSTIRE	CLASA DE PERMEABILITATE		
			ridică	medie	scăzută
Clădiri individuale (case unifamiliale, cuplate sau înșiruite, ș.a.)		neadăpostite	1,5	0,8	0,5
		moderat adăpostite	1,1	0,6	0,5
		adăpostite	0,7	0,5	0,5
Clădiri cu mai multe apartamente, cămine, internate, ș.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 orașelor și în piețe.
moderat adăpostite: Clădiri în interiorul orașelor, cu minimum 3 clădiri în apropiere.
adăpostite: Clădiri în centrul orașelor, clădiri în păduri.

CLASA DE PERMEABILITATE:

ridică: Clădiri cu tâmplărie exterioară fără măsuri de etanșare.
medie: Clădiri cu tâmplărie exterioară cu garnituri de etanșare.
scăzută: Clădiri cu ventilație controlată și cu tâmplărie exterioară prevăzută cu măsuri speciale de etanșare.

COEFICIENTI GLOBALI NORMATI DE IZOLARE TERMICA GN, [W/(m³K)] LA CLADIRI DE LOCUIT

TABELUL VIII

NUMARUL DE	A/V	GN	NUMARUL DE	A/V	GN
NIVELURI N	m² / m³	W/(m³K)	NIVELURI N	m² / m³	W/(m³K)
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	0,62		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
	20,75	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 și 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 și modernizate, valorile din tabel au caracter de recomandare.

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

$$G \leq GN' \quad [W/m^3K] \quad (17)$$

12.10 Principalii factori geometrici care influențează asupra coeficientului global 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 (aria construită).

- **gradul de vitrare**, exprimat prin raportul:

$$v = \frac{A_f}{(A_f + A_p)}$$

în care:

A_f aria tâmplăriei exterioare și a altor suprafețe vitrate;
A_p aria zonelor opace ale pereților exteriori.

- 12.11 La prima faza de proiectare se recomandă a se face un prim calcul considerând valorile R'_m conform tabelului VI. In funcție de valoarea G obținută, se acționează asupra planurilor de arhitectură, a gradului de vitrare, etc.
- 12.12 Succesiunea calculelor se recomandă a se efectua pe baza fișei [d].

- Determinarea rezistențelor termice specifice = cea mai importantă și mai dificilă problemă termotehnică.
- Aceasta, ca urmare a numeroaselor tipuri de punți existente în elementele de construcție și a influenței lor semnificative asupra rezistenței termice.
- Metodele de calcul folosite sunt în funcție de informațiile disponibile și de precizia necesară, corelate cu fazele de proiectare.

METODELE DE CALCUL FOLOSITE
DEPIND DE :

ÎN CONSECINȚĂ

Aproximativ		Reduse	METODĂ APROXIMATIVĂ LA FAZE PRELIMINARE
PRECIZIA NECESARĂ	FAZE PRELIM.	INFORMAȚIILE DISPONIBILE	
	FAZE INTERM.		METODĂ SIMPLIFICATĂ LA FAZE INTERMEDIARE
Exact	FAZA FINALĂ	Complete	METODE EXACTE LA FAZA FINALĂ

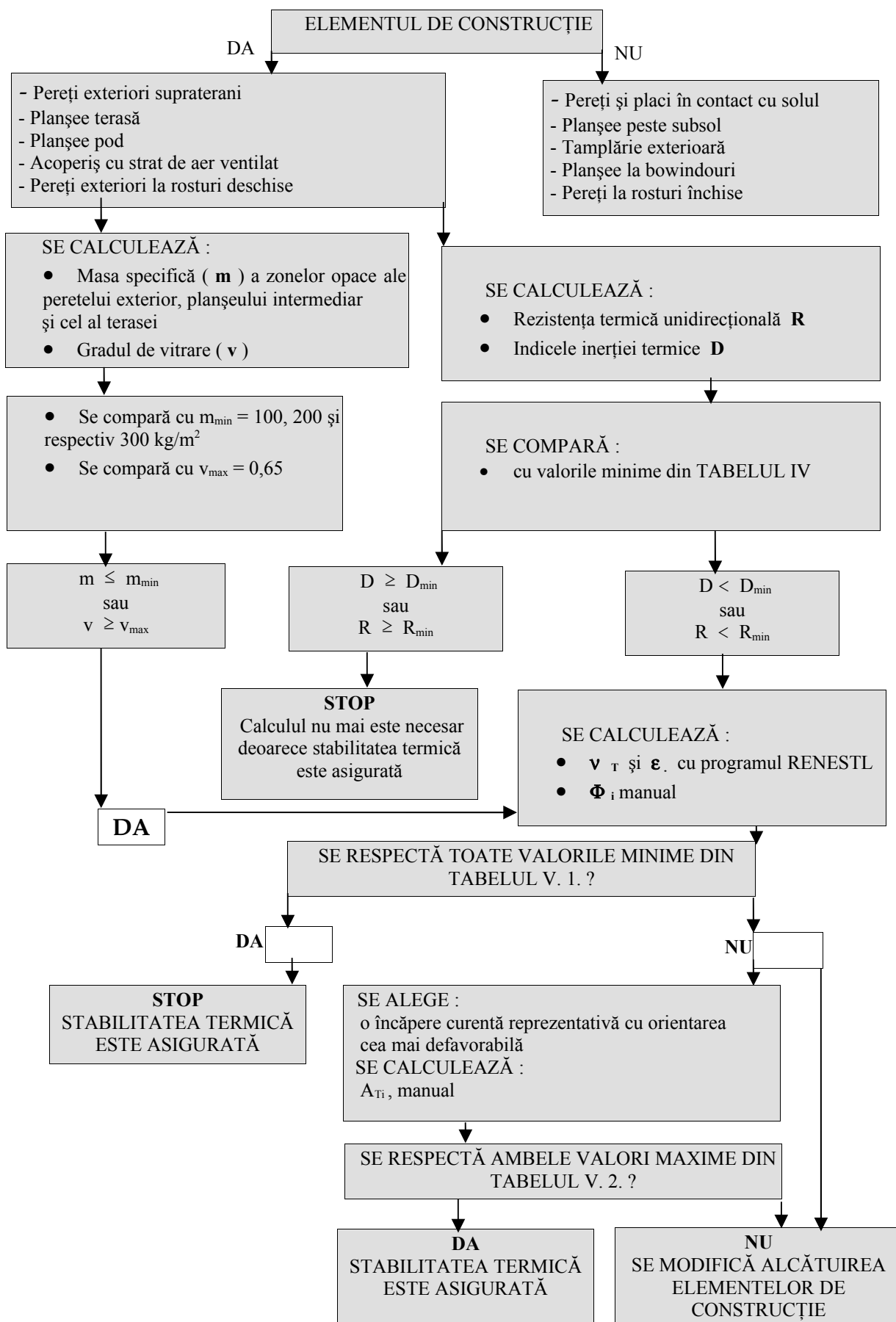
METODE DE CALCUL A REZISTENȚELOR TERMICE SPECIFICE CORECTATE (R'):

- | | |
|------------------------|--|
| 1. METODĂ APROXIMATIVĂ | Reducerea globală a rezistențelor termice unidirecționale R din câmp curent - pct. 3.5.3 din [7]. |
| 2. METODĂ SIMPLIFICATĂ | Media aritmetică a rezistențelor termice determinate pe zone dispuse paralel cu fluxul termic și pe straturi dispuse perpendicular pe fluxul termic - anexa H din [1]. |
| 3. METODE EXACTE | Metoda coeficienților specifici liniari (ψ) și punctuali (χ) de transfer termic, pe baza relațiilor de calcul din cap. 7 [1] și [2] și a tabelelor 1....73 din [1] și 1....18 din [2].
Metoda câmpurilor plane (2D) de temperaturi pe baza calculului numeric automat din anexa J din [1] și din anexa C din [2]. |

VERIFICĂRI NECESARE :

1. Compararea cu rezistențele termice necesare R'_{nec} determinate în funcție de valorile ΔT_i $T_{i,max}$ (verificare la fiecare încăpere).
2. Compararea rezistențelor termice medii R'_m cu valorile R'_{min} stabilite pe considerente de economie de energie (verificare pe ansamblul clădirii).
3. Compararea coeficienților globali de izolare termică G cu valorile normate GN (verificare pe ansamblul clădirii).

TEMPERATURI SUPERFICIALE		fișa b
DETERMINĂRI	VERIFICĂRI	
1) Temperaturi T_{si} în câmp curent (și acoperitor în alte zone cu lățimi relativ mari, de exemplu în dreptul stâlpișorilor, grinzilor, ș.a.) $T_{si} = T_i - \frac{\Delta T}{\alpha_i R}$ Adiacent spațiilor neîncălzite, ΔT se înlocuiește cu $(T_i - T_u)$	Se pot aprecia următoarele performanțe: $\Phi_{i \max}$ $T_{e \min}$ până la care: $T_{i \min} \quad T_{si} \geq \theta_r$	
2) Temperaturi $T_{si \min}$ în dreptul punților - Tabele 1 ... 73 din [1] 1 ... 18 din [2] pentru detalii uzuale: - direct din tabele pentru $T_i = 20^\circ\text{C}$ și $T_e = -15^\circ\text{C}$ - din tabele + relația (8) pentru alte temperaturi T_i și T_e - Calculul numeric automat 2D (plan), pentru detalii ale punților termice liniare care nu se găsesc în tabele și/sau pentru alte condiții speciale: - direct, pentru orice valori T_i și T_e; - direct, pentru un grad mai mare de asigurare, considerând: $\alpha_i = 4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, în jumătatea superioară și $\alpha_i = 3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, în jumătatea inferioară a încăperilor - Calculul numeric automat 3D (spațial), pentru punți termice punctuale care nu se găsesc în tabele și/sau pentru alte condiții speciale: - <u>exact</u>, pentru colțuri formate la intersecția a 3 planuri (2 pereți + tavan sau 2 pereți + pardoseală), pentru intersecția a două punți termice liniare sau pentru ancore metalice sau ploturi de b.a. care nu se găsesc în tabele; - <u>aproximativ</u>, cu relația (17) din [1], pentru colțuri formate la intersecția a 3 planuri.	Se verifică exigența: $T_{si \min} \geq \theta_r$ în care: θ_r - din anexa B din [1], în funcție de T_i și Φ_i; - prin calcul, din anexa C din [1]	
3) Temperatura $T_{si \text{ m}}$ aferentă unei încăperi $T_{si \text{ m}} = T_i - \frac{\Delta T}{\alpha_i R'}$ Adiacent spațiilor neîncălzite, ΔT se înlocuiește cu $(T_i - T_u)$	Se verifică exigențele: - indicii globali de confort termic PMV și PPD. - indicatorii disconfortului local: • temperatura pardoselii; • variația pe verticală a temperaturii aerului; • asimetria temperaturii radiante.	



COEFICIENTUL GLOBAL DE IZOLARE TERMICĂ	fișa d
---	---------------

SUCCESIUNEA CALCULELOR

1. Stabilirea planurilor și secțiunilor verticale caracteristice ale clădirii, cu precizarea conturului spațiilor încălzite.
2. Calculul ariilor tuturor elementelor de construcție perimetrale (A_j).
3. Calculul ariei anvelopei ($A = \sum A_j$) și a volumului clădirii (V).
4. Determinarea temperaturilor T_u (prin bilanț termic).
5. Determinarea factorilor de corecție τ_j .
6. Determinarea rezistențelor termice corectate medii R'_{mj} .
7. Stabilirea numărului de schimburi de aer pe oră n (tabelul VII).
8. Calculul în cadrul unui tabel a expresiei:

$$\sum \frac{A_j}{R'_{mj}} \tau_j$$

9. Se calculează:

$$G = \frac{1}{V} \sum \frac{A \tau}{R'_m} + 0,34n$$

10. Se calculează : $\sum (A/V)$ și apoi GN (tabel VIII).

11. Se compară G cu GN.

12. Se calculează R'_m pe ansamblul anvelopei cu relația (7) din [7].

Nr. crt.	ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE		A	R' _m	τ	A . τ /R' _m
			m ²	m ² K/W	-	W/K
1	Pereți exteriori					
2	Planșee	peste subsol				
3		terasă				
4		pod				
5		sub bowindowuri				
6	Pereți rost	deschis				
7		închis				
8	Tâmplărie exterioară	curentă				
9		cu obloane exterioare				
10	Pereți subsol încălzit	exteriori peste CTS				
11		exteriori sub CTS				
12		interiori (la subsol parțial)				
13		pe sol				
14	Placa	inferioară (subsol încălzit)				
TOTAL			Σ A	-	-	Σ A . τ /R' _m

