



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
CLUJ NAPOCA, 2018

## CONSIDERAȚII ASUPRA CALCULULUI TERMOTEHNIC AL UNEI CLĂDIRI ÎN VEDEREA ELABORĂRII CERTIFICATULUI ENERGETIC Partea I-a

Ioan VIDICAN, Mircea BEJAN, Ioan Aurel CHERECHEȘ

### CONSIDERATIONS ON THERMOTHETICAL CALCULATION OF A BUILDING FOR ELABORATION - ENERGY CERTIFICATE - I

In this paper some references are made to the thermo-technical calculation of residential buildings and apartments. Calculations also provide information on the total annual specific energy consumption for heating, lighting, hot water, ventilation, whereby the building falls into an energy class, and then measures are taken to improve the thermal energy performance of building.

Keywords: building, apartment, heat, electricity, thermal ventilation

Cuvinte cheie: clădire, apartament, căldură, electricitate, ventilație termică

#### 1. Generalități

Prin *certificatul energetic*<sup>1</sup> se obțin informații asupra performanței energetice a unei clădiri (apartament), exprimată, în principal, prin consumul total anual specific de energie în kWh/m<sup>2</sup> arie

---

<sup>1</sup> Începând cu 1 ianuarie 2011, Certificatul energetic este obligatoriu la **orice tranzacție a unui imobil**. Certificatul energetic este obligatoriu pentru toate locuințele, chiar și pentru cele din blocurile reabilitate termic.

utilă, respectiv prin consumul de căldură anual specific pentru încălzire, apă caldă de consum și iluminat, eficiență energetică a clădirii (apartamentului) prin încadrarea acestuia într-o clasă energetică.

În funcție de performanța energetică avută, clădirile se clasifică în 7 clase pe o scală energetică, pornind de la clasa A caracterizată prin consumul cel mai scăzut de energie, respectiv un consum de până în 125 de kWh/m<sup>2</sup>/an, până la clasa G corespunzătoare celui mai ridicat consum specific de energie, respectiv un consum de peste 820 kWh/m<sup>2</sup>/an.

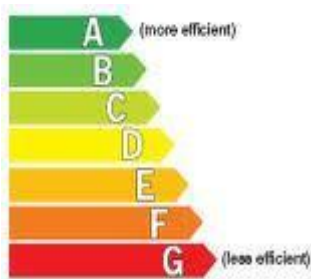


Fig.1 Diagramă Certificat Energetic

## 2. Procedura generală de calcul

Itinerarul de calcul este sintetizat

după cum urmează:

1) se stabilesc în funcție de localitate: zona climatică, temperaturile exterioare medii lunare.

2) se definesc limitele spațiului încălzit și ale spațiilor neîncălzite; dacă este cazul se împarte clădirea în zone diferite, realizându-se zonare acesteia (cazul clădirilor multizonale)

3) în cazul încălzirii cu intermitență, se definesc intervalele de timp care sunt caracterizate de programe diferite de încălzire.

4) în cazul clădirilor monozonale se calculează caracteristicile termice ale elementelor de construcție, coeficienții de pierderi prin transmisie și ventilare ai spațiului încălzit.

5) se stabilește temperatura interioară a zonelor încălzite

6) se stabilește preliminar perioada de încălzire, conform SR 4839 (1997).

7) se calculează temperatura exterioară medie a perioadei de încălzire preliminară și intensitățile radiației solare medii pe perioada de încălzire în funcție de orientare.

8) se calculează pierderile de căldură ale clădirii pe perioada preliminară.

9) se calculează aporturile de căldură ale clădirii pe perioada preliminară (interne și solare).

10) se calculează factorul de utilizare al aporturilor,  $\eta_1$ .

11) se recalculează temperatura de echilibru și perioada reală de încălzire.

12) se calculează temperatura exterioară medie a perioadei de încălzire reală și intensitățile radiației solare medii pe perioada de încălzire în funcție de orientare.

13) se calculează pierderile de căldură ale clădirii,  $Q_L$ .

14) se calculează degajările interne de căldură,  $Q_i$ .

15) se calculează aporturile solare,  $Q_s$ .

16) se calculează factorul de utilizare al aporturilor de căldură pentru clădirea reală,  $\eta$ .

17) se calculează necesarul anual de energie pentru încălzire al clădirii,  $Q_h$ .

18) se calculează pierderile de căldură ale subsistemelor care compun instalația de încălzire.

19) se calculează energia recuperată de la instalația de încălzire și de la instalația de apă caldă de consum.

20) se calculează necesarul total de energie pentru încălzire.

21) se calculează energia primară corespunzătoare consumurilor de energie și combustibililor utilizați.

22) se calculează emisiile de  $CO_2$  corespunzătoare consumurilor de energie și combustibililor utilizați.

### 3. Analiza energetică a anvelopei clădirii de referință (exemplu de calcul)

Calculul rezistenței termice în câmp a unui perete de la o construcție.

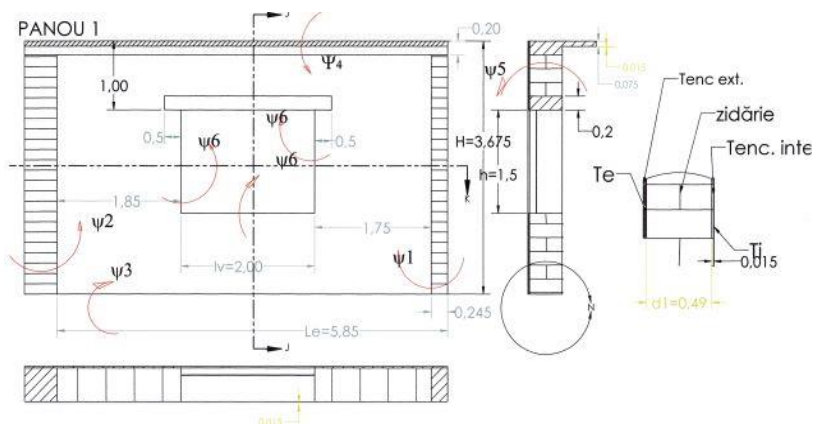


Fig. 2 Secțiunea unui perete la o clădire

Determinarea suprafețelor:

$$A_{\text{totală}} = H \cdot L = 3,675 \cdot 5,85 = 21,206 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{vitrată}} = l_v \cdot h_v = 2,00 \cdot 1,5 = 3,00 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{opacă}} = l_v \cdot h_v = 21,206 - 3 = 18,206$$

Calculul transmitanței termice corectate:

$$U' = \frac{1}{R_{\text{câmp}}} + \frac{\sum(\Psi_i \cdot l_i)}{A_{\text{opacă}}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

Coefficienții liniari de transfer de căldură:

$$\Psi_1 = -0,045 \text{ W/mK (catalog, A4)}$$

$$\Psi_2 = 0,185 \text{ W/mK (catalog, B4)}$$

$$\Psi_3 = 0,27 \text{ W/mK (C 107/5, tab. 2)}$$

$$\Psi_4 = 0,146 \text{ W/mK (catalog, E1)}$$

$$\Psi_5 = 0,580 \text{ W/mK (catalog, K16)}$$

$$\Psi_6 = 0,187 \text{ W/mK (catalog, J3)}$$

$$U' = \frac{1}{0,83} + \frac{\Psi_1 \cdot H + \Psi_2 \cdot H + \Psi_3 \cdot L + \Psi_4 \cdot L + \Psi_5 \cdot l_v + \Psi_6 \cdot l_v + 2\Psi_6 \cdot h_v}{18,206}$$

$$= \frac{1}{0,83} + \frac{0,045 \cdot 3,675 + 0,185 \cdot 3,675 + 0,27 \cdot 5,85 + 0,146 \cdot 5,85 + 0,580 \cdot 2,00 + 0,187 \cdot 2 + 2 \cdot 0,187 \cdot 1,5}{18,206}$$

$$= \frac{1}{0,83} + \frac{5,373}{18,206} = 1,499$$

$$U' = 1,499 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Calculul rezistenței termice corectate:

$$R' = \frac{1}{U'} = \frac{1}{1,499} = 0,667 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R' < R_{\text{min}} = 1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$$

#### 4. Calculul rezistenței termice în câmp la Planșeu sub pod

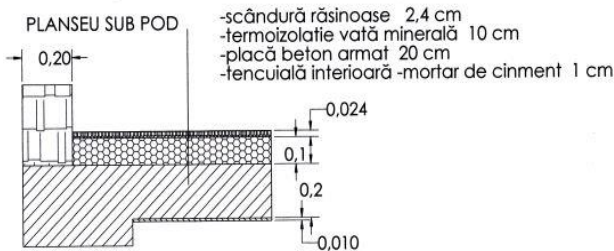


Fig. 3 Secțiune printr-un planșeu de pod

Coeficient de conductivitate  $\lambda$  [W/mK]

Tencuială interioară  $\lambda=0,87$  W/mK

Placa beton armat  $\lambda=1,74$  W/mK

Termoizolație vată minerală  $\lambda=0,044$  W/mK

Scândură rășinoase  $\lambda=0,35$  W/mK

$$S_{\text{planseu}}=25,1 \cdot 14,5=363,95 \text{ m}^2$$

$$\alpha_i=10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha_e=12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Psi_2=0,364 \text{ W/mK (Catalog H4)}$$

$$R_{O \text{ planseu}} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{10} + \frac{0,01}{0,87} + \frac{0,2}{1,74} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,024}{0,35} + \frac{1}{12} = 2,651 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U'_{\text{planseu}} = \frac{1}{R_{O \text{ planseu}}} + \frac{\Psi_2 \cdot \text{Pint}}{S_{\text{planseu}}}$$

$$U'_{\text{planseu}} = \frac{1}{2,651} + \frac{0,364 \cdot 75,68}{363,95} = 0,452 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R'_{\text{min. planseu}} = 0,5 \text{ m}^2\text{K/W (Ordin 2641/2017 tabelul 1)}$$

$$R'_{\text{planseu}} = \frac{1}{U'_{\text{planseu}}} = \frac{1}{0,435} = 2,209 \text{ m}^2\text{K/W} < R'_{\text{min. planseu}}$$

## 5. Calculul rezistenței termice în câmp la placa pe sol

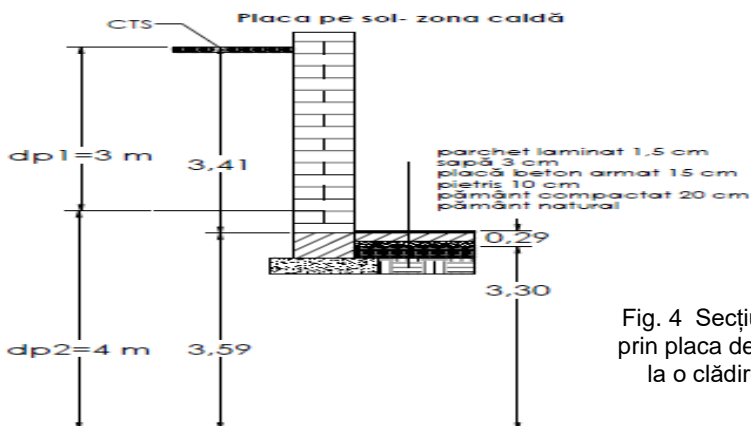


Fig. 4 Secțiune prin placa de sol la o clădire

Coeficient de conductivitate  $\lambda$  [W/mK]

Strat de rupere a capilaritatii, pietris  $\lambda = 0,70$  W/mK

Placa beton armat  $\lambda = 1,74$  W/mK

Sapa de egalizare, beton  $\lambda = 0,75$  W/mK

Parchet laminat  $\lambda = 0,23$  W/mK

Calculul rezistenței termice specifice unidirecționale:

$$d_{p1} = 3,00 \text{ m} \quad \lambda_{p1} = 2,00 \text{ W/mK}$$

$$d_{p2} = 4,00 \text{ m} \quad \lambda_{p2} = 4,00 \text{ W/mK}$$

$$R_{2c} = \frac{1}{6} + \frac{3,3}{4} + \frac{3,6}{2} + \frac{0,2}{1,16} + \frac{0,1}{0,7} + \frac{0,15}{1,74} + \frac{0,03}{0,75} + \frac{0,01}{0,23} = 3,276 \text{ m}^2\text{K/W}$$

## 6. Determinarea performanței termice a elementelor vitrate

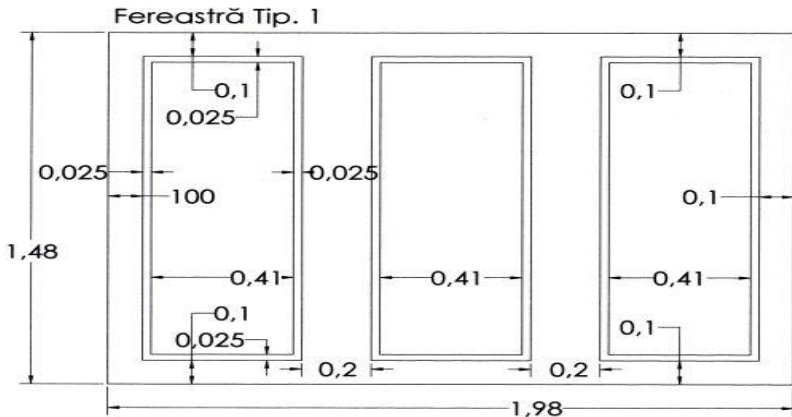


Fig. 4. Geam la o clădire

Identificarea ariilor caracteristice

$A_w$  – aria ferestrei

$A_g$  – aria geamului

$A_f$  – aria tâmplăriei

$L_g$  – perimetrul de contact rama-geam

$$A_w = 1,98 \cdot 1,48 = 2,93 \text{ m}^2$$

$$A_g = 3 \cdot 1,25 \cdot 0,41 = 1,512 \text{ m}^2$$

$$A_f = A_w - A_g = 1,418 \text{ m}^2$$

$$L_g = 2 \cdot (1,23 + 0,41) \cdot 3 = 9,84 \text{ m}$$

Determinarea rezistenței termice

$U_g$  - transmitanța sticlei

$U_f$  - transmitanța ramei

$U_w$  - transmitanța ferestrei

$\Psi_g$  – coeficient liniar de transfer termic

Conform normativului C107/3

$$U_g = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_f = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\Psi_g = 0,06 \text{ W/Mk}$$

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + L_g \cdot \Psi_g}{A_w} = \frac{1,512 \cdot 1,8 + 1,418 \cdot 2,2 + 9,84 \cdot 0,06}{2,93} = 2,195 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_w = \frac{1}{U_w} = \frac{1}{2,195} = 0,455 \text{ m}^2\text{K/W} < R_{\text{min.normat}}$$

$$R_{\text{min.normat}} = 0,50 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (Ordin 2641/2017 tabelul 3)}$$

## 7. Concluzii

■ În exemplu de calcul din această lucrare s-a calculat/determinat **rezistența termică în câmp** pentru un perete, un geam, planșeu sub pod și placă pe sol. S-au obținut următoarele valori:

$$\text{Perete } R'_{0,66} = < R_{\text{min}} = 1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Geam } R_w = 0,455 \text{ m}^2\text{K/W} < R_{\text{min.normat}} (0,5 \text{ m}^2\text{K/W})$$

$$\text{planșeu sub pod } R'_{pl} = 2,209 \text{ m}^2\text{K/W} < R'_{\text{min.pl.}} (5 \text{ m}^2\text{K/W})$$

$$\text{placă pe sol } R_{2c} = 3,276 \text{ m}^2\text{K/W}$$

■ Se observă că valorile rezultate în urma calculelor sunt sub valorile stabilite în normative. În partea II-a a lucrării sun date soluțiile de creștere a valorilor la **rezistenței termice în câmp**

## BIBLIOGRAFIE

### Standarde

[1] \* \* \* Mc 001/1,2,3 - (2006) - *Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor. Partea I, Partea a II-a și Partea a III-*

- [2] \* \* \* Mc 001/4 - (2009) - *Metodologie de calcul al performantei energetice a clădirilor. Breviar de calcul a performanței energetice a clădirilor și apartamentelor.*
- [3] \* \* \* Mc 001/5 (2009) *Metodologie de calcul al performantei energetice a clădirilor. Model certificat de performanța energetică al apartamentului.*
- [4] \* \* \* SR 1907-2 - (1997) – *Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.*
- [5] \* \* \* SR 4389 - (1997) – *Instalații de încălzire.*
- [6] \* \* \* SR EN ISO 6949 - (1998) - *Părți și elemente de construcție. Rezistență termică și transmitanță termică. Metodă de calcul.*
- [7] \* \* \* SR EN ISO 9346 - (1998) - *Izolație termică.*
- [8] \* \* \* SR EN ISO 10077 – 1 - (2002) - *Performanța termică a ferestrelor, ușilor și jaluzelelor. Calculul transmitanței termice. Partea 1 Metodă simplificată.*
- [9] \* \* \* SR EN ISO 10077 – 2(2004) *Performanța termică a ferestrelor, ușilor și jaluzelelor. Calculul transmitanței termice. Partea 2: Metodă generală.*
- [10] \* \* \* SR EN ISO 13790 - (2004) – *Performanța termică a clădirilor. Calculul necesarului de energie pentru încălzire.*

### **Legi și Ordonanțe de Guvern**

- [11] \* \* \* Legea nr. 10/1995 – *Legea privind calitatea în construcții.*
- [12] \* \* \* Legea nr. 199/2000- *privind utilizarea eficientă a energiei.*
- [13] \* \* \* HG nr. 393/14.04.2002 - pentru aprobarea *Normelor metodologice de aplicare a Legii nr. 199/2000.*
- [14] \* \* \* Legea nr. 372/2005 – *privind performanța energetică a clădirilor.*
- [15] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură* – Ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București, 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Dr.Ing. Ioan VIDICAN  
Filiala Cluj a AGIR  
e-mail: ionvidi@yahoo.com

Prof.univ.em.Dr.Ing. Mircea BEJAN  
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca  
Președintele Filialei Cluj a AGIR  
e-mail: Mircea.Bejan@rezi.utcluj.ro

Șef lucr. Dr.Ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ  
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca  
Prefectul județului Cluj  
Relu Chereches <relu\_chereches@yahoo.com>

membri AGIR