

# Calculul densității sarcinii termice pentru birouri clasa A și B

Calculation of fire load for class A and B offices

Ovidiu MIHALACHE<sup>1</sup>, Ion ANGHEL<sup>2</sup>, Iulian-Cristian ENE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Academia de Politie “Alexandru Ioan Cuza” – Facultatea de Pompieri  
București, sector 2, Șoseaua Morarilor, nr.3  
ovidiu@3mexpert.ro

<sup>2</sup>Academia de Politie “Alexandru Ioan Cuza” – Facultatea de Pompieri  
București, sector 2, Șoseaua Morarilor, nr.3  
ion\_anghel2003@yahoo.com

<sup>3</sup>Academia de Politie “Alexandru Ioan Cuza” – Facultatea de Pompieri  
București, sector 2, Șoseaua Morarilor, nr.3  
iuliancristianene@gmail.com

**Rezumat.** Densitatea de sarcină termică din interiorul unui compartiment de incendiu, alături de fluxul căldurii degajate de incendiu, reprezintă doi parametri esențiali în domeniul ingineriei securității la incendiu, fiind utilizați în special ca parametri de intrare în modelarea incendiilor. Acest studiu începe cu o prezentare a evoluției modului în care a fost calculată, de-a lungul timpului, densitatea sarcinii termice. În continuare, sunt redată două metode de calcul a densității sarcinii termice, prima metodă fiind utilizată în conformitate cu standardul SR EN 10903-2: 2016, iar cea de-a doua, în conformitate cu standardul SR EN 1991-1-2-2016. În cadrul celor două metode sunt analizate două scenarii: un spațiu cu destinația de birou clasa A, utilizată de 120 lucrători, caracterizată de o suprafața de  $10 \text{ m}^2$  aferentă unui lucrător; un spațiu cu destinația de birou clasa B, utilizată de 216 lucrători, caracterizată de o suprafața de  $5 \text{ m}^2$  aferentă unui lucrător. În ambele scenarii, suprafața celor două birouri este identică, având valoarea de  $1232,50 \text{ m}^2$ .

În urma analizei rezultatelor obținute prin utilizarea celor două metode se constată că spațiile cu destinația de birou utilizate de un număr mai mare de lucrători au o sarcină termică mai mare decât în cazul spațiilor utilizate de mai puțini lucrători. Folosind metoda SR EN 10903-2: 2016 se obțin valori mai mari ale densității sarcinii termice decât prin folosirea metodei SR EN 1991-1-2-2016. De asemenea, se constată că riscul de incendiu este mic, valorile densității sarcinii termice fiind sub valoarea de  $420 \text{ MJ/m}^2$ .

**Cuvinte cheie:** densitate de sarcină termică, metode de calcul, birou clasa A și B

**Abstract.** In the field of fire safety engineering there are two key parameters being used mainly as input parameters in fire modeling, namely the fire load inside a the fire compartment, along side the heat flow released by the fire. This study begins with a presentation of the evolution of the calculation mode of the heat load density, over time. There are presented two methods of calculating the heat load density, the first method used

is according to standard SR EN 10903-2:2016, and the second, in accordance with the standard SR EN 1991-1-2-2016. Two scenarios are analyzed under the two methods: A „class A office room” used by 120 workers, each worker having attributed an area of 10 m<sup>2</sup>; A „class B office room” used by 216 workers, each worker having attributed an area of 5 m<sup>2</sup>. In both scenarios, the area of the two offices is identical, at 1,232.50 m<sup>2</sup>.

The results obtained through the use of the two methods show that office rooms used by a higher number of workers have a higher thermal load than the ones used by a smaller number of workers. By using the SR EN 10903-2:2016 method, there were obtained higher values of the fire load as opposed to using the SR EN 1991-1-2-2016 method. The analysis also shown that the fire risk is low, the values of the fire load being under 420 MJ/m<sup>2</sup>.

**Key words:** fire load, calculation methods, class A and B office

## 1. Introducere

Sarcina termică reprezintă cantitatea totală a căldurii degajate de incendiu obținută prin arderea tuturor materialelor combustibile aflate într-un compartiment de incendiu. Sarcina termică reprezintă un parametru important în cadrul modelării incendiilor și se măsoară în *MJ*. Sarcina termică se poate determina, folosindu-se diferite metodologii, prin analizarea unui model reprezentativ de clădiri, a dimensiunilor încăperilor, a materialelor combustibile fixe sau movibile și a caracteristicilor acestora.

În domeniul ingineriei securității la incendiu este utilizat conceptul curbei modelului de incendiu, reprezentat de principalul parametru, și anume, fluxul căldurii degajate de incendiu, denumit și HRR (eng: heat release rate). Acest parametru reprezintă cantitatea de căldură generată de un incendiu în unitatea de timp, fiind măsurat în J/s sau W.

Modelele de incendiu sunt caracterizate, în principal, prin raportarea fluxului căldurii degajate de incendiu la timp, densitatea sarcinii termice, utilizată independent de alți parametri, nefiind suficientă pentru determinarea cu exactitate a curbei unui model de incendiu.

## 2. Evoluția modului de calcul al densității sarcinii termice

Proiectarea construcțiilor și instalațiilor aferente se realizează pe baza standardelor prescriptive și/sau de performanță. Un criteriu foarte important în stabilirea măsurilor de securitate la incendiu pasive și active pentru o clădire îl reprezintă riscul de incendiu.

Riscurile de incendiu se determină pentru fiecare încăpere și pentru compartimentul de incendiu în ansamblul lui. Nivelul riscului de incendiu poate fi stabilit în funcție de destinația spațiului său, respectiv în funcție de densitatea sarcinii termice, exprimată în MJ/m<sup>2</sup>.

Densitatea sarcinii termice constă în raportul dintre sarcina termică totală dintr-o încăpere și suprafața acesteia.

În 1976, în România a fost aprobată o primă metodă de calcul [1], aceasta fiind ulterior revizuită în anul 1979 [2]. Astfel, formula de calcul pentru sarcina termică este:

$$S_Q = \sum_{i=1}^n Q_i M_i \quad (1)$$

unde

$S_Q$  reprezintă sarcina termică [MJ];

$Q_i$  - puterea calorifică inferioară materialului [MJ/kg] sau [MJ/m<sup>3</sup>N];

$M_i$  - masa materialelor combustibile de același fel, aflate în spațiul supus analizei [kg] ([m<sup>3</sup>N], pentru gaze);

$n$  - numărul materialelor de același fel aflate în spațiul supus analizei.

Pentru determinarea puterii calorifice inferioare,  $Q_i$  [3], este necesară luarea în considerare a tuturor materialelor combustibile, fixe sau mobile, care sunt în spațiul respectiv sau care intră în componența elementelor de construcții, a instalațiilor, a utilajelor tehnologice, a mijloacelor de transport, inclusiv a celor din componența pardoselilor, a tâmplăriei, a finisajelor (exceptând zugrăvelile și zonele vopsite), a izolațiilor, a rafturilor, a containerelor, a paleților sau a ambalajelor.

Nu se iau în considerare materialele combustibile aflate într-o stare în care aprinderea lor nu este posibilă (de exemplu, cele aflate într-o stare de umiditate ridicată).

Densitatea sarcinii termice se determină cu formula

$$Q_S = \frac{S_Q}{A_S} \quad (2)$$

unde

$Q_S$  reprezintă densitatea sarcinii termice [MJ/m<sup>2</sup>];

$A_S$  – suma ariilor pardoselilor încăperilor ce alcătuiesc spațiul luat în considerare (o încăpere sau un grup de încăperi neșeparate cu elemente rezistente la foc între ele) [m<sup>2</sup>].

Cantitatea de căldură degajată în urma unui incendiu care va acționa asupra elementelor de construcție, se poate scrie conform relației [3]:

$$S_A = cp \sum_{i=1}^n m Q_i M_i \quad (3)$$

unde

$S_A$  reprezintă cantitatea de căldură degajată în urma unui incendiu [MJ];

$c$  – coeficient prin care se ține seama de mărimea dimensiunilor geometrice ale spațiului supus analizei, valorile acestui coeficient fiind standardizate [3] (conform tabelului 1 din STAS 8790-71);

$p$  – coeficient prin care se ține seama de numărul de niveluri ale construcției, respectiv de condițiile de ventilare și disipare a căldurii, valorile acestui coeficient fiind standardizate [3] (conform tabelului 2 din STAS 8790-71);

$m$  – coeficient prin care se ține seama de capacitatea de ardere a materialelor, în condiții de incendiu, valorile acestui coeficient fiind standardizate [3] (conform tabelului 3 din STAS 8790-71);

În ceea ce privește masa materialelor combustibile de același fel,  $M_i$ , aflate în spațiul supus analizei, nu se iau în considerare:

- Pardoselile lipite direct pe un suport incombustibil masiv;
- Gazele și lichidele pentru lubrefiere sau răcire din interiorul utilajelor tehnologice fixe sau al conductelor, care nu pot fi avariate înainte sau în caz de incendiu;
- Lichidele din conducte și recipiente ficși, de maxim 1 m<sup>3</sup>.
- Cărbunele sau coxul depozitate temporar în buncăre din beton sau zidărie.

Densitatea cantității de căldură care se apreciază că va acționa asupra elementelor de construcție în caz de incendiu se poate determina conform relației

$$q_a = \frac{S_A}{A_a} \quad (4)$$

unde

$q_a$  reprezintă densitatea cantității de căldură care se apreciază că va acționa asupra elementelor de construcție [MJ];

$A_a$  – aria corespunzătoare suprafeței  $A_S$ , planșeele având rezistența la foc de minim 1 ora (REI 60), fără goluri sau cu goluri protejate, ori goluri neprotejate mai mici de 0,5 m<sup>2</sup> fiecare, aria însumată fiind de maxim 5% din  $A_S$  [m<sup>2</sup>].

Conform standardului SR EN 10903-2 [4] aprobat în anul 2016, sarcina termică se determină astfel

$$S_Q = \sum_{i=1}^n Q_i M_i \quad (5)$$

Puterea calorifică  $Q_i$  se determină conform SR EN ISO 1716:2010 [5], revizuit în anul 2018, acest standard înlocuind standardul STAS 8790-81 [3].

Trebuie precizat că standardul [5] permite utilizarea puterii calorifice indicate atât în literatura de specialitate, cât și în specificațiile tehnice ale produselor datorită gamei foarte largi de produse și materiale existente.

Densitatea sarcinii termice se determină cu aceeași formulă

$$q_s = \frac{S_Q}{A_S} \quad (6)$$

Anterior acestui standard european [5] s-au aprobat o serie de documente, denumite generic Eurocoduri, pentru armonizarea tehnică a legislației necesară inginerilor în scopul proiectării structurilor de rezistență.

Astfel, conform SR EN 1991-1-2:2004: Eurocod 1 [6], densitatea sarcinii termice se determină cu formula

$$Q_{f,i,k} = \sum M_{k,j} \cdot H_{ui} \cdot \Psi = Q_{f,i,k,j} \quad (7)$$

unde

$Q_{f,i,k}$  reprezintă densitatea sarcinii termice [MJ];

$M_{k,j}$  – cantitatea de material combustibil despre care se presupune că nu variază pe timpul duratei de viață a unei structuri și reprezentată prin valori care nu să fie depășite în 80% din timp [kg];

$H_{ui}$  – puterea calorifică inferioară determinată conform SR EN ISO 1716 [5] [MJ/kg];

$\Psi$  – coeficient facultativ care permite evaluarea sarcinii termice protejate.

Trebuie precizat că standardul [6] indică puterea calorifică inferioară a anumitor solide, lichide și gaze.

Densitatea sarcinii termice se determină pe baza unor clasificări naționale a sarcinilor termice după destinație și/sau de maniera specifică pentru un proiect individual, prin efectuarea de studii privind sarcina termică. Formula utilizată este

$$d_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot d_{q1} \cdot d_{q2} \cdot d_{nj} \quad (8)$$

unde

$d_{f,d}$  reprezintă densitatea sarcinii termice [MJ/m<sup>2</sup>];

$q_{f,k}$  – densitatea sarcinii termice caracteristice [MJ/m<sup>2</sup>];

$m$  - coeficient de ardere;

$d_{q1}$  – coeficient care ține seama de riscul de inițiere a incendiului datorat mărimii compartimentului;

$d_{q2}$  – coeficient care ține seama de riscul de inițiere a incendiului datorat destinației;

$d_{nj}$  – coeficient care ia în considerare diversele măsuri active de luptă împotriva incendiului;

Densitatea sarcinii termice caracteristice,  $q_{f,k}$ , este definită prin relația

$$q_{f,k} = Q_{f,i,k}/A \quad (9)$$

unde

$A$  – aria planșeului ( $A_f$ ) sau aria suprafeței interioare ( $A_i$ ) a compartimentului analizat ori a spațiului de referință [ $m^2$ ];

### 3. Clasificarea riscului de incendiu

În România, clasificarea riscului de incendiu se face potrivit normativului P 118-1999 „Normativ de siguranță la foc”. Astfel, pentru clădirile civile, riscul de incendiu este determinat, în principal, de densitatea sarcinii termice ( $q_i$ ) stabilită prin calcul și de destinația respectivă.

În funcție de densitatea sarcinii termice, riscul de incendiu în clădiri civile, poate fi:

mare:  $q_i =$  peste  $840 \text{ MJ/m}^2$ ;  
mijlociu:  $q_i = 420 - 840 \text{ MJ/m}^2$ ;  
mic:  $q_i =$  sub  $420 \text{ MJ/m}^2$ .

În alte țări membre ale Uniunii Europene, clasificarea riscului de incendiu se face, de regulă, în funcție de funcțiunea locală, respectiv generală, a compartimentului, coroborat uneori cu caracteristicile de arie și volum. Există și limitări ale densității sarcinii termice pentru anumite funcțiuni.

### 4. Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 10903-2: 2016

Exemplu de calcul pentru un nivel de birouri cu spații open space/peisagere, 2 săli de curs IT a 16 persoane, sală de sedințe cu 10 persoane, sală de mese, sală de recreere, vestiar, circulații:

**4.1. Calculul densității sarcinii termice pentru un birou clasa A (10 mp/1 pers)  $S = 1.232,50 \text{ m}^2 - 120$  lucrători.**

Tabel 1

Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 10903-2-2016 pentru un birou clasa A

Materiale combustibile	Arie [m <sup>2</sup> ] sau bucăți	Masă [kg]	q [MJ/Kg]	Q
dulap lemn pentru documente-rollbox	8	18	19.25	2,772.00
birou din lemn și metal pentru documente	120	25	19.25	57,750.00
scaun metalic cu poliuretan	120	1	37.70	4,524.00
calculatoare	120	5	33.00	19,800.00
hârtie	120	10	16.30	19,560.00
fotoliu	16	30	27.00	12,960.00
masă din lemn și metal	12	10	16.30	1,956.00
dulap lemn pentru haine 1,0 · 0,5 · 2,0 [m]	13	50	16.30	10,595.00
dulap mic vestiar 0,3 · 0,4 · 1,0 [m]	120	10	16.30	19,560.00
parchet laminat	1232.5	1.5	21.80	40,302.75
ușă interioară lemn	1	10	21.80	218.00
textile	120	5	20.95	12,570.00
$\Sigma Q =$				202,567.75
qs =	202567.8	/	1232.5	<b>164.36</b>

→ densitatea sarcinii termice are valoarea sub 420 MJ/m<sup>2</sup> → risc mic de incendiu. Trebuie menționat că toate cantitățile de materiale combustibile pentru obiectele de mobilier sunt estimate, iar materialele luate în considerare au fost PAL simplu și PAL melaminat.

*Nota:* pentru diferențierea spațiilor de birouri între ele din punct de vedere al amplasării, echipării, accesibilității se utilizează încadrarea acestora în trei clase: A, B și C potrivit ANSI/BOMA Z65.1-2017 Standardul de Clasificare și Evaluare a birourilor propus de Building Owners and Managers Association (BOMA).

#### 4.2. Calculul densității sarcinii termice pentru un birou clasa B (5 mp/1 pers) S = 1232,50 mp – 216 lucrători.

Tabel 2

Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 10903-2-2016 pentru un birou clasa B

Materiale combustibile	Arie [m <sup>2</sup> ] sau bucăți	Masă [kg]	q [MJ/Kg]	Q
dulap lemn pentru documente-rollbox	8	18	19.25	2,772.00
birou din lemn și metal pentru documente	216	25	19.25	103,950.00
scaun metalic cu poliuretan	264	1	37.70	9,952.80
calculatoare	216	5	33.00	35,640.00
hârtie	216	10	16.30	35,208.00
fotoliu	16	30	27.00	12,960.00

Calculul densității sarcinii termice pentru birouri clasa A și B

masă din lemn și metal	12	10	16.30	1,956.00
dulap lemn pentru haine 1,0 · 0,5 · 2,0 [m]	13	50	16.30	10,595.00
dulap mic vestiar 0,3 · 0,4 · 1,0 [m]	179	10	16.30	29,177.00
parchet laminat	1232.5	1.5	21.80	40,302.75
ușă interioară lemn	1	10	21.80	218.00
textile	184	5	20.95	19,274.00
$\Sigma Q =$				302,005.55
$q_s =$	302005.6	/	1232.5	245.03

→ densitatea sarcinii termice are valoarea sub 420 MJ/m<sup>2</sup> → risc mic de incendiu.  
Se pastrează mențiunea de la calculul anterior.

Tabelul 3

Tabel comparativ rezultatele obținute în cazul utilizării SR EN 10903-2/2016

Tipul spațiului și elementele considerate	Densitatea sarcinii termice [MJ/mp]
Birou clasa A cu 120 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	164,36
Birou clasa B cu 216 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	245,03

Se constată că dublarea numărului de utilizatori, respectiv de mobilier nu schimbă încadrarea în risc mic de incendiu a nivelului de clădire recompartimentat.

Posibilitatea utilizării pereților amovibili și a pereților modulari din materiale combustibile adaugă un spor de putere calorifică la totalul din acel spațiu. În acest sens s-a făcut calculul pentru același nivel de birouri cu spații peisagere, 2 săli de curs IT a 16 persoane, sală de sedințe cu 10 persoane, sală de mese, sală de recreere, vestiar, zonă de circulație.

## 5. Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 1991-1-2-2016

Exemplul de calcul conform SR EN 1991-1-2-2007, anexa E s-a determinat într-o manieră specifică pentru un proiect individual cu un nivel de birouri cu spații peisagere, 2 săli de curs IT a 16 persoane, sală de sedințe cu 10 persoane, sală de mese, sală de recreere, vestiar, zonă de circulație. Astfel, calculul densității sarcinii termice pentru un birou clasa A (10 mp/1 pers)  $S = 1.232,50 \text{ mp} - 120 \text{ lucrători}$  și  $A_i = A_c$  cu pardoseala x 2 + Arie laterala fatade + Arie laterala Nod 1 + Arie laterala Nod 2 + Arie laterala nod lifturi =  $1.232,5 \times 2 + 634,0 + 65,9 + 65,9 + 85,6 = 3.306,40 \text{ m}^2$ .

### 5.1. Calculul densității sarcinii termice pentru un birou clasa A (10 mp/1 pers) $S = 1.232,50 \text{ m}^2 - 120 \text{ lucrători}$ .

Tabel 4

Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 1991-1-2-2016 pentru un birou clasa A

Materiale combustibile	Arie [m <sup>2</sup> ] sau bucăți	M <sub>k,j</sub> [kg]	H <sub>ui</sub> [MJ/Kg ]	Q <sub>fi,k</sub> [MJ]	Ψ <sub>i</sub> [%]	Q <sub>fi,k,j</sub> [MJ]
dulap lemn pentru documente- rollbox	8	18	19.25	2,772.00	10	3,049.20
birou din lemn și metal pentru documente	120	25	19.25	57,750.00	10	63,525.00
scaun metalic cu poliuretan	120	1	37.70	4,524.00	10	4,976.40
calculatoare	120	5	33.00	19,800.00	10	21,780.00
hârtie	120	10	16.30	19,560.00	10	21,516.00
fotoliu	16	30	27.00	12,960.00	10	14,256.00
masă din lemn și metal	12	10	16.30	1,956.00	10	2,151.60
dulap lemn pentru haine 1,0 · 0,5 · 2,0 [m]	13	50	16.30	10,595.00	10	11,654.50
dulap mic vestiar 0,3 · 0,4 · 1,0 [m]	120	10	16.30	19,560.00	10	21,516.00
parchet laminat	1232.5	1.5	21.80	40,302.75	10	44,333.03
ușă interioară lemn	1	10	21.80	218.00	0	218.00
textile	120	5	20.95	12,570.00	10	13,827.00
ΣQ <sub>fi,k,j</sub> = sarcina termică caracteristică						222,802.7 3
A <sub>i</sub> = aria suprafeței interioare a spațiului analizat						3,306.39
q <sub>f,k</sub> = ΣQ <sub>fi,k,j</sub> / A <sub>i</sub> = Densitatea sarcinii termice caracteristice	222,802.7 3	/	3,306.3 9			67.39

→ densitatea sarcinii termice are valoarea sub 420 MJ/m<sup>2</sup>.

## 5.2. Calculul densității sarcinii termice pentru un birou clasa B (5 mp/1 pers) S = 1232,50 mp – 216 lucrători:

Tabel 5

Calculul densității sarcinii termice utilizând SR EN 1991-1-2-2016 pentru un birou clasa B

Materiale combustibile	Arie [m <sup>2</sup> ] sau bucăți	M <sub>k,j</sub> [kg]	H <sub>ui</sub> [MJ/Kg]	Q <sub>fi,k</sub> [MJ]	Ψ <sub>i</sub> [%]	Q <sub>fi,k,j</sub> [MJ]
dulap lemn pentru documente- rollbox	8	18	19.25	2,772.00	10	3,049.20
birou din lemn și metal pentru documente	216	25	19.25	103,950.00	10	114,345.00
scaun metalic cu poliuretan	264	1	37.70	9,952.80	10	10,948.08
calculatoare	216	5	33.00	35,640.00	10	39,204.00
hârtie	216	10	16.30	35,208.00	10	38,728.80
fotoliu	16	30	27.00	12,960.00	10	14,256.00
masă din lemn și metal	12	10	16.30	1,956.00	10	2,151.60
dulap lemn pentru haine 1,0 · 0,5 · 2,0 [m]	13	50	16.30	10,595.00	10	11,654.50



Calculul densității sarcinii termice pentru birouri clasa A și B

dulap mic vestiar 0,3 · 0,4 · 1,0 [m]	179	10	16.30	29,177.00	10	32,094.70
parchet laminat	1232.5	1.5	21.80	40,302.75	10	44,333.03
ușă interioară lemn	1	10	21.80	218.00	0	218.00
textile	184	5	20.95	19,274.00	10	21,201.40
$\sum Q_{f_i,k_j}$ = sarcina termică caracteristică						332,184.31
$A_i$ = aria suprafeței interioare a spațiului analizat						3,306.39
$q_{f,k} = \sum Q_{f_i,k_j} / A_i$ = Densitatea sarcinii termice caracteristice	332,184.31	/	3,306.39			100.47

→ densitatea sarcinii termice are valoarea sub 420 MJ/m<sup>2</sup>.

Tabel 6

Tabel comparativ rezultatele obținute în cazul utilizării SR EN 1991-1-2-2016

Tipul spațiului și elementele considerate	Densitatea sarcinii termice [MJ/mp]
Birou clasa A cu 120 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	67,39
Birou clasa B cu 216 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	100,47

Notă:

- îmbunătățirea performanței la acțiunea focului a diverselor materiale de construcții nu modifică densitatea sarcinii termice.

## 6. Concluzii

Conceptul de proiectare al unei clădiri are în vedere, printre numeroasele cerințe, și un număr de utilizatori pe o suprafață dată. Darea în exploatare a acestei construcții executate, poate să aducă modificări solicitate de beneficiar / administrator / chiriaș din punctul de vedere al numărului de persoane, în sensul creșterii gradului de ocupare și utilizare.

Mărirea numărului de utilizatori are implicații directe asupra multor parametri și instalații, cum ar fi instalațiile de ventilare și climatizare, instalațiile electrice, compartimentările sau tipul de mobilier.

Din perspectiva securității la incendiu, creșterea numărului de persoane dintr-un spațiu cu destinația de birou tip open-space/peisager se traduce în primul rând prin creșterea numărului de piese de mobilier. Această modificare presupune posibile îngustări ale circulațiilor deschise, posibile creșteri ale lungimilor de evacuare și, desigur, creșterea densității sarcinii termice.

Prin calculele efectuate se observă că, la o dublare a utilizatorilor, rezultă o creștere de 60 % a densității sarcinii termice indiferent de metoda de calcul utilizată.

Tabel 7

Tabel comparativ cu toate variantele obținute

Tipul spațiului și elementele considerate	Densitatea sarcinii termice pe baza SR EN 10.903-2 [MJ/mp]	Densitatea sarcinii termice pe baza SR EN 1991-1-2 [MJ/mp]
Birou clasa A cu 120 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	164,36	67,39
Birou clasa B cu 216 persoane fără pardoseală flotantă și fără pereți combustibili	245,03	100,47

În același timp, după cum reiese din tabelul nr. 7, nu se observă o modificare a încadrării în riscul de incendiu, potrivit normativului Romanesc P118-1999, respectiv risc mic de incendiu.

Trebuie menționat faptul că diferențele rezultate din cele două metode de calcul a densității sarcinii termice pot avea semnificații importante asupra măsurilor pasive de securitate la incendiu.

Articolul a analizat variația densității sarcinii termice în funcție de clasificarea tipului de spații de birouri, clasa A și B, conform BOMA, lăsând deschisă posibilitatea continuării studiului și asupra implicațiilor îmbunătățirii performanțelor la foc ale diferitelor materiale de construcții cu grafen, în sensul dezvoltării unui incendiu într-un spațiu dat cu materiale convenționale identificate în calculul densității de sarcină termică pentru destinația birou versus materiale modificate cu grafen.

### **Acknowledgement**

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CCCDI – UEFISCDI, project number PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0350/38PCCDI within PNCDI III.

### **Referințe**

- [1] STAS 10903/2-76, Măsurile de protecție împotriva incendiilor. Determinarea sarcinii termice în construcții, 1976.
- [2] STAS 10903/2-79, Măsurile de protecție împotriva incendiilor. Determinarea sarcinii termice în construcții, 1979.
- [3] STAS 8790-71, Măsurile de siguranță contra incendiilor. Determinarea puterii calorifice, 1981.
- [4] SR 10903-2, Măsurile de protecție contra incendiilor. Determinarea sarcinii termice în construcții, 2016.
- [5] SR EN ISO 1716:2010, Încercări de reacție la foc ale produselor pentru construcții. Determinarea căldurii de ardere, 2010.
- [6] SR EN 1991-1-2:2004: Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-2: Acțiuni generale – Acțiuni asupra structurilor expuse la foc, 2004.
- [7] P 118 – 1999 Normativ de siguranță la foc a construcțiilor.
- [8] MP 008 - 2000 Manual privind exemplificări, detalieri și soluții de aplicare a prevederilor normativului P 118-99.