

## **Sisteme de ventilație și climatizare - Grinzi de răcire vs. Ventilconvectoare -**

Ventilation and air conditioning systems  
- Cooling Beams vs. Ventilation Convectors -

MD stud. Raul GIRCSIS, MD stud. Ionuț Vasile NICORAȘ

Universitatea Politehnica Timișoara, Romania

### **Abstract:**

*The paper presents a comparative study between a ventilation and air conditioning system consisting of cooling beams and a system composed of fan coils, regarding the advantages and disadvantages of the two solutions, as well as the value for the "life cycle cost" for each solution.*

**Key words:** HVAC installations, cooling beams, fan coils, life cycle cost.

### **Rezumat:**

*Lucrarea prezintă un studiu comparativ între un sistem de ventilare și climatizare compus din grinzi de răcire și un sistem compus din ventilconvectoare, privind avantajele și dezavantajele celor două soluții, precum și o valoare pentru „life cycle cost” pentru fiecare soluție în parte.*

**Cuvinte cheie:** instalații HVAC, grinzi de răcire, ventilconvectoare, life cycle cost.

## **1. Introducere**

Instituțiile medicale sunt organe cu caracter social dedicate menținerii sănătății și oferă atât îngrijire pe o perioadă de scurt timp cât și pentru o perioadă medie și chiar de lungă durată. Conceptul de spital dedicat vindecării populației a fost făcut public restului lumii de către locuitorii Sri Lankăi.

Lucrarea are în vedere o clădire publică având destinația de clinică și trebuie să respecte normele și standardele în vigoare astfel încât să fie asigurate condițiile și nivelurile de performanță și igienă necesare ocupanților, iar din punct de vedere al investitorului să

asigure costuri minime care vor fi amortizate în timp.

## **2. Formule care au stat la baza determinării sarcinii termice și de răcire în vederea selecției de echipamente.**

a. Sarcina termică de iarnă s-a determinat cu relația:

$\Phi_i = \Phi_{cons} - \Phi_{Si}$  [W], unde:

$\Phi_{cons}$  - consumurile de căldură [w];

$\Phi_{Si}$  - degajările de căldură de la sursele interioare [w].

Consumurile de căldură se calculează cu relația:

$\Phi_{cons} = \Phi_{pc} + \Phi_{aru} + \Phi_{imr}$  [w], unde:

$\Phi_{pc}$  - pierderile de căldură prin elementele constructive ale încăperii în cauză [w];

$\Phi_{aru}$  - consumul de căldură pentru încălzirea aerului rece pătruns prin uși, porți sau goluri tehnologice;

$\Phi_{imr}$  - consumul de căldură pentru încălzirea materialelor reci aduse în încăpere.

b. Sarcina termică de vară (sarcina de răcire) s-a determinat prin efectuarea unui bilanț termic care în forma generală se poate scrie:

$\Phi_v = \Phi_{ap} + \Phi_{deg}$  [w], unde:

$\Phi_{deg}$  - degajările de căldură de la sursele interioare (oameni, iluminat, mașini, aparaturi sau alte utilaje acționate electric) [w];

$\Phi_{ap}$  - aporturile de căldură din exterior prin elemente inerțiale (pereți, terase), neinerțiale (ferestre, luminatoare) și de la încăperile vecine [w], putându-se scrie sub forma:

$\Phi_{ap} = \Phi_{PE} + \Phi_{FE} + \Phi_{iv}$  [w], conform SR 6648/1

$\Phi_{PE}$  - aporturile de căldură din exterior prin elemente inerțiale [w];

$\Phi_{FE}$  - aporturile de căldură pătrunse prin elementele neinerțiale [w];

$\Phi_{iv}$  - fluxurile termice pătrunse prin elementele de delimitare de la încăperile vecine [w];

### 3. Studiu de caz

#### a. Date tehnice

În această lucrare s-au tratat două soluții de ventilare și climatizare pentru o clinică în regim de înălțime **P+3E+Et. tehnic**.

**OBS. 1:** Centrala de tratare a aerului, respectiv chiller-ul se vor amplasa în exterior, pe învelitoarea clădirii.

**OBS. 2:** Lucrarea nu tratează planul parter al clinicii.

#### b. Calcule

În tabelul 1 se prezintă calculele în urma cărora s-a stabilit necesarul de cald pentru încăperile tratate în acest studiu.

Calculul necesarului de căldură

Denumire spațiu	Suprafață	Temperatura interioară iarnă	Temperatura ambientală iarnă	Înălțime încăpăre	Capacitate de încălzire pe m <sup>2</sup>	Necesarul de căldură calculat
	m <sup>2</sup>	gr C	gr C	m	(W/m <sup>2</sup> )	(W)
<b>Etaj 1 (Total)</b>	<b>504</b>					<b>25.740</b>
Hol principal	185,00	20	-15	3,20	26 W / m <sup>2</sup>	<b>4.810</b>
11 x Cabinet	20,00	22	-15	3,20	83 W / m <sup>2</sup>	<b>1.660</b>
Sală tratamente	16,50	22	-15	3,20	74 W / m <sup>2</sup>	<b>1.221</b>
Birou	7,50	22	-15	3,20	11 W / m <sup>2</sup>	<b>83</b>
Vestiar personal	8,50	22	-15	3,20	27 W / m <sup>2</sup>	<b>230</b>
Grup sanitar personal	4,20	22	-15	3,20	73 W / m <sup>2</sup>	<b>307</b>
Grup sanitar public	11,50	20	-15	3,20	24 W / m <sup>2</sup>	<b>276</b>
Casă scară	50,40	20	-15	3,20	11 W / m <sup>2</sup>	<b>554</b>
<b>Etaj 2 (Total)</b>	<b>504</b>					<b>25.740</b>
Hol principal	185,00	20	-15	3,20	26 W / m <sup>2</sup>	<b>4.810</b>
11 x Cabinet	20,00	22	-15	3,20	83 W / m <sup>2</sup>	<b>1.660</b>
Sală tratamente	16,50	22	-15	3,20	74 W / m <sup>2</sup>	<b>1.221</b>
Birou	7,50	22	-15	3,20	11 W / m <sup>2</sup>	<b>83</b>
Vestiar personal	8,50	22	-15	3,20	27 W / m <sup>2</sup>	<b>230</b>
Grup sanitar personal	4,20	22	-15	3,20	73 W / m <sup>2</sup>	<b>307</b>
Grup sanitar public	11,50	20	-15	3,20	24 W / m <sup>2</sup>	<b>276</b>
Casă scară	50,40	20	-15	3,20	11 W / m <sup>2</sup>	<b>554</b>
<b>Etaj 3 (Total)</b>	<b>494</b>					<b>27.742</b>
Hol principal	85,80	20	-15	3,20	38 W / m <sup>2</sup>	<b>3.260</b>
6 x Salon	22,70	22	-15	3,20	94 W / m <sup>2</sup>	<b>2.134</b>
Cameră asistenți	19,90	22	-15	3,20	60 W / m <sup>2</sup>	<b>1.194</b>
Birou	17,10	22	-15	3,20	34 W / m <sup>2</sup>	<b>581</b>
Grup sanitar public	11,50	22	-15	3,20	27 W / m <sup>2</sup>	<b>311</b>
Lounge	223,10	22	-15	3,20	43 W / m <sup>2</sup>	<b>9.593</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.501</b>					<b>79.222</b>

În tabelul 2 se prezintă calculele în urma cărora s-a stabilit necesarul de frig pentru încăperile tratate în acest studiu.

Tabelul 2.

## Calculul necesarului de frig

Denumire spațiu	Suprafață	Temperatura interioară vara	Temperatura ambientală vara	Înălțime încăpere	Capacitate de răcire pe m <sup>2</sup>	Necesarul de frig calculat
	m <sup>2</sup>	gr C	gr C	m	(W/m <sup>2</sup> )	(W)
<b>Etaj 1 (Total)</b>	<b>504</b>					<b>30.518</b>
Hol principal	185,00	26	32	3,20	44 W / m <sup>2</sup>	<b>8.140</b>
11 x Cabinet	20,00	26	32	3,20	94 W / m <sup>2</sup>	<b>1.880</b>
Sală tratamente	16,50	26	32	3,20	67 W / m <sup>2</sup>	<b>1.106</b>
Birou	7,50	26	32	3,20	79 W / m <sup>2</sup>	<b>593</b>
Vestiar personal	8,50	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Grup sanitar personal	4,20	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Grup sanitar public	11,50	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Casă scară	50,40	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
<b>Etaj 2 (Total)</b>	<b>504</b>					<b>30.518</b>
Hol principal	185,00	26	32	3,20	44 W / m <sup>2</sup>	<b>8.140</b>
11 x Cabinet	20,00	26	32	3,20	94 W / m <sup>2</sup>	<b>1.880</b>
Sală tratamente	16,50	26	32	3,20	67 W / m <sup>2</sup>	<b>1.106</b>
Birou	7,50	26	32	3,20	79 W / m <sup>2</sup>	<b>593</b>
Vestiar personal	8,50	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Grup sanitar personal	4,20	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Grup sanitar public	11,50	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Casă scară	50,40	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
<b>Etaj 3 (Total)</b>	<b>494</b>					<b>41.136</b>
Hol principal	85,80	26	32	3,20	58 W / m <sup>2</sup>	<b>4.976</b>
6 x Salon	22,70	26	32	3,20	102 W / m <sup>2</sup>	<b>2.315</b>
Cameră asistenți	19,90	26	32	3,20	74 W / m <sup>2</sup>	<b>1.473</b>
Birou	17,10	26	32	3,20	81 W / m <sup>2</sup>	<b>1.385</b>
Grup sanitar public	11,50	26	32	3,20	0 W / m <sup>2</sup>	<b>0</b>
Lounge	223,10	26	32	3,20	87 W / m <sup>2</sup>	<b>19.410</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.501</b>					<b>102.172</b>

#### 4. Prezentarea soluțiilor alese

##### 4.1. Din punct de vedere tehnic

###### a. Grinzi de răcire

Grinzile de răcire sunt folosite de regulă pentru răcire și ventilare în spații unde este nevoie de o calitate ridicată a aerului și unde e nevoie de control individual.

Este recomandată folosirea lor mai ales în spații cu umiditate interioară moderată.

Acestea asigură un confort termic foarte bun, conservarea energiei și utilizarea eficientă a spațiului. Pentru funcționarea acestora este necesar a fi prevăzută o centrală de tratare a aerului. În figura 1 este prezentată o schemă elementară de funcționare a grinzilor de răcire.

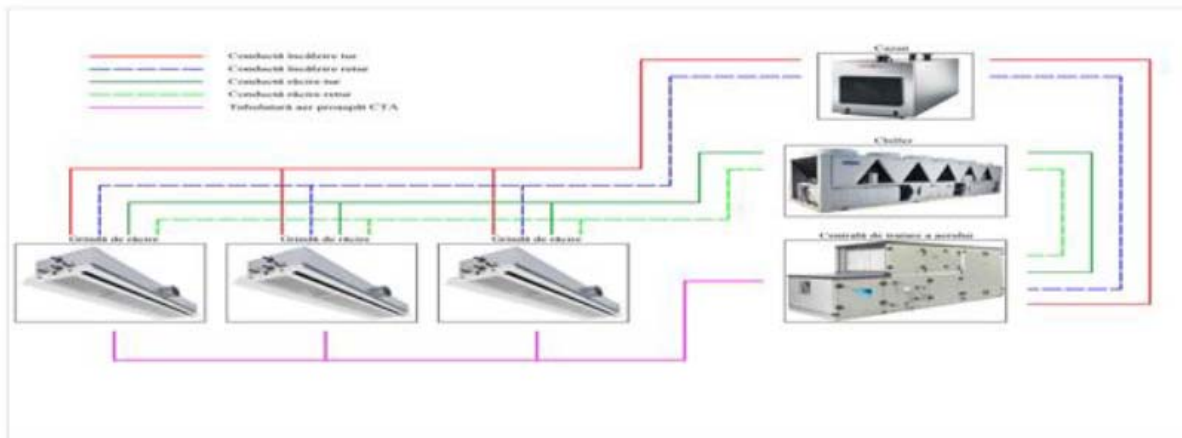


Figura 1. Schema de funcționare a grinzilor de răcire

###### b. Ventilconvectoare

Ventilconvectoarele (de parapet și necarcasate – pentru zona perimetrală a spațiului comun; refularea aerului se face prin grile pentru spălarea suprafeței vitrate exterioare) sunt folosite fie pentru încălzire **sau** răcire (sistem pe 2 țevi), fie pentru încălzire **și** răcire (sistem pe 4 țevi), având bateriile separate pe încălzire și răcire (baterii dedicate cerinței de climatizare).

Folosesc răcirea umedă și apa ca agent de răcire (7/13°C) și au în componența lor un ventilator care refulază aerul prin baterii, urmând ulterior să distribuie aer cald sau rece în încăperi.

Ventilatorul (cu 3 trepte de frecvență) funcționează permanent, iar temperatura este controlată de apă prin baterii.

În cadrul aceste soluții nu este obligatoriu a fi prevăzută o centrală de tratare a aerului.

În figura 2 este prezentată schema de bază de funcționare a ventilconvectoarelor.

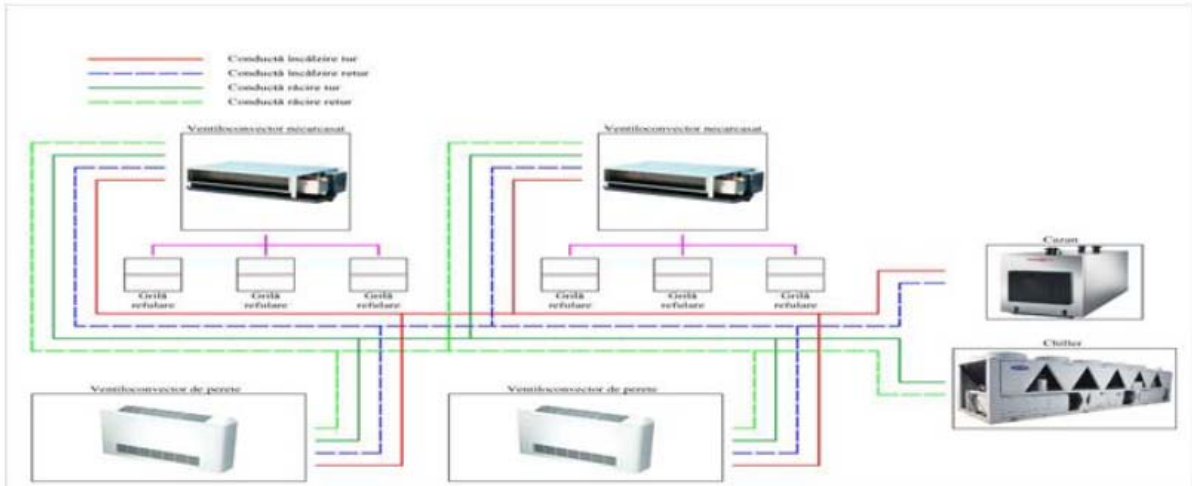


Figura 2. Schema de funcționare a ventiloconvectoarelor

În tabelul 3 se prezintă avantajele și dezavantajele din punct de vedere tehnic ale celor două sisteme analizate pentru clădirea descrisă anterior.

Tabelul 3

Avantajele și dezavantajele celor două sisteme

	Grinzi de răcire	Ventiloconvectoare
Avantaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nivel de zgomot redus</li> <li>- costuri de exploatare reduse (fără părți în mișcare și fără filtru)</li> <li>- risc minim de apariție a curenților</li> <li>- consum de energie redus</li> <li>- grad igienic ridicat deoarece nu există condens</li> <li>- fără racord electric (ventilator)</li> <li>- nu necesită colectarea condensului</li> <li>- costuri de instalare reduse</li> <li>- înălțime mică (sub 120 mm)</li> <li>- integrare foarte bună în orice tavan fals</li> <li>- ventilare integrată (introducere și evacuare)</li> <li>- ușor de curățat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistem foarte cunoscut pe piață</li> <li>- putere de răcire ridicată</li> <li>- funcționează cu răcire umedă, nu necesită cerințe speciale d.p.d.v. al umidității</li> <li>- nu necesită aer primar</li> <li>- răspuns rapid la schimbarea parametrilor</li> <li>- la echipamentele mici prețul este comparabil cu echipamentele tip „split”</li> </ul>
Dezavantaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- necesitatea unui sistem de ventilare</li> <li>- putere limitată (răcire uscată / viteze mici)</li> <li>- grinzile lungi sunt greu de manevrat</li> <li>- spațiile cu nivelul umidității ridicat reduc puterea grinzilor din cauza răcirii uscate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nivel de zgomot ridicat</li> <li>- costuri de întreținere mari (ventilator + schimb filtru)</li> <li>- consum de energie</li> <li>- riscul apariției curenților de aer</li> <li>- necesitatea colectării condensului</li> <li>- riscul de scurgeri de condens</li> </ul>

Din punct de vedere al costurilor, investiția inițială pentru un ventiloconvector sau o grindă de răcire este aproximativ aceeași, în funcție de cerințele din proiect.

În cazul instalării ventilconvectoarelor, acestea necesită în plus față de grinzi de răcire montarea conductelor de preluare a condensului dar și asigurarea cu energie electrică pentru funcționarea ventilatorului integrat în acestea.

Ventilconvectoarele necarcasate necesită suplimentar grile de introducere și evacuare, tubulaturi flexibile etc, lucru ce duce la creșterea costurilor de investiție (și de manoperă).

Din punct de vedere al exploatării, grinzi de răcire, spre deosebire de ventilconvectoare, nu au părți în mișcare sau filtru rezultând în acest sens mai puține cerințe legate de întreținere.

În schimb, la ventilconvectoare filtrele (sintetice, clasa de filtrare G1) trebuie înlocuite de cel puțin două ori pe an (în zone ocupate).

Având părți în mișcare, durata de viață a unui ventilconvector este mult mai mică comparativ cu cea a grinzii de răcire. Motorul ventilatorului trebuie înlocuit odată la aproximativ 10 ani.

#### **4.2. Din punct de vedere financiar pentru un ciclu de viață de 20 ani – Life Cycle Cost**

##### a. Grinzi de răcire:

##### Costuri de achiziție:

Conform calcule a rezultat un număr de 101 grinzi de răcire având prețul per unitate egal cu 1083 Euro.

##### Date tehnice:

- capacitate încălzire: 2220 [w];
- capacitate răcire: 1480 [w];
- temperatura de calcul a apei iarna: 50 [°C];
- temperatura de calcul a apei vara: 16 [°C];
- temperatura punctului de rouă: 13.9 [°C];
- debit de aer: 150 m<sup>3</sup>/h.

Suplimentar, acest sistem necesită și o centrală de tratare a aerului a cărei cost de achiziție este de 32.659 Euro.

$$C_a = 101 \times 1083 + 32659 = \mathbf{142.042 \text{ Euro.}}$$

OBS.: Chiller-ul și centrala termică nu se iau în considerare în aceste calcule deoarece se consideră că au aceleași capacități de răcire, respectiv de încălzire în ambele cazuri.

##### Costuri de întreținere:

- curățarea grinzilor de răcire odată la 5 ani, 15 minute/oră 2020 Euro.

$$C_i = \mathbf{2020 \text{ Euro}}$$

$$\mathbf{Total: } C_a + C_i = \mathbf{144.062 \text{ Euro.}}$$

##### b. Ventilconvectoare:

##### Costuri de achiziție:

Ținând cont de calculele efectuate s-au ales 98 ventilconvectoare de perete și 6 ventilconvectoare necarcasate cu prețurile unitare de 387 Euro, respectiv 438 Euro.

Date tehnice ventiloconvectoare de perete:

- număr trepte de frecvență ventilator: 3;
- debit de aer (1 / 2 / 3): 255 / 315 / 430 [m<sup>3</sup>/h];
- consum electric ventilator (1 / 2 / 3): 11 / 15 / 47 [W];
- capacitate răcire pentru 7/13°C (1 / 2 / 3): 1700/2000/2500 [W];
- capacitate încălzire pentru 50/30°C (1 / 2 / 3): 600/720/900 [W];
- clasă filtru: G1.

Date tehnice ventiloconvectoare necarcasate:

- număr trepte de frecvență ventilator: 3;
- debit de aer (1 / 2 / 3): 205 / 280 / 360 [m<sup>3</sup>/h];
- consum electric ventilator (1 / 2 / 3): 16 / 42 / 50 [w];
- capacitate răcire pentru 7/13°C (1 / 2 / 3): 1300/1700/2100 [W];
- capacitate încălzire pentru 50/30°C (1 / 2 / 3): 1100/1400/1700 [W];
- clasă filtru: G1.

$$C_a = 98 \times 387 + 6 \times 438 = 40.554 \text{ Euro.}$$

Costuri de întreținere:

- înlocuire filtre: 25 Euro/filtru de două ori pe an 104000 Euro
- 15 minute manoperă pentru înlocuire 20800 Euro
- 15 minute manoperă curățare sistem de condens 3 ori/an 31200 Euro
- intervenție asupra motoarelor: 250 Euro/motor 26000 Euro
- 2 ore manoperă pentru înlocuire: 20 Euro/oră 4160 Euro
- consum el. mediu ventilator 24 [w], 8 oh/zi: 0,11 Euro/kW 10800 Euro

$$C_i = 196.960 \text{ Euro}$$

$$\text{Total: } C_a + C_i = 237.514 \text{ Euro.}$$

În figura 3 sunt centralizate toate datele referitoare la costuri pentru cele două soluții alese și este prezentată amortizarea investiției. Se poate observa că după 10 ani de funcționare costurile se intersectează, iar după această perioadă soluția mai eficientă din punct de vedere economic este soluția cu grinzi de răcire.

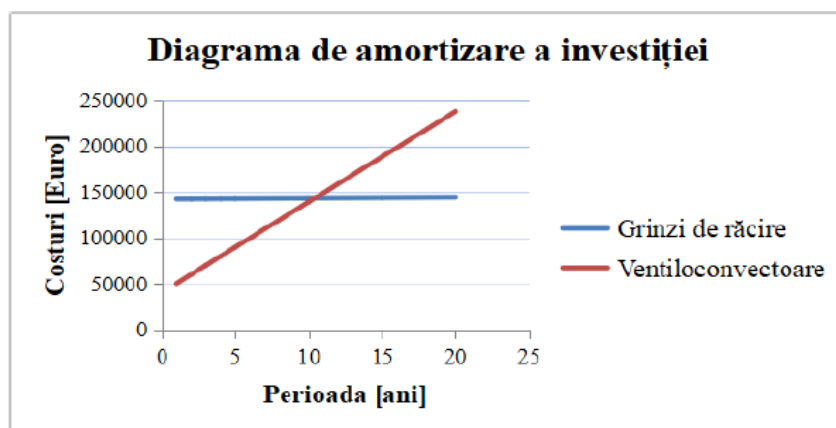


Figura 3. Prezentarea diagramei de amortizare a investiției pentru cele două sisteme



## 5. Concluzii

În urma celor prezentate concluzionăm faptul că deși grinzile de răcire presupun un cost de investiție mult mai ridicat (diferență de 101.488 Euro), în timp, din punct de vedere al exploatării, întreținerii și a eficienței energetice prezintă multiple beneficii comparativ cu sistemul bazat pe ventilconvectoare, investiția amortizându-se (în cazul acesta) în aproximativ 10 ani.

### Bibliografie:

- [1] IS – 2010 – Normativ privind proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare.
- [2] Enciclopedia tehnică de instalații. Manual de instalații pentru ventilare și climatizare, ediția a II-a, editura Artecno București.
- [3] Instalații de ventilare și condiționare a aerului – Îndrumător de proiectare – autori: Francisc Neiss, Olga Bancea, editura Institutului Politehnic “Traian Vuia” Timișoara. Facultatea de Construcții, 1989.
- [4] SR 1907-1 – 1997 – Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Prescripții de calcul.
- [5] SR 1907-2 – 1997 – Instalații de încălzire. Necesarul de căldură de calcul. Temperaturi interioare convenționale de calcul.