

ANALIZA ECONOMICĂ A SOLUȚIILOR DE CLIMATIZARE PRIN METODA COSTULUI GLOBAL

lector universitar, Vera I. GUȚUL

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: This paper two air conditioning systems were compared: the VRF system and the Cylinder-fan coil system. Comparison of the technical and economic indicators was done using the "global cost" method. The global cost method allows us to conclude that more expensive projects at the initial stage can become cheaper in the process of exploitation in the long run

1. Introducere

Comisia Europeană a solicitat elaborarea unei metodologii europene comune privind costurile pe ciclul de viață al construcțiilor [1]. Scopul principal al Comisiei a fost de a examina modalități de creștere a competitivității sectorului de construcții. În mod special, s-a subliniat necesitatea de implementare a criteriului costurilor pe ciclul de viață în toate fazele procesul de construcție și planificări precise privind costurile de întreținere, exploatare, reparații și demolare. Prin luarea în considerare nu numai a costurilor inițiale ci și a costurilor ulterioare, se va permite o evaluare adecvată a diferitelor alternative pentru a îndeplini cerințele beneficiarului. Scopul principal al metodologiei îl reprezintă gestionarea eficientă a resurselor financiare în activitatea de construcții.

Calcululele CG au drept rezultat obținerea valorii nete actualizată a costurilor suportate pe parcursul unei perioade stabilite de calcul, ținând cont de valorile reziduale ale echipamentelor/elementelor cu o durată de viață mai mare. Schematic această definiție se poate reprezenta astfel:

$$\text{Costul global} = \text{Costuri inițiale} + \text{Costuri ulterioare}$$

Indicatorul "costul global" exprimă valoarea actuală a costurilor inițiale de investiții și a costurilor ulterioare de exploatare a clădirilor și construcțiilor și de mentenanță (de intervenții, reparații curente și reparații capitale), pe perioada de viață economică a proiectului de investiții sau pe o durată convențională de timp (circa 20 - 25 ani) [2].

2. Descrierea problemei

La efectuarea studiului economic s-a optat pentru compararea a două sisteme de condiționare a aerului pentru o clădire de birouri din or. Chișinău. A fost selectat sistemul VRF, care este considerat cel mai eficient sistem de condiționare și sistemul Ciller-fancoil, care este cel mai utilizat sistem la condiționarea aerului în clădiri.

Pentru ambele sisteme de condiționare s-a determinat CG cu relația:

$$CG_1 = I + (\sum C \cdot \sum k_a) \quad (1)$$

unde: I – investiția totală pe sistem (vezi tabelul 1, respectiv 2);

$\sum C$ – reprezintă suma cheltuielilor anuale (formula 4);

K_a – valoarea coeficientului de actualizare (formula 8).

Pentru fiecare din proiectele comparate se acceptă unul și același interval de timp (perioada de studiu), cu durata T , în care poate fi încadrat un număr întreg de durate de viață T_{sn} . Durata de studiu aleasă pentru ambele variante este de **20 ani**.

În urma întocmirii documentației de deviz, s-a determinat costul de deviz pentru ambele variante de sisteme de condiționare. Calculele au fost efectuate cu ajutorul programului WinSmeta, adaptat și completat la baza normativă de deviz a Republicii Moldova.

Varianta A – Sistemul de condiționare de tip VRF: valoarea costului de deviz este de:

$$I_o = 1083518,98 \text{ lei.}$$

Varianta B – Sistemul de condiționare de tip ciler-fancoil: valoarea costului de deviz este de:

$$I_o = 935709,83 \text{ lei.}$$

La determinarea CG sunt prevăzute și *costuri ulterioare*, care cuprind: costuri de întreținere; reparații curente; reparații capitale; înlocuiri și costuri de exploatare.

Deoarece clădirea analizată funcționează, sistemul de condiționare este deservite de personalul specializat. Din datele obținute direct de la proprietarul clădirii, la întreținerea sistemelor de alimentare cu căldură, frig și ventilare pentru personalul de deservire – $C_{p.des}$. (muncitori necalificați) pe parcursul unei luni se achită 2143 lei și 1000 lei - pentru personalul ingineresc - $C_{p.ing}$.

Rezultă, că costurile pentru plata salariului personalului privind întreținerea sistemului de climatizare pe parcursul unui an sunt:

$$C_{p.des} = 2143 \cdot 12 \cdot 0.6 = 15428,4 \text{ lei/an} \quad (2)$$

$$C_{p.ing} = 1000 \cdot 12 \cdot 0.6 = 7200 \text{ lei/an} \quad (3)$$

unde 0.6 – coeficientul de ocupare, a personalului de deservire și a personalului ingineresc, cu deservirea sistemului de condiționare.

Anual sunt prevăzute lucrări de exploatare a sistemului de condiționare, respectiv costuri pentru exploatare. În contractul de prestare a serviciilor de exploatare a sistemului de climatizare, încheiat între proprietarul clădirii și prestatorul de servicii, este specificat tipul lucrărilor și, respectiv, costul lor. Plata pentru prestare a acestui tip de servicii pentru sistemul de climatizare denumită în formule ca cheltuieli de deservire a instalației, $C_{des.ins}$ – este de **9400 lei/an**.

Costurile pentru energie sunt menționate ca o categorie separată de costuri, deși acestea sunt considerate ca făcând parte din costurile operaționale. Costurile pentru energie se bazează pe consum, mărimea clădirii, ratele actuale și estimările de preț și sunt direct legate de rezultatul calcului privind performanța energetică. Aceasta înseamnă ca costurile pentru energie depind de caracteristicile de sistem ale clădirii. În baza datelor de proiect, au fost determinate consumurile de energie electrică C_{el} pentru sistemul VRF care constituie $C_{el} = 45279$ lei/an și pentru sistemul Ciller-fancoil $C_{el} = 73124$ lei/an.

$$\Sigma C_{ex} = C_{p.des.} + C_{p.ingi} + C_{des.ins.} + C_{elec} \text{ lei/an} \quad (4)$$

unde: ΣC_{ex} – reprezintă suma cheltuielilor anuale pentru:

personalul de deservire – $C_{p.des.}$,

personalul ingineresc – $C_{p.ing.}$,

lucrători de deservire a instalației pe parcursul unui an – $C_{des.ins.}$,

costurile de energie electrică, lei/ an – C_{elec} .

$$\Sigma C_{VRF} = 15428,4 + 7200 + 9400 + 45279 = 77307,4 \text{ lei/an}$$

$$\Sigma C_{chiller-fan coil} = 15428,4 + 7200 + 9400 + 73124 = 105152,4 \text{ lei/an}$$

Pe lângă costurile inițiale de investiție și cele curente, la determinarea costului global se introduc costurile periodice de înlocuire, ce nu sunt considerate ca făcând parte din costurile de întreținere, astfel cum se întâmplă ocazional în cazul altor structuri de cost. În timp ce lucrările de reparații mai mici și consumabilele sunt, de obicei, incluse în categoria costurilor de întreținere.

Din “Catalogul mijloacelor fixe și activelor nemateriale”, precum și din literatura de specialitate, au fost identificate duratele de utilizare a componentelor sistemelor de condiționare, și anume: rețele de alimentare cu apă conducte de oțel - 15 ani; rețele de freon conducte din cupru - 40 ani; conducte de aer din tablă zincată - 10 ani; mașini și aparate pentru condiționarea aerului, dotate cu ventilator cu motor și dispozitive proprii de modificare a temperaturii și umidității, inclusiv cele la care umiditatea nu poate fi reglată separat - 8 ani; compresoare utilizate în mașini frigorifice cu ventilator încorporat - 12 ani.

I_0 - reprezintă investiția inițială, care a fost determinată cu ajutorul programului WinSmeta;

I_a^1 - reprezintă investiția pentru demontarea și remontarea unităților interioare de condiționare a aerului peste 8 și respectiv 16 ani, (costul de deviz pentru demontarea și remontarea unităților interioare este de $I_0^1 = 1669977,02$ lei).
 $I^1 = I_8 + I_{16}$;

I_a^2 - reprezintă investiția în demontarea și remontarea conductelor de aer peste 10 ani, (costul de deviz este de $I_0^2 = 151889,78$ lei) $I^2 = I_{10}$;

I_a^3 - reprezintă investiția în demontarea și remontarea unităților exterioare de condiționare peste 12 ani, (costul de deviz este de $I_0^3 = 482613,29$ lei) $I^3 = I_{12}$;

I_a^4 - reprezintă investiția în demontarea și remontarea conductelor de oțel peste 15 ani, (costul de deviz este de $I_0^4 = 153085,17$ lei) $I^4 = I_{15}$;

Actualizarea fluxurilor de numerar (investițiilor) viitoare (I_v) se efectuează cu ajutorul coeficientului de actualizare (K_a): $I_a = I_v \cdot K_a$.

$$K_a = \frac{1}{(1+r)^n} \quad (5)$$

Valoarea ratei r variază de la un proiect la altul și se schimbă în timp. Rata de actualizare trebuie să fie superioară ratei de rentabilitate în sectorul respectiv. Valorile ratei de actualizare r , utilizate în calcule pentru proiectele energetice, sunt între 10-12%. Se obișnuiește să se considere valoarea r constantă pe perioada de studiu. În cadrul lucrării date, valoarea ratei de actualizare a fost acceptată la nivelul de 10 % ($r = 10\%$).

Tabelul 1. Determinarea investițiilor totale pentru sistemul VRV.

Sistemul	Investiția inițială, I_0 , lei	Elemente sistemului care sunt schimbate pe perioada de studiu	Valoarea investițiilor viitoare, I_v lei	Perioada investiției	K_a	Investiția actualizată, I_a , lei	Investiția totală pe sistem $I = I_0 + (I_a^1 + I_a^2 + I_a^3)$, lei
VRV	1083518,98	Unitate interioară I_a^1	demontarea: 31891,34 remontarea: 326888,35	I_8 I_{16}	2,143 4,595	245499,8 2	1541369,53
		Conducte de aer I_a^2	demontarea: 6436,86 remontarea: 145452,92	I_{10}	2,594	58554,27	
		Unitate exterioară I_a^3	demontarea: 13180,27 remontarea: 469432,92	I_{12}	3,138	153796,4 6	

$$I_a^1 = I_8 + I_{16} = (31891,34 + 326888,35) \frac{1}{(1+0,1)^8} + (31891,34 + 326888,35) \frac{1}{(1+0,1)^{16}} = 245499,82 \text{ lei} \tag{6}$$

Tabelul 2. Determinarea investițiilor totale pentru sistemul Ciler-fancoil.

Sistemul	Investiția inițială, I_0 , lei	Elemente sistemului care sunt schimbate pe perioada de studiu	Perioada investiției	K_a	Investiția actualizată I_a , lei	Investiția totală pe sistem $I=I_0+(I_a^1+I_a^2+I_a^3+I_a^4)$, lei
Ciler-fancoil	935709,83	Unitate interioară I_a^1	I_8 I_{16}	2,143 4,595	245499,82	1430210,03
		Conducte de aer I_a^2	I_{10}	2,594	58554,27	
		Unitate exterioară I_a^3	I_{12}	3,138	153796,46	
		Conducte de oțel I_a^4	I_{15}	4,177	36649,65	

Anterior au fost determinate cheltuielile de întreținere și exploatare a sistemelor de climatizare. Valoarea lor a constituit:

$$\sum C_{VRF} = 77307,4 \text{ lei/year} \tag{7}$$

$$\sum C_{chiller-fancoil} = 105152,4 \text{ lei/year} \tag{8}$$

$$\sum k_a = \frac{1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{1}{(1+r)^{20}} \tag{9}$$

Valoarea coeficientului de actualizare sa va determina pentru o perioadă de 20 de ani cu relația:

$$\begin{aligned} \sum k_a = & 0,909 + 0,826 + 0,751 + 0,683 + 0,621 + 0,564 + 0,513 + \\ & 0,467 + 0,424 + 0,386 + 0,350 + 0,319 + 0,290 + 0,263 + 0,239 + \\ & 0,217 + 0,198 + 0,180 + 0,164 + 0,148 = 8,512 \end{aligned}$$

În final, se determină valoarea costului global pentru ambele variante ale sistemului de climatizare a aerului în încăpere:

Costul global pentru sistemul de climatizare de tip VRV este:

$$GC_1 = I + \left(\sum C_{VRF} \cdot \sum k_a \right) = 1541369,53 + (77307,4 \cdot 8,512) =$$

$$= 2199410,12lei \quad (10)$$

Costul global pentru sistemul de climatizare de tip **ciler-fancoil** este:

$$GC_2 = I + \left(\sum C_{chiller-fan\ coil} \cdot \sum k_{\alpha} \right) = 1430210,03 + (105152,4 \cdot 8,512) \\ = 2325267,26lei \quad (11)$$

3. Concluzii

Abordarea metodei CG ne permite să concluzionăm că proiectele mai scumpe la etapa inițială pot deveni mai eficiente în procesul de exploatare pe un orizont lung de timp. Ca urmare a calculelor, se poate menționa că sistemul de climatizare de tip VRV este mai eficient din punct de vedere economic decât sistemul de climatizare Ciller-fancoil.

Modelul calcului CG va fi util atât pentru dezvoltarea de concepte pentru sisteme, utilaje eficiente din punct de vedere energetic în clădiri noi, cât și pentru renovarea clădirilor existente.

Bibliografie

1. S. Lambrache – Principii de bază privind metodologia costurilor pe ciclul de viață al construcțiilor la nivel european.
2. ENERGETICA MONDIALA. www.scritub.com.
3. V. Arion, V. Hlusoș, C. Gherman, O. Șveț. – Ghid privind evaluarea economică a proiectelor din domeniile eficienței energetice și energiei regenerabile. Chișinău, 2014.
4. S. Lambrache – Principii de bază privind metodologia costurilor pe ciclul de viață a construcțiilor la nivel european.
5. S.Albu, I.Albu, L.Usturoi. – Management Investițional. Chișinău, 2016.
6. Silviu LAMBRACHE ACS inginer, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă.