

BREVIAR DE CALCUL

CALCULUL NECESARULUI DE CALDURA PENTRU ÎNCĂLZIRE

Calculul necesarului de căldură pentru încălzirea unei încăperi prezintă o importanță deosebită, deoarece aceasta constituie baza de dimensionare a întregii instalații de încălzire.

Corpurile de încălzire care se prevăd într-o încăpere trebuie să cedeze un debit de căldură egal cu pierderile de căldură ale încăperii respective pentru a menține o temperatură interioară fără variații sensibile. Supraîncălzirea, sau răcirea încăperilor este provocată de un bilanț termic al încăperii necorespunzător, căldura cedată de corpul de încălzire fiind mai mare sau respectiv mai mică decât necesarul de căldură al încăperii. Celelalte elemente ale instalației (conduite, cazane, etc.) se dimensionează de asemenea în funcție de aceeași sarcină termică.

Pentru o încălzire reală schimbul de căldură cu exteriorul se produce în regim nestăionar din cauza variației temperaturii aerului exterior, variația vitezei și direcției vântului, precum și datorită întreruperilor de funcționare ale instalației de încălzire. Calculul necesarului de căldură pentru instalațiile de încălzire se efectuează, în proiectare, folosindu-se relații corespunzătoare regimului staționar, afectate de o serie de corecții (adaosul prin care se ține seama de variația factorilor exteriori).

NECESARUL DE CALDURA PENTRU ÎNCĂLZIRE

Necesarul de căldură pentru încălzire Q_h se determină cu relația :

$$Q_h = Q_T \cdot \left(1 + \frac{\sum A}{100} \right) + Q_i \quad [W];$$

Q_T - pierderile de căldură prin elementele de construcție [W] ;

Q_i - necesarul pentru încălzirea aerului rece infiltrat din exterior [W] ;

$\sum A$ - suma adaosurilor pentru compensarea unor fenomene perturbatoare (compensare a efectului suprafețelor rece și orientare), în procente.

Pierderile de căldură prin transmisie Q_T :

Aceste pierderi de căldură au loc prin elementele de construcție în contact cu aerul pe ambele fețe Q_c , și prin elementele de construcție în contact cu pământul Q_p .

$$Q_T = Q_e + Q_p \quad [W].$$

Pierderile de căldură prin transmisie Q_e printr-un element de construcție în contact cu aerul pe ambele fețe :

$$Q_e = mSDt / R_0 \quad [W].$$

m – coeficientul de masivitate termica ;

S – suprafața elementului de construcție ;

Dt – diferența de temperatura t_i a aerului exterior sau a încăperilor învecinate si temperatura t_e a aerului exterior sau a încăperilor învecinate ($Dt = t_i - t_e$) ;

R_0 – rezistența termică totală la transferul de căldură, a elementului de construcție [m^2K/W] .

Coeficientul de masivitate termica :

$$m = 1.225 - 0.05 \cdot D$$

D – indicele de inerție termică al elementului de construcție.

- pentru elementele de construcție cu $D \geq 4.5$ se considera $m = 1$
- pentru tâmplăria exterioară se considera $D = 0.5$
- pentru elementele de construcție în contact cu solul precum și planșeele peste subsolurile neîncălzite se considera $m = 1$

Temperatura aerului t_i din încăperile încălzite :

Temperatura interioară convențională pentru încăperi încălzite :

Destinația încăperii	Temperatura interioară convențională de calcul (°C)
Baie	22
Living	22
Bucatarie	18
Hol, casa scarii	10

Temperatura exterioară t_e convențională de calcul :

Denumirea localității	t_e (°C)
Calarasi	-15

Suprafața de calcul S a elementului de construcție :

- pentru pereți : $S = L(l) \times h$, adică produsul dintre lungimea L sau lățimea l a încăperii măsurată la interior și înălțimea h ;
- pentru uși și ferestre : $S = a \times b$, adică produsul dintre lățimea a și înălțimea b a golului de zidărie;
- pentru planșee sau pardoseala : $S = L \times l$, adică produsul dintre lungimea L și lățimea l a încăperii măsurată la interior.

Pierderile de căldură Q_p prin elementele de construcție în contact cu pământul :

a) construcții având forme geometrice elementare (paralelipiped dreptunghic)

$$Q_S = A_p \cdot \frac{t_i - t_p}{R_p} + C_M \cdot \frac{m_s}{n_s} \cdot \frac{t_i - t_e}{R_{bc}} \cdot A_{bc} + \frac{1}{n_s} \cdot \frac{t_i - t_{ej}}{R_{bc}} A_{bcj} \quad [\text{W}]$$

unde :

A_p - aria cumulată a pardoselii și a pereților aflați sub nivelul terenului

A_{bc} - aria unei benzi cu lățimea de 1m situată de-a lungul conturului exterior al suprafeței A_p

A_{bcj} - aria unei benzi cu lățimea de 1m situată de-a lungul conturului care corespunde spațiului învecinat

și care are temperatura t_i

R_p - rezistența termică specifică cumulată a pardoselii și a stratului de pământ cuprins între pardoseala și adâncimea de 7m de la cota terenului sistematizat, sau a stratului de apă freatică

R_{bc} - rezistența termică a benzii de contur la trecerea căldurii prin pardoseala și sol către aerul exterior

t_i - temperatura interioară convențională de calcul

t_e - temperatura exterioară convențională de calcul

t_{ej} - temperatura interioară convențională de calcul pentru încăperile alăturate

t_p - temperatura, fie în sol la adâncimea de 7m de la cota terenului sistematizat, în cazul inexistenței stratului de apă freatică, fie în stratul de apă freatică

C_M - coeficient de corecție

m_s - coeficient de masivitate termică a solului

n_s - coeficient de corecție care ține seama de conductivitatea termică a solului

b) construcții având forme geometrice de tip poligonal

$$Q_S = A_{pl} \cdot \frac{t_i - t_p}{R_{pl}} + C_M \cdot (t_i - t_e) \cdot \sum m_s \cdot \left(l\Psi + \frac{A_{per}}{R'_{per}} \right) \quad [\text{W}]$$

unde :

A_{pl} - aria plăcii pe sol sau a plăcii inferioare a subsolului încălzit

A_{per} - aria pereților în contact cu solul

l - lungimea conturului în contact cu solul

R_{pl} - rezistența termică unidirecțională a plăcii de arie A_{pl}

R'_{per} - rezistența termică specifică corectată a pereților de suprafață A_{per}

Ψ - coeficient linear de transfer termic, corespunzător lungimii l

t_i - temperatura interioara convențională de calcul

t_e - temperatura exterioara convențională de calcul

t_p - temperatura, fie în sol la adâncimea de 7m de la cota terenului sistematizat, în cazul inexistentei

stratului de apa freatica, fie în stratul de apa freatica

C_M - coeficient de corecție

m_s - coeficient de masivitate termica a solului

Suprafața cumulată a pardoselii și a pereților aflați sub nivelul pământului, A_p se calculează cu relația :

$$A_p = A_{pl} + ph$$

unde :

A_{pl} - aria plăcii pe sol sau a plăcii inferioare pe subsolul încălzit

p - lungimea conturului pereților în contact cu solul

h - cota pardoselii sub nivelul terenului

Rezistența termică specifică cumulată a pardoselii și a stratului de pământ, R_p se determină cu relația :

$$R_p = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta}{\lambda}$$

unde :

δ - grosimea straturilor luate în considerare

λ - conductivitatea termică

α_i - coeficientul de transfer termic prin suprafața la interior

2.2. Adaosuri la pierderile de căldură :

La pierderile de căldură prin transmisie, calculate pentru fiecare încăpere se aplica adaosuri procentuale pentru orientare A și pentru compensarea efectului suprafețelor reci.

Adaosul pentru orientare A_0 :

Acest adaos se aplica în scopul diferențierii pierderilor de căldură ale încăperilor diferit expuse radiației solare. Valorile procentuale ale adaosului A_0 sunt date în tabelul următor :

Orientarea	N	NE	E	SE	S	SV	V	NV
A_0 [%]	+5	+5	0	-5	-5	-5	0	+5

Adaosul pentru compensarea efectelor suprafețelor reci A_c :

Acest adaos se aplica în vederea îmbunătățirii confortului termic în încăperile construcțiilor civile. Valoarea acestui adaos se alege din nomograma în funcție de valoarea numerică a rezistenței totale medii R_m și a numărului de elemente de construcție exterioare : pereți, planșee, terasă etc.

Adaosul A_c nu se aplica :

- încăperilor de trecere în care oamenii poartă îmbrăcăminte de stradă ;
- încăperilor încălzite prin radiație ;
- încăperilor în care oamenii desfășoară o muncă medie sau grea.

Rezistența totală medie :

Rezistența totală medie la transferul de căldură a elementelor de construcție delimitatoare ale încăperii este :

$$R_m = \frac{S_T \cdot (t_i - t_e)}{Q_T}$$

S_T - suprafața totală a încăperii [m^2];

t_e - temperatura exterioară convențională de calcul [$^{\circ}C$]

Q_T - pierderile de căldură prin transmisie ale încăperii [W]

2.3. Necesarul de căldură pentru încălzirea aerului rece pătruns în încăpere :

Debitul de căldură Q_i necesar pentru încălzirea aerului exterior pătruns în încăpere :

$$Q_i = Q_F + Q_U$$

Q_F - necesarul de căldură pentru încălzirea aerului infiltrat prin neetanșeitățile (rosturile) ferestrelor și ușilor ;

Q_U - necesarul de căldură pentru încălzirea aerului pătruns în încăpere prin deschiderea ușilor.

Debitul de căldură Q_F pentru încălzirea aerului rece infiltrat prin rosturile elementelor mobile :

$$Q_F = E \sum L i v^{4/3} (t_i - t_e)$$

Factorul de corecție E depinde de numărul de nivele al clădirii (pentru clădirile civile cu mai puțin de 12 niveluri $E = 1$).

Lungimea $\sum L$ a rosturilor elementelor de construcții exterioare mobile (uși, ferestre), se consideră ca fiind egală cu perimetrul acestora, cu observațiile următoare :

- rosturile dintre două elemente mobile alăturate se ia în calcul o singură dată
- pentru tâmplărie dublă, lungimea $\sum L$ se calculează pentru un singur rând de tâmplărie

- de asemenea, la calculul lungimii $\sum L$ a rosturilor se tine seama si de poziția elementelor mobile pe pereții încăperilor, precum si de acțiunea vântului asupra acestora :
 - 1) În cazul amplasării elementelor mobile pe un singur perete valoarea $\sum L$ se ia egala cu suma lungimii $\sum f$ a rosturilor tuturor elementelor mobile pe acest perete.
 - 2) În cazul amplasării elementelor mobile pe doi pereți alăturați, valoarea $\sum L$ se ia egala cu sumele lungimilor $\sum f_1$, $\sum f_2$ ale rosturilor elementelor mobile de pe cei doi pereți alăturați.
 - 3) În cazul amplasării elementelor mobile pe trei pereți valoarea $\sum L$ se ia egala cu sumele lungimilor rosturilor elementelor mobile de pe doi pereți alăturați cu valoarea cea mai mare.
 - 4) În cazul amplasării elementelor mobile pe doi pereți exteriori opuși valoarea $\sum L$ se ia egala cu suma lungimii rosturilor elementelor mobile de pe un singur perete, cu valoarea cea mai mare.

Coefficientul de infiltrație i prin rosturi depinde de :

- materialul din care sunt confecționate ușile si ferestrele;
- raportul dintre suprafața totală S_e a ușilor sau a ferestrelor exterioare si suprafața S_i a ușilor interioare;
- felul în care are loc circulația aerului în cadrul clădirii (clădiri permeabile sau greu permeabile)

Prin clădiri sau compartimente de clădiri greu permeabile se înțeleg acelea care au pereți despărțitori fara goluri fata de restul clădirii, circulația aerului infiltrat prin rosturi făcându-se numai spre casa scării sau spre un coridor central.

Prin clădiri sau compartimente de clădiri permeabile se înțeleg acelea fara pereți despărțitori, sau cu pereți despărțitori prevăzuți cu deschideri ce dau posibilitatea circulației aerului infiltrat, între ferestrele plasate pe fațade diferite.

Pentru încăperile amplasate în colțul clădirii si prevăzute cu ferestre si uși pe ambii pereți, valorile coeficientului i se majorează cu 20%.

Viteza vântului de calcul se alege din tabelul următor si depinde de cele 4 zone eoliene, precum si de amplasamentul clădirii (în localitate sau în afara localității).

Zona eoliana	Amplasamentul clădirii			
	În localitate		În afara localității	
	v	$v^{3/4}$	v	$v^{3/4}$
I	8.0	16.00	10.0	21.54
II	5.0	8.55	7.0	13.39
III	4.5	7.45	6.0	10.90
IV	4.0	6.35	4.0	6.35

Titlu proiect : Servicii sociale moderne pentru seniorii Județului Călărași
Adresa : Str. Prelungirea Independentei nr. 5A, NC 35879, Mun. Calarasi, Jud. Calarasi
Beneficiar : CONSILIUL JUDETEAN CALARASI
Nr. proiect : 77/2025
Faza : P.T.E.
Specialitatea : Instalații termice
Document : Breviar de calcul



Debitul de căldură Q_u pentru încălzirea aerului rece pătruns prin deschiderea ușilor se determina cu relația :

$$Q_u = 0.31 \cdot S_u \cdot n \cdot (t_i - t_e)$$

n – numărul de deschidere ale ușilor pe timp de o ora (se alege în funcție de destinația clădirii).

Nu se ia în calcul pentru intrările în clădirile de locuit.

INTOCMIT
Ing. Tomescu Cristian

