

4.2. CALCULUL NECESARULUI DE CĂLDURĂ PENTRU PISCINE

4.2.1. Tipuri de piscine și parametri climatici

Se poate considera că există două tipuri de piscine:

- închise (piscine montate în interiorul unor clădiri);
- deschise (piscine montate în aer liber).

Referitor la piscinele în aer liber, cel puțin în țările dezvoltate din punct de vedere economic și cu tradiție îndelungată în realizarea și exploatarea unor astfel de piscine, există o serie de reglementări, care recomandă sau chiar obligă, ca pe timpul neutilizării piscinelor în aer liber, acestea să fie acoperite pentru a evita eventuale accidente provocate de căderea persoanelor sau animalelor de companie în piscine. În viitorul apropiat, asemenea reglementări vor deveni cu siguranță obligatorii și în România, astfel încât trebuie să se țină seama de acest aspect încă din faza de proiectare a sistemelor de încălzire a piscinelor, cu atât mai mult cu cât prezența acestor sisteme este importantă și pentru comportamentul termic al piscinelor. Există diverse soluții tehnice pentru acoperirea piscinelor: prelate ancorate, prelate gonflabile, panouri flotante, etc.

Din punct de vedere al calculului necesarului de căldură al piscinelor, se poate considera că piscinele deschise (în aer liber) prezintă două perioade de exploatare, caracterizate prin sarcini termice diferite:

perioade în care piscina este descoperită (de regulă ziua – piscina este utilizată);

perioade în care piscina este acoperită (de regulă noaptea – piscina nu este utilizată).

Pentru piscinele închise, în incintele în care sunt montate acestea, conform ASHRAE 1995, temperatura aerului este de maxim 27°C, iar umiditatea relativă a aerului este de cca. 60%. Viteza de circulație a aerului în jurul piscinelor închise (mărime asimilabilă cu viteza vântului în cazul piscinelor deschise) este de cca. 0,1m/s. Această valoare corespunde unui număr de schimburi de aer, egal cu 6...8 volume ale incintei într-o oră.

Pentru piscinele deschise, parametrii climatici sunt cei corespunzători zonei în care este amplasată piscina, cei mai importanți asemenea parametrii fiind:

- temperatura aerului (variație sensibilă pe durata zilei și sezonieră);
- umiditatea absolută a aerului (mai constantă decât umiditatea relativă);
- viteza vântului (variație sensibilă pe durata zilei și sezonieră).

În ceea ce privește viteza vântului, acest parametru este foarte important pentru calculul unor componente ale sarcinii termice ale piscinelor montate în aer liber, astfel încât sunt prezentate în continuare câteva elemente de calcul pentru viteza vântului.

Observații efectuate în diverse regiuni ale SUA și Canada, pe perioade îndelungate de timp, au arătat că în medie, viteza maximă în timpul zilei este de cca. două ori mai mare decât viteza minimă din timpul nopții, ceea ce indică faptul că viteza vântului este mai mare ziua decât noaptea. De asemenea s-a constatat că în medie, variația zilnică a vitezei aerului, este aproximativ sinusoidală. Pornind de la aceste observații a fost realizat un model matematic pentru calculul vitezei vântului, care a fost implementat într-un program de simulare a condițiilor meteorologice din diverse regiuni ale planetei. Relațiile de calcul utilizate în acest model sunt prezentate în continuare.

Viteza vântului la un anumit moment al zilei (w_h) se determină cu relația:

$$w_h = \bar{w} + \frac{\bar{w}}{3} \cos\left(\frac{2\pi(h - h_0)}{24}\right) [\text{m/s}]$$

unde:

- \bar{w} este viteza medie a vântului în regiunea de amplasare a piscinei;
- h este ora la care este calculată viteza vântului w_h ;
- h_0 este ora la care se înregistrează viteza maximă a vântului (de regulă pe timpul zilei, nu pe timpul nopții).

Considerând o anumită valoare pentru viteza medie zilnică a vântului și un anumit moment al zilei în care se atinge valoarea maximă a vitezei vântului, se poate obține pentru diferite valori ale h , o variație zilnică a vitezei vântului, de tipul celei prezentate în figura 4.6.

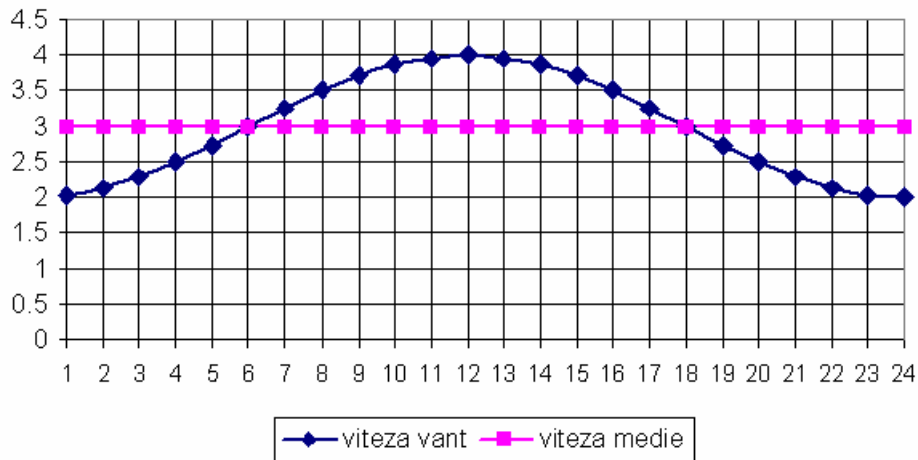


Fig. 4.6. Exemplu de variație zilnică a vitezei vântului [m/s]

În exemplul din figură, s-a considerat că viteza medie zilnică a vântului este de $3\text{m/s}=10,8\text{km/h}$ și că viteza maximă a vântului este atinsă în jurul orei 12.

Analizând figura prezentată, se observă că în conformitate modelul considerat, viteza maximă a vântului, pe timpul zilei (în exemplu $4\text{m/s}=14,4\text{km/h}$), este într-adevăr egală cu dublul vitezei minime a vântului pe timpul nopții, (în exemplu $2\text{m/s}=7,2\text{km/h}$).

Considerând că piscinele deschise prezintă perioade de exploatare când sunt descoperite și când sunt acoperite, se pot calcula vitezele medii ale vântului în aceste perioade, valori importante pentru calculul diverselor componente ale necesarului de căldură pentru încălzirea piscinelor, în aceste perioade:

Viteza medie a vântului în perioada în care piscina este descoperită (w_d) se calculează cu relația:

$$w_d = \bar{w} + \bar{w} \frac{8}{\pi(24 - n_a)} \sin\left(\pi \frac{24 - n_a}{24}\right) [\text{m/s}]$$

unde:

- \bar{w} este viteza medie a vântului în regiunea de amplasare a piscinei;
- n_a este numărul de ore în care piscina este acoperită.

Viteza medie a vântului în perioada în care piscina este acoperită (w_a) se calculează cu relația:

$$w_a = \bar{w} - \bar{w} \frac{8}{\pi \cdot n_a} \sin\left(\pi \frac{n_a}{24}\right) [\text{m/s}]$$

unde:

- \bar{w} este viteza medie a vântului în regiunea de amplasare a piscinei;
- n_a este numărul de ore în care piscina este acoperită.

Pentru exemplul considerat anterior, considerând că durata $n_a=16$ ore, deci că 16 ore din 24 piscina este acoperită și 8 ore din 24 piscina este descoperită, se obțin valorile:

- $w_d=3,8\text{m/s}$ pentru viteza medie a vântului în perioada în care piscina este descoperită;
- $w_a=2,6\text{m/s}$ pentru viteza medie a vântului în perioada în care piscina este acoperită.

Se observă din nou că în conformitate cu modelul de calcul considerat, viteza medie a vântului în perioada în care piscina este descoperită (ziua), este mai mare decât viteza medie a vântului în perioada în care piscina este acoperită (noaptea).

Componentele necesarului de căldură al piscinelor, care vor fi prezentate detaliat în continuare sunt:

- fluxul de căldură datorat evaporării apei;
- fluxul de căldură datorat convecției la suprafața apei;
- fluxul de căldură transmis prin pereții piscinei;
- fluxul de căldură necesar pentru încălzirea apei proaspete.

Acestor componente li se poate adăuga, în cazul piscinelor deschise, fluxul de căldură datorat radiației solare. Acest flux de căldură se determină scăzând din fluxul termic datorat radiației solare directe, fluxul termic reflectat de apa din piscină, pentru că nu toată căldura datorată radiației solare este înglobată în apă, o parte importantă fiind reflectată de suprafața apei din piscină. Pentru determinarea acestor fluxuri termice, având un caracter foarte variabil atât pe durata zilei, cât și pe durata sezonului în care poate fi utilizată piscina, trebuie să se țină seama de poziția variabilă a soarelui pe cer, în locul de amplasare a piscinei și de gradul de agitație a apei din piscină. În continuare, aceste componente ale necesarului termic al piscinei, nu au fost luate în considerare, deoarece contribuie la încălzirea naturală a apei, reducând sarcina termică necesară pentru încălzirea piscinei, iar aceste componente se manifestă numai în zilele însorite. S-a considerat că nu este justificat să se presupună că sezonul de exploatare a piscinelor deschise va fi însorit și astfel să se subdimensioneze sistemul de încălzire a apei din piscine, deci se va calcula necesarul de căldură al acestor piscine considerându-se că lipsește radiația solară. Implicit se va calcula necesarul de căldură al piscinelor pentru zilele înnorate.

4.2.2. Fluxul de căldură datorat evaporării apei

Având în vedere că apa din piscine este în contact permanent cu aerul umed din jur, se va manifesta tendința aerului umed de a se satura în umiditate, iar sursa de umiditate în acest caz, va fi reprezentată tocmai de apa din piscine, care se va evapora. Prin evaporare, apa din piscine pierde căldura latentă de evaporare conținută de vaporii de umiditate care trec din apă în aer, în urma procesului de transfer de masă și căldură menționat.

Fluxul de căldură pierdută prin evaporarea apei \dot{Q}_{ev} poate fi calculat cu relația:

$$\dot{Q}_{ev} = c_d \cdot c_e \cdot S \cdot (p_s - p_v) \quad [W]$$

unde:

- S – suprafața piscinei;
- p_s [Pa] – presiunea de saturație a vaporilor de apă din aer;
- p_v [Pa] – presiunea parțială a vaporilor de apă din aer;
- c_d – coeficient de corecție care poate avea următoarele valori:
- $c_d=1$ - în cazul piscinelor închise;
- $c_d=0,1$ - în cazul piscinelor deschise, pentru perioada în care acestea sunt acoperite (evaporarea apei este mult redusă în aceste perioade);
- $c_d=2$ - în cazul piscinelor deschise, pentru perioada în care acestea sunt descoperite (evaporarea apei este mult mai intensă în aceste perioade, caracterizate și printr-o agitație intensă a apei);
- c_e – coeficient de masă de transfer termic prin evaporare, care se poate determina cu relația:

$$c_e = 0,05058 + 0,0669 \cdot w \quad \left[\frac{W}{m^2 Pa} \right]$$

unde:

- w – viteza aerului la suprafața bazinului.

În figura 4.7. este prezentată variația coeficientului de masic de transfer termic prin evaporare, cu viteza vântului, calculată cu relația prezentată anterior.

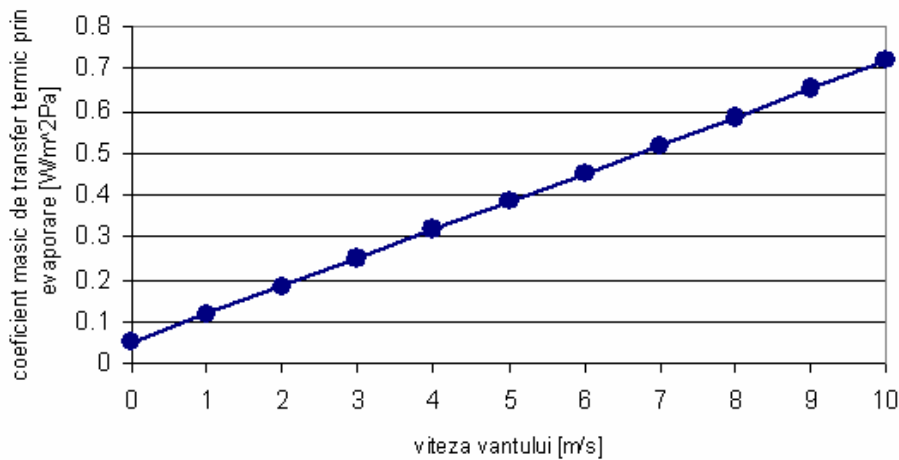


Fig. 4.7. variația coeficientului de masic de transfer termic prin evaporare, cu viteza vântului

Analizând figura prezentată, se observă că valoarea acestui coeficient se modifică de la 0,05W/m²Pa în absența vântului, la 0,52W/m²Pa, adică o valoare de 10 ori mai mare, pentru o viteză a vântului de 7m/s.

Presiunea de saturație a vaporilor de apă din aerul umed p_s , depinde numai de temperatura aerului umed, aceeași și cu temperatura vaporilor din aer. Această dependență este prezentată în tabelulul alăturat, pentru temperaturi ale aerului de 5...45°C.

Variația presiunii de saturație a vaporilor de apă din aerul umed, cu temperatura

Temperatura [°C]	5	10	15	20	25	30	35	40	45
p_s [mbar] [Pa]	871,9	1227,1	1704,1	2337	3166	4242	5622	7375	9582

Presiunea parțială a vaporilor de apă din aer p_v se determină cu relația:

$$p_v = \varphi \cdot p_s \text{ [Pa]}$$

unde:

- φ este umiditatea relativă a aerului umed.

De exemplu, dacă în cazul unei piscine închise, aerul umed are temperatura de 25°C și umiditatea relativă $\varphi=60\%$, presiunea de saturație a vaporilor de apă din aerul umed are valoarea $p_s=3166Pa$, iar presiunea parțială a vaporilor de apă din aer, are valoarea $p_v=0,6 \cdot 3166=1899,6Pa$.

În funcție de valoarea fluxului de căldură pierdută prin evaporarea apei \dot{Q}_{ev} poate fi calculat debitul masic de umiditate degajată din piscină \dot{m}_{ev} cu relația:

$$\dot{m}_{ev} = \frac{\dot{Q}_{ev}}{r_w} \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

unde:

- r_w – căldura latentă de vaporizare a apei: $r_w = 2454 \text{ kJ/kg}$.

De valoarea debitului masic de umiditate degajată din piscină, trebuie să se țină seama când se calculează necesarul de apă proaspătă al piscinelor și fluxul de căldură necesară pentru încălzirea apei proaspete.

Debitul de aer umed care conține umiditatea degajată \dot{m}_L :

$$\dot{m}_L = \frac{\dot{m}_{ev}}{x} \left[\frac{\text{kg aer}}{\text{s}} \right]$$

unde:

- x – umiditatea absolută a aerului umed;
- $1/x$ – cantitatea de aer care conține cantitatea x de umiditate absolută.

De valoarea debitului de aer umed care conține umiditatea degajată de apa din piscine, trebuie să se țină seama la dimensionarea sistemului de condiționare și ventilare aferent clădirilor care conțin piscine închise.

4.2.3. Fluxul de căldură transmis prin convecție

Datorită faptului că suprafața apei din piscine este în contact cu aerul din mediul înconjurător, între apă și aer se va produce un transfer continuu de căldură. Sensul acestui transfer termic depinde de temperaturile celor două medii, astfel încât sunt posibile următoarele situații:
apa este mai caldă decât aerul și fluxul de căldură se transmite de la apă la aer;
apa este mai rece decât aerul și fluxul de căldură se transmite de la aer la apă;
apa și aerul au aceeași temperatură și fluxul de căldură este nul.

Valoarea fluxului termic transmis prin convecție de la apă la aer \dot{Q}_{cv} se calculează cu relația:

$$\dot{Q}_{cv} = \alpha \cdot S \cdot (t_w - t_a) \quad [\text{W}]$$

unde:

- S – suprafața piscinei;
- t_w – temperatura apei din piscină;
- t_a – temperatura aerului;
- α – coeficientul de convecție, care se calculează cu relația:

$$\alpha = 3,1 + 4,1 \cdot w \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

unde:

- w – viteza medie a vântului (diferită pentru piscinele închise față de cele deschise și diferită pentru perioadele în care piscinele deschise sunt acoperite, respectiv descoperite).

În figura 4.8, este prezentată variația coeficientului de convecție cu viteza vântului, conform relației de calcul prezentate anterior.

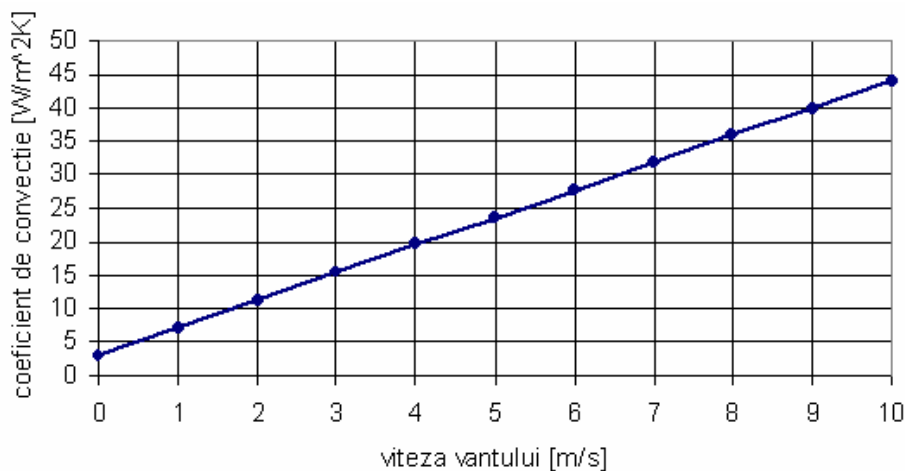


Fig. 4.8. Variația coeficientului de convecție cu viteza vântului

Pentru piscinele închise se poate considera $\dot{Q}_{cv} \approx 0 \text{ W}$, deoarece în aceste cazuri, în interiorul incintei care adăpostește piscina, temperatura aerului este devine foarte apropiată de temperatura apei. Această situație se întâlnește și în cazul piscinelor descoperite când temperatura apei și aerului devin egale.

Când aerul din mediul înconjurător al piscinelor devine mai cald decât apa, valoarea fluxului termic transmis prin convecție devine negativă, ceea ce înseamnă că piscina se încălzește de la mediul ambiant, în loc să fie răcită de acesta.

4.2.4. Fluxul de căldură transmis prin pereții piscinei

Apa din piscine este în contact termic permanent atât cu pereții laterali cât și cu fundul bazinului. Se poate considera că toți pereții piscinei au temperatura egală cu a solului în care este montată piscina. Deoarece apa din piscină este mai caldă decât temperatura pereților, fluxul termic transmis prin pereții piscinei contribuie la răcirea apei din piscină și trebuie să fie compensat de sistemul de încălzire a apei.

Valoarea fluxului termic transmis prin pereții piscinei \dot{Q}_p , se poate calcula cu relația:

$$\dot{Q}_p = k \cdot S_p \cdot (t_w - t_p) [\text{W}]$$

unde:

- S_p – suprafața pereților;
- t_w – temperatura apei din piscină;
- t_p – temperatura pereților piscinei;

În figura 4.9 este prezentată variația temperaturii în sol.

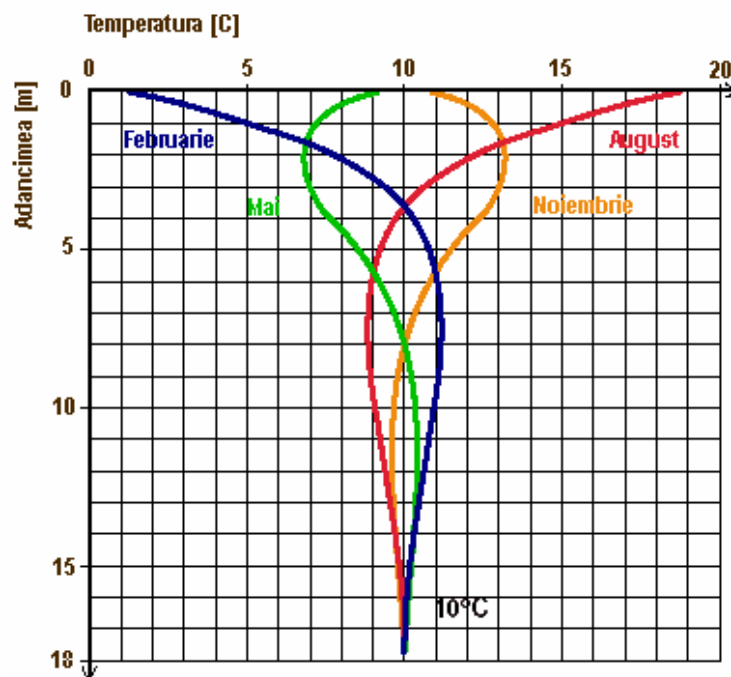


Fig. 4.9. Variația temperaturii solului la diferite adâncimi în diferite perioade ale anului
www.viessmann.com

Cu ajutorul acestor curbe de variație a temperaturilor, poate fi determinată temperatura solului, considerată egală cu a pereților piscinei. Se va considera temperatura la o adâncime medie a piscinei și se va considera această valoare a temperaturii constantă pe toți pereții, sau se pot considera temperaturi diferite pe pereții laterali și pe fundul bazinului.

k – coeficientul global de transfer termic prin pereții piscinei, care se poate calcula cu relația:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \sum \frac{\delta}{\lambda}}$$

unde:

- δ [m] – grosimea pereților piscinei;
- λ [W/m·K] – conductibilitatea termică a materialului din care sunt realizați pereții piscinei;
- α_w - coeficientul de convecție la transferul termic dintre apă și pereți.

Valoarea coeficientului de convecție α_w se poate calcula cu relația:

$$\alpha_w = 230 + 1400\sqrt{w_w} \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

unde:

- w_w – viteza apei din piscină.

Apa din piscine este în permanentă deplasare, deoarece este filtrată și reîmprospătată permanent, deci chiar dacă are o viteză redusă, aceasta nu este nulă. În cazul piscinelor cu valuri, viteza apei poate să atingă valori în jur de 4...5m/s.

În figura 4.10, este prezentată variația coeficientului de convecție pe partea apei, precum și a coeficientului global de transfer termic, în funcție de viteza de curgere a apei.

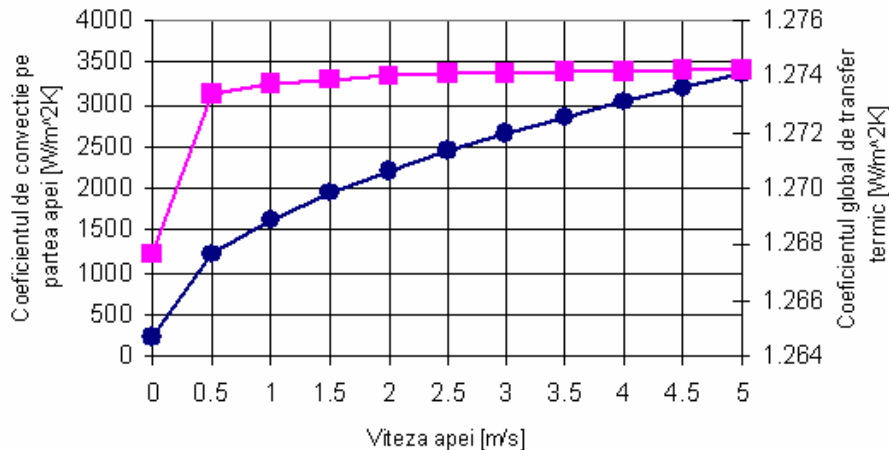


Fig. 4.10. Variația coeficientului de convecție pe partea apei și a coeficientului global de transfer termic, în funcție de viteza apei

S-a considerat că peretele piscinei este realizat din beton cu grosimea de 5cm ($\delta_p=0,05m$), coeficientul de conductibilitate al betonului având valoarea $\lambda_p=1,45W/mK$. S-a considerat de asemenea că pentru a reduce pierderile de căldură prin pereții piscinei, pereții sunt izolați cu plăci de polistiren, având grosimea de 3cm ($\delta_{iz}=0,03m$) coeficientul de conductibilitate al polistirenului având valoarea $\lambda_{iz}=0,04W/mK$. În aceste condiții $\lambda_p/\delta_p=29W/m^2K$ și $\lambda_{iz}/\delta_{iz}=1,33W/m^2K$. Conform figurii alăturată, se observă că valorile coeficientului global de transfer termic, sunt mai reduse decât valoarea λ_{iz}/δ_{iz} determinată anterior.

4.2.5. Fluxul de căldură pentru încălzirea apei proaspete

Apa din piscină trebuie reîmprospătată permanent, chiar dacă este prezent un sistem eficient de filtrare, deoarece în urma utilizării piscinei, calitatea apei se deteriorează. Apa proaspătă trebuie încălzită până la valoarea temperaturii apei din piscină, iar sarcina termică utilizată în acest scop reprezintă o componentă importantă a sistemului de încălzire al piscinelor.

Fluxul de căldură necesar pentru încălzirea apei proaspete \dot{Q}_w se calculează cu relația:

$$\dot{Q}_w = \dot{m}_w \cdot c_w \cdot (t_w - t_{pr}) \quad [kW]$$

unde:

- c_w – căldura specifică a apei: $c_w = 4,186kJ/kgK$
- t_w – temperatura apei din piscină: $t_w = 22...26^\circ C$
- t_{pr} – temperatura apei proaspete: iarna $t_{pr} \approx 5^\circ C$; vara $t_{pr} = 10...15^\circ C$
- \dot{m}_w - debitul de apă proaspătă.

Debitul de apă proaspătă \dot{m}_w necesar pentru exploatarea corectă a piscinei se calculează cu relația:

$$\dot{m}_w = \dot{m}_{ev} + n_r \cdot \frac{\rho \cdot V}{7 \cdot 24 \cdot 3600} \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

- \dot{m}_{ev} - debitul de apă pierdută prin evaporare;
- n_r - numărul de reîmprospătări ale apei din piscină, într-o săptămână (de câte ori este schimbată / înlocuită apa într-o săptămână);
- ρ - densitatea apei: se poate considera $\rho \approx 1000 \text{kg/m}^3$;
- V - volumul apei din piscină.

4.2.6. Sarcina termică totală a piscinei

Sarcina termică totală a piscinei este reprezentată de suma sarcinilor termice parțiale, prezentate anterior.

Sarcina termică totală a piscinei \dot{Q} se poate calcula cu relația:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{ev} + \dot{Q}_{cv} + \dot{Q}_p + \dot{Q}_v \text{ [kW]}$$

Valoarea sarcinii termice totale a piscinei reprezintă tocmai valoarea sarcinii termice a sistemului de încălzire a apei din piscină.

Încălzirea piscinelor poate fi realizată monoenergetic, dar și cu ajutorul unui sistem energetic bivalent, cel mai adesea utilizând energia solară în combinație cu o altă sursă de energie, care poate fi obținută prin arderea unui combustibil, sau energia electrică. Ca și combustibili se pot utiliza lemne, brichete, peleți, combustibili lichizi, sau combustibili gazeoși. Energia electrică se poate utiliza cel mai eficient cu ajutorul unei pompe de căldură.

4.2.7. Exemplu de calcul

Se consideră o piscină în aer liber, cu dimensiunile:

- lungime $L=20\text{m}$;
- lățime $l=10\text{m}$;
- adâncime $h=1,5\text{m}$.
- Se consideră următoarele temperaturi și condiții climatice:
- temperatura apei din piscină: $t_w=24^\circ\text{C}$;
- temperatura aerului: $t=18^\circ\text{C}$;
- umiditatea relativă a aerului: $\varphi=40\%$;
- viteza medie a vântului; $w=4\text{m/s}$.
- Perioadele de exploatare a piscinei:
- piscina este descoperită și exploatată: 8h/zi ;
- piscina este acoperită și neexploată: 16h/zi .

Fluxul de căldură datorat evaporării apei

Suprafața piscinei: $S=L\cdot l=20\cdot 10=200\text{m}^2$

Suprafața totală a pereților piscinei (inclusiv fundul bazinului):

$$S_p=2\cdot(L\cdot h+l\cdot h)+S=2\cdot(20\cdot 1,5+10\cdot 1,5)+200=2\cdot(30+15)+200=290\text{m}^2$$

Volumul de apă din piscină: $V=L\cdot l\cdot h=20\cdot 10\cdot 1,5=300\text{m}^3$

Viteza medie a vântului în perioada în care piscina este descoperită: $w_d=5,1\text{m/s}$

Viteza medie a vântului în perioada în care piscina este acoperită: $w_a=3,5\text{m/s}$

Coefficientul de masă de transfer termic prin evaporare cu piscina descoperită: $c_{ed}=0,385\text{W/m}^2\text{Pa}$

Coefficientul de masă de transfer termic prin evaporare cu piscina acoperită: $c_{ea}=0,28\text{W/m}^2\text{Pa}$

Coefficientul de masă de transfer termic prin evaporare, mediu: $c_e=0,318\text{W/m}^2\text{Pa}$

Presiunea de saturație a vaporilor de apă din aer: $p_s=2084\text{Pa}$

Presiunea parțială a vaporilor de apă din aer: $p_v=0,4\cdot 2084=833,6\text{Pa}$

Fluxul de căldură datorat evaporării apei în perioada când piscina este descoperită:

$$\dot{Q}_{ev,d}=2\cdot 0,385\cdot 200\cdot(2084-833,6)=192561,6\text{W}=192,251\text{kW}$$

Fluxul de căldură datorat evaporării apei în perioada când piscina este acoperită:

$$\dot{Q}_{ev,a}=0,1\cdot 0,28\cdot 200\cdot(2084-833,6)=7002,24\text{W}=7\text{kW}$$

Fluxul de căldură mediu zilnic, datorat evaporării apei (se ține seama de durata perioadelor în care piscina este descoperită, respectiv acoperită):

$$\dot{Q}_{ev}=\frac{\dot{Q}_{ev,d}\cdot 8+\dot{Q}_{ev,a}\cdot 16}{24}=\frac{192,25\cdot 8+7\cdot 16}{24}=64,38\text{kW}$$

Debitul masic de umiditate degajată din piscină: $\dot{m}_{ev}=64,38/2454=0,026\text{kg/s}=93,6\text{kg/h}$

Fluxul de căldură transmis prin convecție

Coefficientul de convecție: $\alpha=24\text{W/m}^2\text{K}$

Fluxul de căldură transmis prin convecție: $\dot{Q}_{cv}=24\cdot 200\cdot(24-18)=28800\text{W}=28,8\text{kW}$

Fluxul de căldură transmis prin peretii piscinei

Pentru viteza apei din piscină $w_w \approx 0\text{m/s}$, valoarea coeficientul de convecție pe partea apei, este: $\alpha_w = 230\text{W/m}^2\text{K}$

Dacă pereții piscinei sunt realizați din beton $\lambda = 1,45\text{W/mK}$, cu grosimea $\delta = 0,05\text{m}$ valoarea $\lambda/\delta = 29\text{W/m}^2\text{K}$

Dacă piscina este izolată cu plăci de polistiren $\lambda_{iz} = 0,04\text{W/mK}$, cu grosimea $\delta_{iz} = 0,03\text{m}$ valoarea $\lambda_{iz}/\delta_{iz} = 1,3\text{W/m}^2\text{K}$

Coeficientul global de transfer termic: $k = 1,268\text{W/m}^2\text{K}$

Suprafața totală a pereților piscinei: $S_p = 290\text{m}^2$

Temperatura solului, în luna mai, la adâncimi de 1...2m, se situează în jurul valorii $t_p = 7^\circ\text{C}$

Fluxul de căldură transmis prin peretii piscinei izolate

$$\dot{Q}_p = 1,268 \cdot 290 \cdot (24 - 7) = 6251\text{W} = 6,21\text{KW}$$

Fluxul de căldură transmis prin pereții aceleiași piscine, neizolate (fără plăcile de polistiren) $k = 25,75\text{W/m}^2\text{K}$

$$\dot{Q}_p = 25,75 \cdot 290 \cdot (24 - 7) = 126947\text{W} \approx 127\text{KW}$$

Fluxul de căldură pentru încălzirea apei proaspete

Debitul de apă proaspătă: $\dot{m}_w = 0,026 + 3 \cdot \frac{1000 \cdot 300}{7 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,514\text{kg/s}$

Fluxul de căldură pentru încălzirea apei proaspete: $\dot{Q}_w = 1,514 \cdot 4,186 \cdot (18 - 10) = 50,7\text{kW}$

Sarcina termică totală a piscinei

Sarcina termică totală a piscinei izolate

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{ev} + \dot{Q}_{cv} + \dot{Q}_p + \dot{Q}_v = 64,38 + 28,8 + 6,21 + 50,7 = 150,09\text{kW} \approx 150\text{kW}$$

Sarcina termică totală a piscinei neizolate

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{ev} + \dot{Q}_{cv} + \dot{Q}_p + \dot{Q}_v = 64,38 + 28,8 + 127 + 50,79 = 270,97\text{kW} \approx 270\text{kW}$$

Această sarcină termică, trebuie să fie preluată de sistemul de încălzire a apei din piscină, indiferent dacă pentru funcționarea acestuia se utilizează surse clasice sau regenerabile de energie.

În lipsa unui sistem de încălzire a apei din piscină, sau în cazul nefuncționării acestuia, într-o zi (24h) temperatura apei din piscină, se reduce cu Δt_w

$$\Delta t_w = \frac{\dot{Q} \cdot 3600}{\rho \cdot V \cdot c_w} = 150 \cdot 3600 / (1000 / 300 / 4,186) = 0,43^\circ\text{C}$$

Pentru piscina neizolată:

$$\Delta t_w = \frac{\dot{Q} \cdot 3600}{\rho \cdot V \cdot c_w} = 270 \cdot 3600 / (1000 / 300 / 4,186) = 0,77^\circ\text{C}$$

Acest calcul arată că pentru evaluări estimative rapide, este relativ corect să se calculeze sarcina termică a instalației de încălzire a apei din piscine, prin metoda utilizată de numeroase firme producătoare de echipamente de încălzire, care consideră că această instalație trebuie să compenseze răcirea apei din piscină cu $0,5^\circ\text{C/zi}$ în cazul piscinelor închise, respectiv cu 1°C/zi în cazul piscinelor deschise. În cazul analizat, considerând la dimensionarea instalației de încălzire a apei din piscină, că trebuie să compenseze o variație a temperaturii apei de 1°C/zi , instalația de încălzire ar fi supradimensionată cu 23%, dar ar permite încălzirea mai rapidă a apei la umplerea completă a piscinei cu apă proaspătă.

Durata perioadei în care poate fi încălzită apa din piscină, la umplerea completă cu apă proaspătă:

$$\tau = \frac{\rho \cdot V \cdot c_w \cdot (t_w - t_{pr})}{\dot{Q}} = 1000 \cdot 300 \cdot 4,186 \cdot (24 - 10) / 150 = 117208 \text{s} = 32,5 \text{h}$$

Pentru piscina neizolată:

$$\tau = 1000 \cdot 300 \cdot 4,186 \cdot (24 - 10) / 270 = 18,08 \text{h}$$