

1. Určení výchozích hodnot

Učel místnosti - sál, místo stavby - Brno, půdorys dle obr. 87, obvodová konstrukce - zdivo CDK-32, $k = 1,3 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, $c = 960 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $\rho = 1350 \text{ kgm}^{-3}$, okna JV fasády - dřevěná $3,0 \times 2,1 \text{ m}$, rám $f = g = 0,1 \text{ m}$, zasklená část $a = 2,8 \text{ m}$, $b = 1,9 \text{ m}$, vodorovná stín. deska $c = 25 \text{ cm}$, hloubka $d = 15 \text{ cm}$, součinitel prostupu tepla $k_o = 2,3 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, okna SZ fasády kovová $1,2 \times 2,1 \text{ m}$, $k_o = 4,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, stínící prostře-dek - světle záclony, intenzita osvětlení $I_x = 120 \text{ lx}$, místnost je v I. P budovy, požadovaná teplota v letním období $t_i = 25^\circ\text{C}$, teplota okolní místnosti $t_{io} = 28^\circ\text{C}$, počet osob $n_i = 120$.

2. Určení doby pro výpočet

Tepelná zátěž je nestacionární složka tepelné bilance budov. K návrhu vzduchotechnických soustav jsou výchozími maximální tepelné toky a proto je uvažován jako nejnejpříznivější měsíc červenec. S ohledem na orientaci okenních ploch lze očekávat největší tepelné zisky, tedy i zátěž mezi 8. až 12. hodinou.

3. Výpočet tepelných zisků oken radiací Q_{α}

Tepelné zisky oken radiací vypočtené pro 21. 7. v hodinovém intervalu v době od 7 do 12 hodin a od 15 do 19 hodin jsou uvedeny v tab. 51. Hodnoty ve sloupcích 11, 12 a 20 platí pro součinitel stínění $s = 1$, hodnoty ve sl. 21 pak pro $s = 0,72$. Ukázka programového řešení tepelných zisků oken radiací s grafickým výstupem pro zvolený interval dnů je na obr. 88. Algoritmus řešení je patrný z následujícího výpočtu pro 21. 7. a 10 hodin.

3.1 Výpočet pro stěnu s orientací oken na JV

Dle tab. 12, 14 - azimut stěny $\gamma = 150^\circ$, azimut slunce $\alpha = 131^\circ$, výška slunce $h = 52^\circ$, intenzita

sluneční radiace $I_o = 506 \text{ Wm}^{-2}$, difúzní složka radiace $I_d = 130 \text{ Wm}^{-2}$,

- rozdíl azimutů $\beta = |\alpha - \gamma| = |131 - 150| = 19^\circ$,

- vodorovný stín $e_1 = d \cdot \text{tg} \beta = 0,15 \cdot \text{tg} 19 = 0,0516 \text{ m} < f = 0,1 \text{ m}$ - dopadá na okenní rám $\Rightarrow e_1 = f$,

- svislý stín $e_2 = \frac{c \cdot \text{tg} h}{\cos \beta} = \frac{0,25 \cdot \text{tg} 52}{\cos 19} = 0,338 \text{ m}$

- osluněná plocha $S_{\alpha} = [a - (e_1 - f)] \cdot [b - (e_2 - g)]$,

$$S_{\alpha} = [2,8 - 0] \cdot [1,9 - (0,338 - 0,1)] = 4,654 \text{ m}^2,$$

- plocha okna $S_o = a \cdot b = 2,8 \cdot 1,9 = 5,32 \text{ m}^2$,

- stínící součinitel dle tab. 13 $s = 0,9 \cdot 0,8 = 0,72$

- tepelné zisky radiací $Q_{\alpha} = [S_{\alpha} I_o c_o + (S_o - S_{\alpha}) I_{od}] \cdot s$

$$Q_{\alpha 1} = \{[4,654 \cdot 506 \cdot 1 + (5,32 - 4,654) \cdot 130] \cdot 0,72\} \cdot 5 = 8789 \text{ W}$$

3.2 Výpočet pro stěnu s orientací oken na SZ (tab. 12, 14)

- $\gamma = 330^\circ$, $\alpha = 131^\circ$, $\beta = |131 - 330| > 90^\circ$, okno neosluněno $S_{\alpha} = 0$

- $S_o = a \cdot b = 1,2 \cdot 2,1 = 2,52 \text{ m}^2$, $I_d = 130 \text{ Wm}^{-2}$, $s = 0,72$

- $Q_{\alpha 2} = (2,52 \cdot 130 \cdot 0,72) \cdot 13 = 3067 \text{ W}$

3.3 Celkový tepelný zisk místnosti oken radiací pro 10 hodin

- $Q_{\alpha} = Q_{\alpha 1} + Q_{\alpha 2} = 8789 + 3067 = 11856 \text{ W}$

4. Tepelné zisky oken konvekci $Q_{\text{ok}} = S_{\text{ok}} \cdot k_{\text{ok}} \cdot (t_{\text{ev}} - t_i)$

- plochy oken $S_{\text{ok}} = (3,2,1) \cdot 5 = 31,5 \text{ m}^2$, $S_{\text{oz}} = (1,2,2,1) \cdot 13 = 32,76 \text{ m}^2$
- teplota vnějšího vzduchu v 10 hodin $t_{\text{ev}} = 24,8 \text{ °C}$, (tab. 10)
- tepelné zisky $Q_{\text{ok}} = 31,5 \cdot 2,9 \cdot (24,8 - 25) + 32,76 \cdot 4,7 \cdot (24,8 - 25) = -49 \text{ W}$ zanedbáno

5. Tepelná zátěž vnějších stěn Q_s

- tloušťka stěn $\delta = 350 \text{ mm} \Rightarrow$ středně těžká stěna,
- tepelná zátěž $Q_s = k \cdot S \cdot [(t_{\text{im}} - t_i) + m \cdot (t_{\text{iv}} - t_{\text{im}})]$,
- hodnoty součinitelů ψ a m se určí podle obr. 9a,b nebo přibližně dle níže uvedených vztahů

časové zpoždění $\psi = 32,8 - 0,5 = 32,0,35 - 0,5 = 10,7$ tj. 11 hodin,

$$m = \frac{1 + 7,6,8}{2500^8} = \frac{1 + 7,6,0,35}{2500^{0,35}} = 0,24$$

5.1 Stěna JV

- plocha stěny $S_1 = 18,0,4,2 - 5,5,32 = 49,0 \text{ m}^2$,
- teploty $t_{\text{im}} = 30,2 \text{ °C}$, $t_{\text{iv}} = 19,5 \text{ °C}$ (pro 23. hodinu dle tab. 10),
- tepelná zátěž $Q_{s1} = 1,3,49 \cdot [(30,2 - 25) + (0,24 \cdot (19,5 - 30,2))] = 168 \text{ W}$.

5.2 Stěna SV

- $S_2 = 14,3,4,2 = 60 \text{ m}^2$, $t_{\text{im}} = 27,8 \text{ °C}$, $t_{\text{iv}} = 19,5 \text{ °C}$
- $Q_{s2} = 1,3,60 \cdot [(27,8 - 25) + 0,24 \cdot (19,5 - 27,8)] = 63 \text{ W}$

5.3 Stěna SZ

- $S_3 = 18,0,4,2 - 13,2,52 = 42,84 \text{ m}^2$, $t_{\text{im}} = 27,8 \text{ °C}$, $t_{\text{iv}} = 19,5 \text{ °C}$
- $Q_{s3} = 1,3,42,84 \cdot [(27,8 - 25) + 0,24 \cdot (19,5 - 2,8)] = 45 \text{ W}$.

5.4 Celková tepelná zátěž stěn Q_s

- $Q_s = 168 + 63 + 45 = 276 \text{ W}$

6. Tepelná zátěž vnitřních stěn Q_{si}

- $Q_{si} = S \cdot k \cdot (t_{\text{io}} - t_i) = 14,3,4,2 \cdot 1,8 \cdot (28 - 25) = 324 \text{ W}$

7. Produkce tepla lidí Q_l určena pro korekci na teplotu $t_i = 25 \text{ °C}$,

- $Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) = 120 \cdot 6,2 \cdot (36 - 25) = 8184 \text{ W}$.

8. Tepelná produkce svítidel Q_{sv}

- osvětlovaná plocha místnosti svítidly $S_s = (14,3 - 2,5) \cdot 18 = 77,4 \text{ m}^2$,
- měrný příkon svítidel pro intenzitu osvětlení $I_x = 120 \text{ lx}$ dle tab. 18 $P = 30 \text{ Wm}^{-2}$,
- tepelná produkce $Q_{sv} = S_s \cdot P \cdot c_1 \cdot c_2 = 77,4 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1 = 2322 \text{ W}$

9. Výpočet vodních zisků M_w

Produkce vodních páry 1 osoby dle tab. 16 $g_i = 107 \text{ gh}^{-1}$

$$M_w = n \cdot g_i = 120 \cdot 107 = 12840 \text{ gh}^{-1} = 3,57 \text{ gs}^{-1}$$

10. Výpočet tepelných ztrát Q_z

Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN 06 0210 a činí $Q_z = 21000 \text{ W}$

11. Přehled vypočtených hodnot

Tepelné zisky oken radiací	$Q_{\alpha} = 11\,856 \text{ W}$
Tepelné zisky oken konvekci	$Q_{\alpha k} = 0 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_e = 276 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnitřních stěn	$Q_{ei} = 324 \text{ W}$
Tepelná produkce lidí	$Q_l = 8\,184 \text{ W}$
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} = 2\,322 \text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q_i = 22\,962 \text{ W}$
Tepelné ztráty	$Q_z = 21\,000 \text{ W}$
Vodní zisky	$M_w = 3,5 \text{ gs}^{-1}$