

Př. č. 3 Přirozené větrání

Zadáni: Pro místnost dle obr. 89 se má určit objemový průtok vzduchu infiltrací a otevřeným dvoukřídlovým oknem, velikost aeračních otvorů, větrací šachty a velikost samotahové hlavice pro číslo výměny vzduchu $x = 5 \text{ h}^{-1}$, rychlost větru $v_v = 6 \text{ ms}^{-1}$ a aerodynamický součinitel $A = 1$.

1. **Výchozí hodnoty:** $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_e = 80 \%$, $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 40 \%$, $O = 60 \text{ m}^3$, $\rho_e = 1,329 \text{ kgm}^{-3}$, $\rho_i = 1,162 \text{ kgm}^{-3}$, (výpočteno dle př.1) délka spáry okna $l = 8,8 \text{ m}$, součinitel provzdušnosti $i = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3\text{s}^{-1}/\text{mPa}^{0,67}$

2. Větrání infiltrací

a. Vliv rozdílu teplot

- rozdíl tlaku $\Delta p_t = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i) = 2,9,81 \cdot (1,329 - 1,162) = 3,28 \text{ Pa}$
- objemový průtok $V_{pt} = i \cdot l \cdot \Delta p_t^0 = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 8,8 \cdot 3,28^{0,67} = 0,00273 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

b. Vliv větru

- rozdíl tlaku $\Delta p_v = 0,5 \cdot A \cdot v_v^2 \cdot \rho_e = 0,5 \cdot 1 \cdot 6^2 \cdot 1,329 = 23,9 \text{ Pa}$
- objemový průtok $V_{pv} = i \cdot l \cdot \Delta p_v^0 = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 8,8 \cdot 23,9^{0,67} = 0,01033 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

c. Vliv rozdílu teplot a větru

- objemový průtok $V_p = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 8,8 \cdot (3,28 + 23,9)^{0,67} = 0,01126 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

3. Větrání okenním křídlem

- šířka křídla $a = 0,65 \text{ m}$, výška $b = 2,0 \text{ m}$, výtokový součinitel $\mu = 0,67$
- objemový průtok vzduchu

$$V_p = \frac{2 \cdot a \cdot \mu}{3 \cdot \rho_s} \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot b^3 \cdot \rho_e \cdot \rho_i \cdot (\rho_e - \rho_i)}{(\rho_e^{0,33} + \rho_i^{0,33})^3}}$$

$$V_p = \frac{2 \cdot 0,65 \cdot 0,67}{3 \cdot 0,5 \cdot (1,329 + 1,162)} \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 2^3 \cdot 1,329 \cdot 1,162 \cdot (1,329 - 1,162)}{(1,329^{0,33} + 1,162^{0,33})^3}} = 0,4707 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

4. Větrání aeract

Objemový průtok vzduchu V_p je pro rovnost ploch přivodního S_p a odvodního otvoru S_o dán vztahem

$$V_p = 4,45 \cdot S_p \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{h \cdot (\rho_e - \rho_i)}{\rho_e + \rho_i}}$$

Pro objemový průtok $V_p = x \cdot O = 5,60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} = 0,0833 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ platí

$$\frac{1}{S_p} = \frac{4,45 \cdot \mu}{V_p} \sqrt{\frac{h \cdot (\rho_e - \rho_i)}{\rho_e + \rho_i}} = \frac{4,45 \cdot 0,67}{0,0833} \cdot \sqrt{\frac{2,5 \cdot (1,329 - 1,162)}{1,329 + 1,162}} \Rightarrow$$

$S_p = 0,06824 \text{ m}^2$, navržena velikost otvoru $0,225 \times 0,300 \text{ m}$.

5. Šachtové větrání

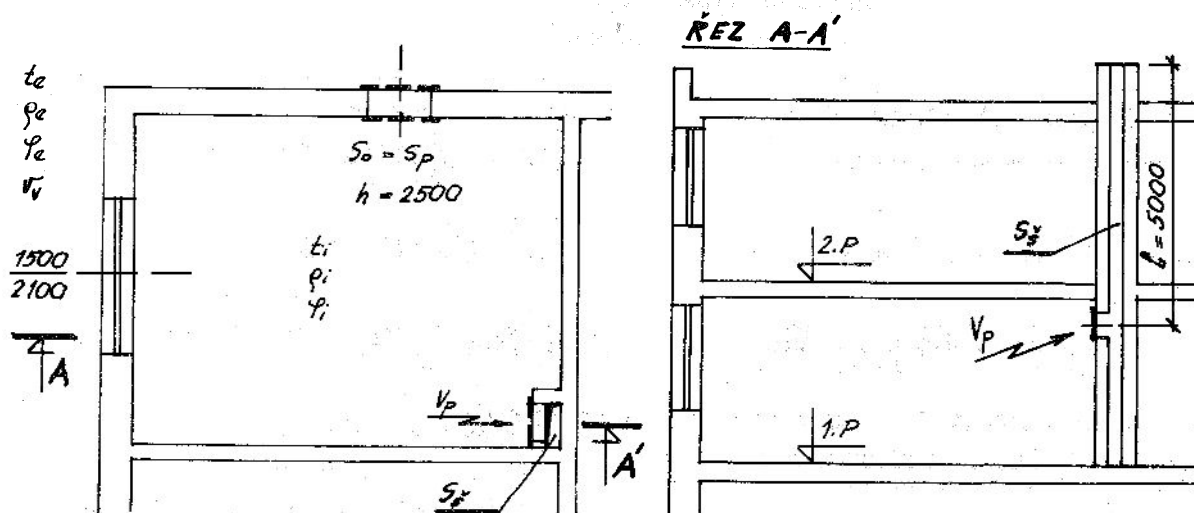
Rychlost proudění vzduchu pro výšku šachty $h = 5 \text{ m}$ a teplotu $t_{e1} = -5^\circ \text{C}$

$$v_s = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot (t_i - t_{e1})}{273 + t_{e1}}} = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 5 \cdot (20 + 5)}{273 - 5}} = 1,21 \text{ ms}^{-1}$$

Pro plochu šachty S_s platí

$$S_s = \frac{V_p}{v_s} = \frac{0,0833}{1,21} = 0,0688 \text{ m}^2$$

Pro vypočtenou plochu je navržena šachta s průřezem $0,3 \times 0,25 \text{ m}$.



Obr. 89 - Přirozené větrání

5. Šachtové větrání se samotahovou hlavicí

Pro $V_p = 0,0833 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, rychlost větru $v_v = 6 \text{ ms}^{-1}$ platí pro předběžný průměr hlavičky

$$d_p = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{V_p}{v_v}} = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{0,0833}{6}} = 0,212 \text{ m}$$

Rozvinutou délku L zahrnující tlakovou ztrátu vloženými odpory pro součinitel $\xi = 1,5$ a délku šachty $l = 5 \text{ m}$ lze vypočíst dle vztahu:

$$L = l + (\xi + 1,2) \frac{d_p}{0,02} = 5 + (1,5 + 1,2) \cdot \frac{0,212}{0,02} = 33,62 \text{ m}$$

Učinný tlak při zanedbání vlivu rozdílu teplot $\Delta p_s = 0,025 \cdot v_v^2 \cdot g = 0,025 \cdot 6^2 \cdot 9,81 = 8,83 \text{ Pa}$

Průměr samotahové hlavice d_s

$$d_s = \sqrt[5]{\frac{2 \cdot L \cdot V_p \cdot g}{1000 \cdot \Delta p_s}} = \sqrt[5]{\frac{2 \cdot 33,62 \cdot 0,0833 \cdot 9,81}{1000 \cdot 8,83}} = 0,362 \text{ m}$$

Pro vypočtenou hodnotu je dle příl. P18 navržena Hlavice samotahová ϕ 400 mm dle TPE120364.

Př. č. 4 Soustava nuceného větrání

Zadání: Úkolem je navrhnout soustavu nuceného větrání pro místnost dle obr. 90 o rozměrech 14,3 x 18 x 3,4 m s počtem 145 osob, distribuci vzduchu perforovaným stropem a čtyřhranným potrubím.

Postup:

1. Určení výchozích hodnot
2. Určení objemových průtoků vzduchu
3. Posouzení dávky vnějšího vzduchu z hlediska CO_2
4. Řešení distribuce vzduchu
5. Návrh vzduchotechnického potrubí
6. Grafické řešení

1. Výchozí hodnoty

Teplota vnitřního vzduchu $t_i = 21^\circ\text{C}$, dávka vzduchu $y = 30 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu, kombinovaný provoz soustavy v extrémním zimním období, vydatnost produkce CO_2 jedné osoby $M_{\text{CO}_2} = 0,02 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, koncentrace CO_2 ve vnějším vzduchu $k_e = 0,0004 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$

2. Určení objemových průtoků vzduchu

- objemový průtok vnějšího vzduchu $V_{em} = y_m \cdot n = \frac{30}{3600} \cdot 145 = 1,21 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
- objemový průtok přívodního vzduchu $V_p = y \cdot n = \frac{50}{3600} \cdot 145 = 2,02 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
- objemový průtok oběhového vzduchu $V_c = V_p - V_{em} = 2,02 - 1,21 = 0,81 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

3. Posouzení zvolené dávky vzduchu z hlediska koncentrace CO_2

- koncentrace CO_2 ve vnitřním vzduchu místnosti k_i

$$k_i = k_e + \frac{M_{\text{CO}_2}}{y} = 0,0004 + \frac{0,02}{30} = 0,00107 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{tj. } 0,107 \%$$

- maximální přípustná koncentrace dle hygien. požadavku $k_{\text{CO}_2} = 0,0015 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ tj. 0,15 %, $k_i < k_{\text{CO}_2} \Rightarrow$ zvolená minimální dávka vzduchu y pro extrémní roční období vyhovuje.

4. Řešení distribuce vzduchu

Řešení problematiky zahrnuje návrh vyústných prvků pro přívod a odvod vzduchu z větrané místnosti.

4.1 Návrh perforovaného stropu

Pro přívod vzduchu do dané místnosti se volí 45 % plochy stropu tj. $S_c = 0,45 \cdot 14,3 \cdot 18 = 115,83 \text{ m}^2$

- výtoková rychlost $v_o = h - 1 = 3,4 - 1 = 2,4 \text{ ms}^{-1}$,

- poměrná plocha otvorů $f = \frac{V_o}{\alpha \cdot S_c \cdot v_o} = \frac{2,02}{0,75 \cdot 115,83 \cdot 2,4} = 0,009689$

