

PROJEKT - vzduchotechnika

4. Návrh potrubní sítě

Autor: Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.
Organizace: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí
E-mail: Vladimir.Zmrhal@fs.cvut.cz
Web: <http://www.fs.cvut.cz/u216/~zmrhal>

1. TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

1.1. TLAKOVÁ ZTRÁTA TŘENÍM

$$\Delta p_{z,t} = \lambda \frac{l}{d} p_d = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2} \rho = R \cdot l \quad (4.1)$$

kde	λ	součinitel třecích ztrát	[-]
	d	charakteristický rozměr (průměr)	[m]
	l	délka potrubí	[m]
	p_d	dynamický tlak	[Pa]
	w	rychlost proudění	[m/s]
	ρ	hustota vzduchu $\rho = 1,2$	[kg.m ⁻³]

Součinitel třecích ztrát

Pro laminární proudění

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (4.2)$$

Pro turbulentní proudění

$$\lambda = 0,28 \left[\frac{\log 5,5d}{\varepsilon + 55d / \text{Re}} \right]^{-2} \quad (4.3)$$

nebo

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (4.4)$$

nebo zjednodušeně

$$\lambda = \frac{0,0812}{\text{Re}^{0,125} d^{0,11}} \quad (4.5)$$

$$\text{Re} = \frac{wd}{\nu} \quad (4.6)$$

kde	ε	ekvivalentní drsnost stěn vzduchovodů	[mm]
	ν	kinematická viskozita	[m ² /s]

Tab. 1 Ekvivalentní drsnost stěn vzduchovodů

Provedení	ε [mm]
Pozinkovaný ocelový plech	0,15
Betonový kanál	0,3 - 0,8
Azbestocement	0,2 – 0,6
Keramika s glazurou	1,4
Překližka	0,6
Vinidur, sklo, plast. fólie	0,0015 – 0,01

Pro výpočet tlakové ztráty třením ve čtyřhranného potrubí se používají shodné vztahy jako pro kruhové potrubí s tím, že za d se dosadí ekvivalentní průměr (podle rychlosti)

$$d_{ekv} = \frac{4S}{O} = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{a+b} \quad (4.7)$$

a provede se korekce pro obdélníkové potrubí

$$\lambda = C\lambda_0 \quad (4.8)$$

kde λ_0 součinitel tření pro kruhové potrubí podle (4.3),(4.4), nebo (4.5)

Korekce C pro turbulentní proudění

$$C = 1,1 - 0,1 \frac{b}{a} \quad (4.9)$$

1.2. MÍSTNÍ TLAKOVÁ ZTRÁTA

$$\Delta p_{z,m} = \sum \xi p_d = \sum \xi \frac{w^2}{2} \rho \quad (4.10)$$

kde ξ součinitel místních ztrát (ztrátový součinitel) [-]

Součinitel místní tlakové ztráty ξ pro různé druhy tvarovek používaných ve vzduchotechnice bývá stanoven na základě experimentálních měření. Hodnoty součinitele ξ se můžou značně lišit v závislosti na použitém zdroji. Pro výpočet potrubní sítě použijte údaje uvedené v literatuře [1].

1.3. CELKOVÁ TLAKOVÁ ZTRÁTA (EXTERNÍ)

Celková tlaková ztráta potrubní sítě je dána součtem tlakové ztráty třením a místních tlakových ztrát

$$\Delta p_{ext} = p_{z,t} + p_{z,m} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2} \rho + \sum \xi \frac{w^2}{2} \rho = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{w^2}{2} \rho \quad (4.11)$$

a je rovna celkovému dopravnímu tlaku ventilátoru

$$\Delta p_{c,v} = \Delta p_{ext} \quad (4.12)$$

2. NÁVRH POTRUBÍ METODOU RYCHLOSTI

Metoda spočívá ve volbě vhodné rychlosti proudění v hlavních a vedlejších větvích vzduchovodu podle doporučených hodnot (Tab. 2 a Tab. 3).

Tab. 2 Doporučené rychlosti proudění ve větracích zařízeních podle druhu prostoru

Provedení	w [m/s]
Byty	3 - 5
Hotelové pokoje, lůžkové pokoje nemocnic	4 - 5
Malé kanceláře, knihovny, čítárny	5 - 6
Divadla, posluchárny	4 - 6
Velké kanceláře, restaurace, obchody, banky	6 - 7,5
Běžné obchody, kavárny	5 - 9
Průmyslové aplikace	10 - 12,5

Tab. 3 Doporučené rychlosti proudění ve vzduchovodech podle polohy úseku v síti (větrání a nízkotlaká klimatizace)

Druh budovy	w [m/s]		
	obytná	veřejná	průmyslová
Potrubí			
Za ventilátorem	5 - 8,5	7,5 - 11	10 - 14
Hlavní stoupačky	4 - 6	5 - 8	6 - 11
Odbočky rozvodu v podlaží	3 - 5	3 - 6,5	4 - 9
Odvod vzduchu	3,5 - 4,5	4 - 5,5	5 - 9
Elementy			
Venkovní žaluzie sání	2,5 - 4	2,5 - 4,5	3 - 5
Odvodní výustky	do 2,0	do 2,5	do 3

2.1. POSTUP VÝPOČTU

- 1) zvolíme hlavní větev potrubí

Pravidlo 1: Hlavní větev je větev s největší tlakovou ztrátou

- 2) známe průtok vzduchu potrubním úsekem V
- 3) zvolíme rychlost proudění w dle doporučených hodnot

Pravidlo 2: Rychlost proudění směrem k ventilátoru narůstá.

- 4) vypočítáme potřebný průřez potrubí S a z něj stanovíme rozměr d nebo $a \times b$ dle řady potrubí

Pravidlo 3: Řada potrubí: 80, 100, 125, 140, 160, 180, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000

- 5) na základě zvoleného rozměru potrubí vypočítáme skutečnou rychlost w_{skut}
6) vypočítáme dynamický tlak p_d , součinitel třecích ztrát λ , popř. součinitel místní ztráty ξ a stanovíme tlakovou ztrátu potrubního úseku $\Delta p_{z,i}$.
7) celková tlaková ztráta hlavní potrubní větve je

$$\Delta p_{ext} = \sum \Delta p_{z,i} \quad (4.13)$$

Pravidlo 4: Tlaková ztráta hlavní potrubní větve musí být shodná s tlakovou ztrátou na ostatních větvích >> zaregulování !!

3. POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ASHRAE Handbook 2001 Fundamentals, 2001, ASHRAE, Atlanta. ISBN - 1-883413-87-7
[2] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol. *Větrání a klimatizace*. 1993, Brno: Bolit B-press. 560 s. ISBN 80-901574-0-8
[3] RECKNAGEL, H., SPRENGER, E., SCHRAMEK, E. *Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 94/95*, 1995. ISBN 3-486-26213-0