

## Výpočtové vzťahy

**Rovnica kontinuity (ustálený stav, nestlačiteľná kvapalina)**

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$$

$$\dot{V}_1 \rho = \dot{V}_2 \rho = \dot{V} \rho$$

$$S_1 w_1 = S_2 w_2$$

**Výpočet rýchlosti prúdenia kvapaliny v potrubí kruhového prierezu**

$$w = \frac{\dot{V}}{S} = \frac{\dot{m}}{\rho S} = \frac{\dot{m}}{\rho \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4\dot{m}}{\pi \rho d^2}$$

**Určenie charakteru prúdenia (Reynoldsovo kritérium)**

$$Re = \frac{dw\rho}{\mu}$$

**Výpočet ekvivalentného priemeru potrubia**

$$d_e = 4S_z/O_z$$

**Bilancia mechanickej energie prúdiacej tekutiny (Bernoulliho rovnica, adiabatické podmienky)**

$$z_1 g + \frac{w_1^2}{2\alpha_1} + \frac{p_1}{\rho} = z_2 g + \frac{w_2^2}{2\alpha_2} + \frac{p_2}{\rho} + \varepsilon_{dis} + \varepsilon_w$$

**Výpočet disipácie mechanickej energie pri prúdení reálnej tekutiny (Darcyho rovnica)**

a) trením po dĺžke

$$\varepsilon_{dis,L} = \lambda \frac{L}{d} \frac{w^2}{2}$$

b) trením v dôsledku miestneho odporu proti prúdeniu

$$\varepsilon_{dis,M} = \sum \zeta \frac{w^2}{2} \quad \text{alebo} \quad \varepsilon_{dis,M} = \lambda \sum \frac{L_{ekv}}{d} \frac{w^2}{2}$$

**Výpočet hodnoty súčiniteľa disipácie mechanickej energie tením**

$$\lambda = f(Re, n)$$

a) laminárne prúdenie

$$\lambda = k/Re$$

v prípade potrubia s kruhovým prierezom  $k = 64$

b) turbulentné prúdenie (napr. Roundova rovnica)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.8 \log \frac{Re}{0.135 Re n + 6.5}$$

rovnica platí pre  $4000 < Re \leq 10^7$  a  $0 \leq n \leq 10^{-2}$

**Výpočet relatívnej drsnosti potrubia**

$$n = \varepsilon/d$$

**Výpočet špecifickej energie dodávanej čerpadlom**

$$-\varepsilon_w = \varepsilon_{w\check{c}} = \frac{P_v}{\dot{V}\rho} \quad \text{alebo} \quad -\varepsilon_w = \varepsilon_{w\check{c}} = \frac{P_{02} - P_{01}}{\rho}$$

**Výpočet príkonu čerpadla**

$$P_p = P_v/\eta$$

**Všeobecný tvar rovnice charakteristika potrubia**

$$\varepsilon_w = f(\dot{V}^2)$$

$$-\varepsilon_w = A + B\dot{V}^2$$

**Vzťahy proporcionality**

$$\frac{\dot{V}_{f_1}}{\dot{V}_{f_2}} = \frac{f_1}{f_2} \quad \frac{-\varepsilon_{wf_1}}{-\varepsilon_{wf_2}} = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \quad \frac{P_{pf_1}}{P_{pf_2}} = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^3$$

**Výpočet rýchlosti prúdenia tekutiny v clonke, dýze a venturimetri**

$$w_2 = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho \left(1 - \frac{d_2^4}{d_1^4}\right)}}$$

pre  $Re_2 > 4 \times 10^4$  je hodnota korekcie  $C_{clona} = 0.61$ ,

$C_{dýza} = 0.95$  a  $C_{venturimeter} = 0.98$

**Výpočet lokálnej rýchlosti prúdenia tekutiny na základe merania pomocou Pitotovej-Prandtlovej rúrky**

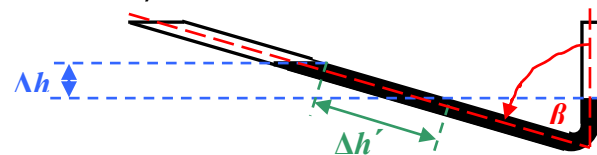
$$v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

**Rozdiel tlakov meraný U manometrom pripojeným k prietokomeru**

$$\Delta p = \Delta h(\rho_{mk} - \rho)g$$

**Rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v šikmom ramene U-manometra**

$$\Delta h' = \frac{\Delta h}{\cos \beta}$$



## Zoznam symbolov

$A$	koeficient rovnice charakteristiky potrubia	$\text{J kg}^{-1}$
$B$	koeficient rovnice charakteristiky potrubia	$\text{J kg}^{-1} \text{m}^{-6} \text{s}^2$
$C$	korekčný faktor prietokomera (clona, dýza, venturimeter)	
$d$	priemer potrubia	m
$d_e$	ekvivalentný priemer potrubia	m
$f$	frekvencia	$\text{min}^{-1}$
$g$	tiažové zrýchlenie	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$
$\Delta h$	rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v U-manometri	m
$\Delta h'$	rozdiel výšok hladín manometrickej kvapaliny v šikmom ramene U-manometra	m
$L$	dĺžka potrubia	m
$z$	geodetická výška	m
$\frac{L_{\text{ekv}}}{d}$	relatívna ekvivalentná dĺžka potrubia	
$\dot{m}$	hmotnostný prietok	$\text{kg s}^{-1}$
$n$	relatívna drsnosť potrubia	
$O_z$	zmáčaný obvod potrubia	m
$P_p$	príkon odstredivého čerpadla	W
$P_v$	výkon odstredivého čerpadla	W
$P$	tlak	Pa
$\Delta p$	rozdiel tlakov meraný pomocou U-manometra	Pa
Re	Reynoldsovo kritérium	
$S$	plocha prierezu potrubia	$\text{m}^2$
$S_z$	živý prierez potrubia	$\text{m}^2$
$\dot{V}$	objemový prietok prúdiacej tekutiny	$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
$v$	lokálna rýchlosť prúdenia tekutiny	$\text{m s}^{-1}$
$w$	priemerná rýchlosť prúdenia tekutiny	$\text{m s}^{-1}$
$\alpha$	korekcia špecifickej kinetickej energie na nerovnakú rýchlosť prúdenia tekutiny v priereze potrubia (laminárne prúdenie: $\alpha = 1/2$ , turbulентné prúdenie: $\alpha = 1$ )	
$\beta$	uhol sklonu šikmého ramena U-manometra od vertikály	°
$\varepsilon$	výška výstupkov v potrubí	m
$\varepsilon_{\text{dis}}$	špecifická disipovaná energia	$\text{J kg}^{-1}$
$\varepsilon_w$	špecifická energia dodaná ( $\varepsilon_w < 0$ ) alebo odobraná ( $\varepsilon_w > 0$ ) tekutine	$\text{J kg}^{-1}$
$\varepsilon_{w\check{c}}$	špecifická energia dodávaná kvapaline čerpadlom	$\text{J kg}^{-1}$
$\eta$	účinnosť	
$\lambda$	súčiniteľ disipácie mechanickej energie trením	
$\mu$	viskozita tekutiny	Pa s
$\zeta$	súčiniteľ miestnej disipácie mechanickej energie	
$\rho$	hustota prúdiacej tekutiny	$\text{kg m}^{-3}$
$\rho_{\text{mk}}$	hustota manometrickej kvapaliny	$\text{kg m}^{-3}$