

Pretok fluidov - Bernoullijeva enačba

Primer 3.1 iz študijskega gradiva: M. Mulaosmanović, Tehnološki procesi z varstvom pri delu, embalaža in logistika – 1. del, MŠŠ, Ljubljana 2008

20% sladkorna raztopina, z gostoto $1070 \frac{kg}{m^3}$, teče iz mešalnega rezervoarja pod pritiskom 50 kPa po *horizontalni cevi premera 5 cm, kapacitete $25 \frac{m^3}{h}$. Gostota raztopine je $1070 \frac{kg}{m^3}$. Izračunaj novi pritisk v cevi, če se premer cevi zmanjša na 3 cm.

$$p_1 = 50 \text{ kPa} = 50000 \text{ Pa}$$

$$\phi_v = 25 \frac{m^3}{h} = \frac{25 m^3}{3600 s} = 6,94 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$\phi_1 = 5 \text{ cm} \rightarrow r_1 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

$$\phi_2 = 3 \text{ cm} \rightarrow r_2 = 1,5 \text{ cm} = 0,015 \text{ m}$$

$$\rho = 1070 \frac{kg}{m^3}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$h_1 = h_2 \rightarrow \Delta h = 0 \text{ m}^*$$

$p_2 = ?$

1. Izračunamo hitrosti pretokov na obeh straneh cevi (pred zožitvijo – v_1 , po zožitvi – v_2)
Hitrost pretoka nam pove kolikšna kapaciteta tekočine preteče skozi cev v opazovanem preseku, z znano ploščino (ploščina kroga $S = \pi r^2$).

$$\boxed{v_{1,2} = \frac{\phi_v}{S_{1,2}} \quad (S_{1,2} = \pi r_{1,2}^2)}$$

Postopek:

$$v_1 = \frac{6,94 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{1,9635 \times 10^{-3} m^2} = \frac{6,94 \times 10^{-3} m^3}{1,9635 \times 10^{-3} m^2 \times s} = 3,535 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = \frac{6,94 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{7,0686 \times 10^{-4} m^2} = \frac{6,94 \times 10^{-3} m^3}{7,0686 \times 10^{-4} m^2 \times s} = 9,818 \frac{m}{s}$$

2. Zapišemo Bernoullijevo enačbo in jo preoblikujemo glede na dane podatke in iskano vrednost .

$$\boxed{p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2}$$

*Ker gre za vodoravno cev, sta višini (h) enaki. Zato sta tudi gostoti potencialne energije ($\rho g h_{1,2}$) enaki in se odštejeta. Dobimo:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Na obeh straneh ostaneta vrednosti pritiska ($p_{1,2}$) in gostote kinetične energije ($\frac{1}{2} \rho v_{1,2}^2$).

Izpostavimo še iskano vrednost in imamo enačbo nastavljeno za vnašanje danih podatkov iz naloge in izračunanih hitrosti.

$$p_2 = p_1 - \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

Postopek:

$$p_2 = 50.000 \text{ Pa} - \frac{1}{2} \times 1070 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 83,895 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_2 = 50.000 \text{ Pa} - 44.883,825 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}^2}$$

$$p_2 = 50.000 \text{ Pa} - 44.883,825 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$p_2 = 50.000 \text{ Pa} - 44.883,825 \text{ Pa}$$

$$\underline{\underline{p_2 = 5116,175 \text{ Pa} = 5,116 \text{ kPa} = 0,051 \text{ bar}}}$$