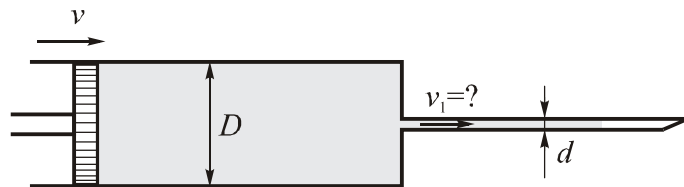


1. Stap injekcije je promjera $D = 9$ mm, a igla je promjera $d = 0,2$ mm. Odredite brzinu v_1 strujanja nestlačivog fluida kroz iglu, ako je brzina pomicanja stapa $v = 3$ mm/s.



Rješenje:

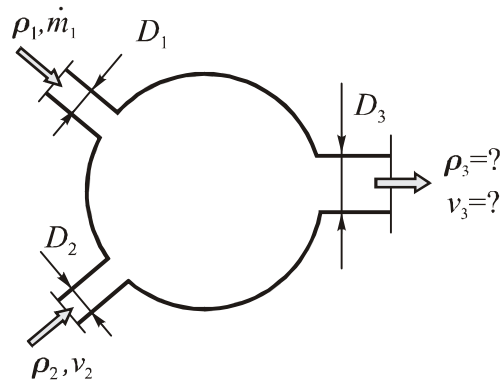
Iz jednađbe kontinuiteta

$$Q_1 = Q_2$$

$$v \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = v_1 \cdot \frac{d^2 \pi}{4}$$

$$v_1 = v \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^2 = 6,075 \text{ m/s}$$

2. U mješalište kroz prvu cijev promjera $D_1 = 100$ mm ulazi nestlačivi fluid gustoće $\rho_1 = 850$ kg/m³ masenim protokom $\dot{m}_1 = 6,9$ kg/s, a kroz drugu cijev promjera $D_2 = 150$ mm ulazi nestlačivi fluid gustoće $\rho_2 = 980$ kg/m³, brzinom $v_2 = 2,1$ m/s. Odredite kojom će brzinom iz mješališta istjecati homogena mješavina ovih fluida kroz cijev promjera $D_3 = 200$ mm. Koja je gustoća mješavine ?



Rješenje:

Prema jednadžbi kontinuiteta

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 \quad \text{ili} \quad \dot{m}_1 + \rho_2 v_2 \frac{D_2^2 \pi}{4} = \rho_3 v_3 \frac{D_3^2 \pi}{4} \quad (1)$$

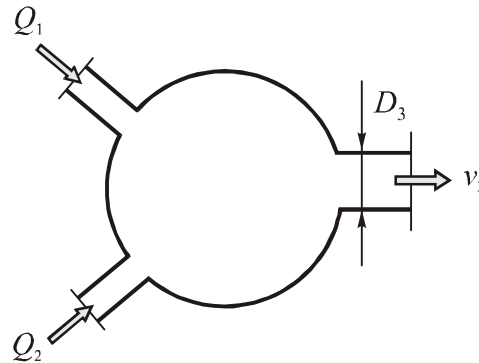
Zbog nestlačivosti strujanja vrijedi:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \quad \text{ili} \quad \frac{\dot{m}_1}{\rho_1} + v_2 \frac{D_2^2 \pi}{4} = v_3 \frac{D_3^2 \pi}{4} \quad (2)$$

$$\text{iz (2)} \quad v_3 = \frac{\frac{\dot{m}_1}{\rho_1} + v_2 \frac{D_2^2 \pi}{4}}{\frac{D_3^2 \pi}{4}} = 1,44 \text{ m/s}$$

$$\text{iz (1)} \quad \rho_3 = \frac{\dot{m}_1 + \rho_2 v_2 \frac{D_2^2 \pi}{4}}{v_3 \frac{D_3^2 \pi}{4}} = 956,7 \text{ kg/m}^3$$

3. U cilindrični spremnik ulazi voda, kroz jednu cijev protokom $Q_1 = 18$ l/s, a kroz drugu protokom $Q_2 = 25$ l/s. Kroz treću cijev promjera $D_3 = 100$ mm voda istječe brzinom $v_3 = 3,8$ m/s. Odredite vrijeme potrebno da u spremnik uteče 3 m^3 vode.



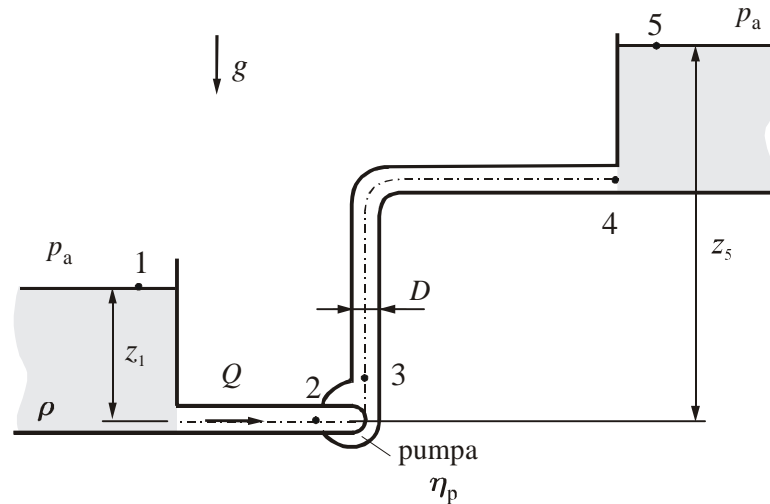
Rješenje:

$$Q_3 = v_3 \frac{D_3^2 \pi}{4} = 29,8 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{uk}} = Q_1 + Q_2 - Q_3 = 13,2 \text{ l/s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{Q_{\text{uk}}} = 228 \text{ s}$$

4. Voda se prepumpava iz nižeg u viši spremnik, protokom $Q=14$ l/s. Odredite visinu dobave h_p pumpe i potrebnu snagu P_M motora za pokretanje pumpe ako su iskoristivost pumpe $\eta_p=0,75$, visina gubitaka do ulaza u pumpu $h_{F1-2}=1,5$ m, visina gubitaka od pumpe do ulaza u viši spremnik $h_{F3-4}=1,5$ m. Zadano je: $\rho=998,2$ kg/m³, $D=71,4$ mm, $z_1=6,2$ m, $z_5=12,5$ m,



Rješenje:

$$v_4 = \frac{4Q}{D^2\pi} = 3,5 \text{ m/s}$$

$$h_{F1-2} = 1,5 \text{ m}$$

$$h_{F3-4} = 1,5 \text{ m}$$

$$h_{F4-5} = \frac{v_4^2}{2g} = 0,63 \text{ m}$$

$$h_{F1-5} = h_{F1-2} + h_{F3-4} + h_{F4-5} = 3,63 \text{ m}$$

M.B.J. 1-5

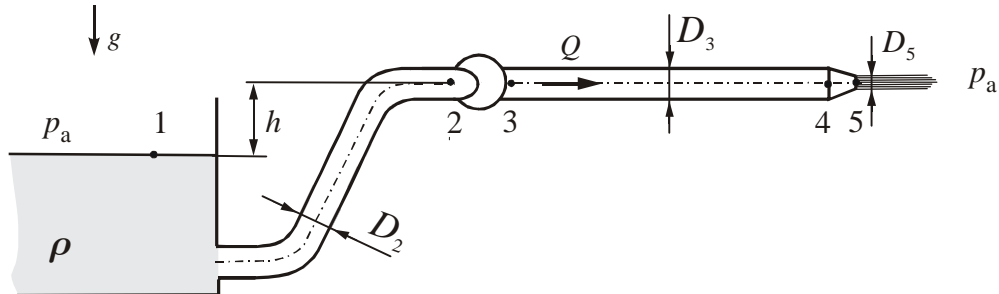
$$\frac{P_a}{\rho g} + z_1 + h_p = \frac{P_a}{\rho g} + z_5 + h_{F1-5}$$

$$h_p = z_5 - z_1 + h_{F1-5} = 9,92 \text{ m}$$

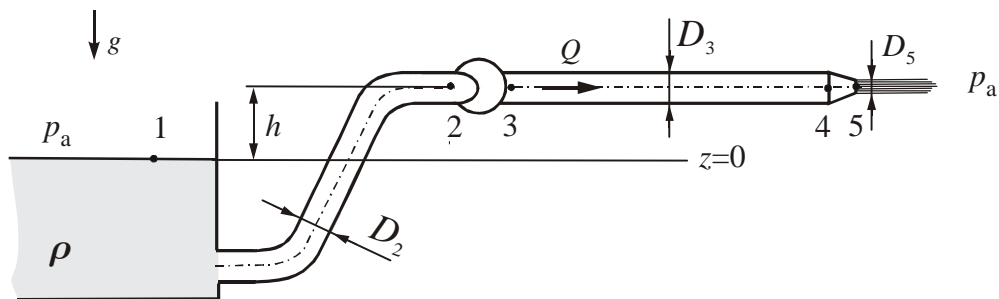
$$P_p = \rho g Q \cdot h_p = 1360 \text{ W}$$

$$P_M = \frac{P_p}{\eta_p} = 1813 \text{ W}$$

5. Pumpa dobavlja vodu mlaznici protokom $Q=56$ l/s.. Motor predaje pumpi snagu $P_M=40,2$ kW, a ukupna iskoristivost pumpe je 85%. Na ulazu u pumpu je izmjereno manometarski tlak $p_{M2}=-0,351$ bar. Odredite visinu gubitaka energije h_{F1-2} od razine vode u spremniku do ulaza u pumpu, te h_{F3-5} od izlaza iz pumpe do izlaza iz mlaznice. Skicirajte energetska i hidrauličku-gradijentnu liniju. Zadano je: $h=1,5$ m, $\rho=998,2$ kg/m³, $D_2=150$ mm, $D_3=100$ mm, $D_5=50$ mm.



Rješenje:



Budući da je poznat protok, moguće je odrediti brzine u svim karakterističnim presjecima:

$$v_2 = \frac{4Q}{D_2^2\pi} = 3,17 \text{ m/s} \quad v_3 = v_4 = \frac{4Q}{D_3^2\pi} = 7,13 \text{ m/s} \quad v_5 = \frac{4Q}{D_5^2\pi} = 28,5 \text{ m/s}$$

Bernoullijeva jednačba od 1 do 2
$$0 = \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h + h_{F1-2}$$

$$h_{F1-2} = -\frac{p_{M2}}{\rho g} - \frac{v_2^2}{2g} - h = 1,57 \text{ m}$$

PUMPA: $P_p = \eta_p P_M = 34,17 \text{ kW} \Rightarrow h_p = \frac{P_p}{\rho g Q} = 62,3 \text{ m}$

Bernoullijeva jednačba od 2 do 3
$$\frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_p = \frac{p_{M3}}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g}$$

$$p_{M3} = p_{M2} + \rho g h_p + \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_3^2) = 5,55 \text{ bar}$$

Bernoullijeva jednačba od 3 do 5
$$\frac{p_{M3}}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} = \frac{v_5^2}{2g} + h_{F3-5}$$

Bernoullijeva jednačba od 4 do 5
$$\frac{p_{M4}}{\rho g} + \frac{v_4^2}{2g} = \frac{v_5^2}{2g} \text{ (gubici u mlaznici se zanemaruju)}$$

$$h_{F3-5} = \frac{p_{M3}}{\rho g} + \frac{1}{2g}(v_3^2 - v_5^2) = 17,8 \text{ m}$$

$$p_{M4} = \frac{\rho}{2}(v_5^2 - v_4^2) = 3,80 \text{ bar}$$

Točka	z G.L.	$\frac{p_M}{\rho g}$	$\frac{p_M}{\rho g} + z$ H.G.L.	$\frac{v^2}{2g}$	$\frac{p_M}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g}$ E.L.
1. spremnik	0	0	0	0	0
2. ulaz u pumpu	1,5	-3,1	-1,6	0,5	-1,1
3. izlaz iz pumpe	1,5	56,7	58,2	2,6	60,8
4. ulaz u mlaznicu	1,5	38,9	40,4	2,6	43,0
5. izlaz iz mlaznice	1,5	0	1,5	41,5	43,0

Napomena: Energetska linija je računata s pretlakom, pa je visina energije u točki 2 negativna zbog podtlaka na ulazu u pumpu.

