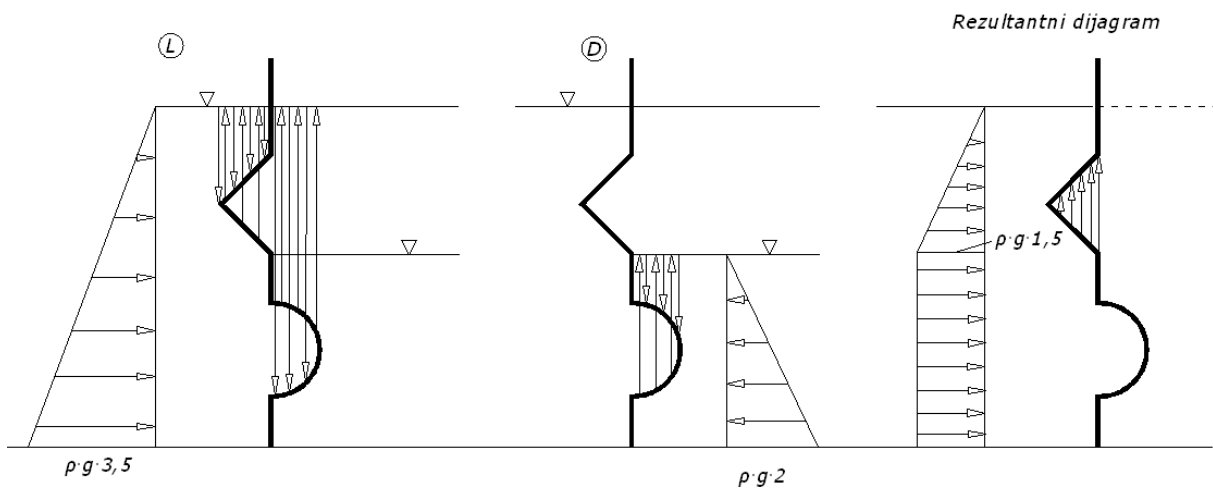
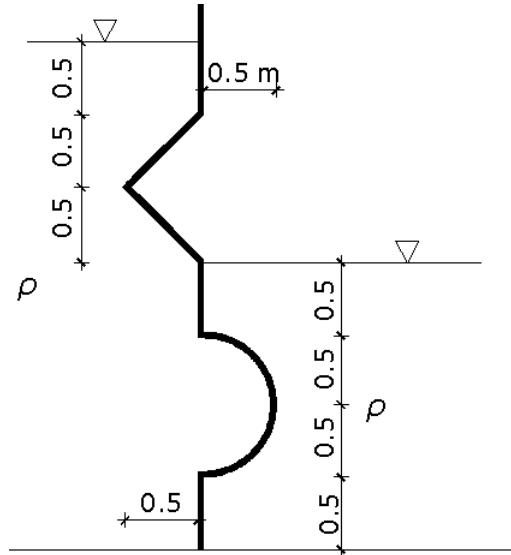


1. (25 bodova)

Voda se nalazi s obje strane perforiranog lima kao na slici. Potrebno je odrediti ukupnu silu kojom voda djeluje na lim. Također treba nacrtati horizontalne i vertikalne komponente dijagrama tlaka posebno s lijeve i desne strane te resultantne dijagrame horizontalnih i vertikalnih komponenti tlaka. Zadano:  $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ .



$$F_H^L = \rho \cdot g \cdot 3,5 \cdot 3,5 \cdot \frac{1}{2} = 60,09 \text{ kN}$$

$$F_H^D = -\rho \cdot g \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = -19,62 \text{ kN}$$

$$F_V^L = \rho \cdot g \cdot \left( 0,5 \cdot 0,5 - \frac{0,5^2 \pi}{2} \right) = -1,4 \text{ kN}$$

$$F_V^D = \frac{0,5^2 \pi}{2} \cdot \rho \cdot g = 3,85 \text{ kN}$$

$$F_H^{uk} = 60,09 - 19,62 = 40,47 \text{ kN}$$

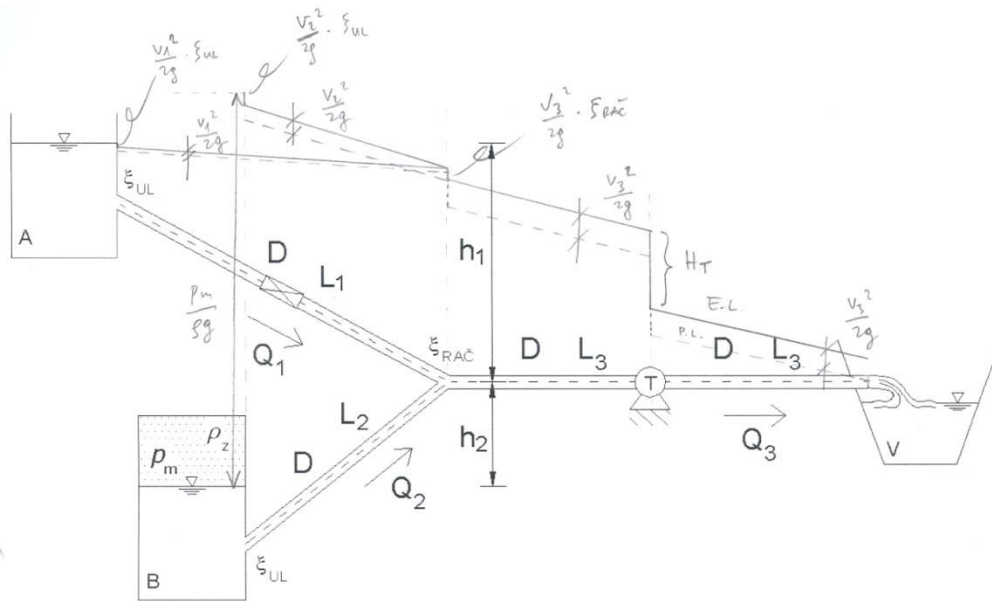
$$F_V^{uk} = -1,4 + 3,85 = 2,44 \text{ kN}$$

$$F = \sqrt{40,47^2 + 2,44^2} = 40,54 \text{ kN}$$

2. (25 bodova)

Odredite potrebnu vrijednost tlaka  $p_m$  u rezervoaru B i snagu instalirane turbine u cijevi 3 pri tlačnoj visini turbine od  $H_T=55$  m. Na cijevi 1 postavljen je elektromagnetski mjerac protoka koji mjeri  $Q_1=0.213$  m<sup>3</sup>/s. Gubitak energije na rači je funkcija nizvodne brzine. Režim strujanja u cjevovodu je potpuno turbulentan ( $\lambda_D=f(\varepsilon/D)$ ). Nacrtati energetska i piezometarska linija za sve tri cijevi od rezervoara A i B do slobodnog istjecanja u vodotok V.

Zadano:  $D=300$  mm;  $L_1=120$  m;  $L_2=80$  m;  $L_3=60$  m;  $h_1=105$  m;  $h_2=40$  m;  $\xi_{UL}=0,5$ ;  $\xi_{RAC}=0,4$ ;  $\varepsilon=0.24$  mm;  $\eta_T=0.65$ .



$$v_1 = \frac{4Q_1}{D^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,213}{0,3^2\pi} = 3,01 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = 0,463 \text{ m}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,24}{300} = 0,0008 \rightarrow \lambda = 0,019$$

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} \left( \xi_{UL} + \lambda \frac{L_1}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left( \xi_{RAC} + \lambda \frac{2L_3}{D} + 1 \right) + H_T$$

$$105 = 0,463(0,5 + 7,6) + \frac{v_3^2}{2g}(0,4 + 7,6 + 1) + 55$$

$$\frac{v_3^2}{2g} = 5,139 \text{ m} \rightarrow v_3 = 10,04 \text{ m/s} \rightarrow Q_3 = v_3 \frac{D^2\pi}{4} = 0,710 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_3 - Q_1 \rightarrow v_2 = v_3 - v_1 = 7,03 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_2^2}{2g} = 2,52 \text{ m}$$

$$-h_2 + \frac{p_m}{\rho g} = \frac{v_2^2}{2g} \left( \xi_{UL} + \lambda \frac{L_2}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left( \xi_{RAC} + \lambda \frac{2L_3}{D} + 1 \right) + H_T$$

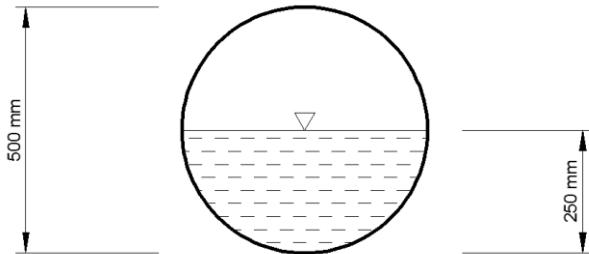
$$-40 + \frac{p_m}{\rho g} = 2,52(0,5 + 5,07) + 4,139(0,4 + 7,6 + 1) + 55$$

$$\frac{p_m}{\rho g} = 155,29 \text{ m} \rightarrow p_m = 1523,4 \text{ kPa}$$

$$N_T = \rho g Q_3 H_T \eta_T = 1,0 \cdot 0,71 \cdot 55 \cdot 0,65 = \underline{249,0 \text{ kW}}$$

3. (15 bodova)

Čelična cijev promjera 500 mm je napunjena do polovine. Nagib cijevi je  $I = 0.005$ , a hrapavost je definirana Manningovim koeficijentom  $n = 0.024$ . Izračunaj protok pod pretpostavkom jednolikog tečenja.



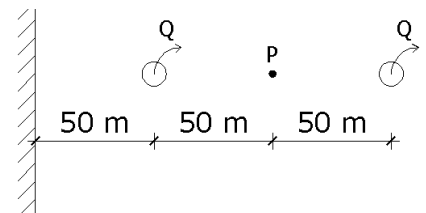
$$\text{Hidaulički radijus: } R = \frac{A}{O} = \frac{\frac{r^2 \pi}{2}}{\frac{2r\pi}{2}} = \frac{r}{2} = \frac{0.25}{2} = 0.125 \text{ m}$$

$$\text{Manningova formula: } v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0.024} \cdot 0.125^{\frac{2}{3}} \cdot 0.005^{\frac{1}{2}} = 0.736 \text{ m/s}$$

$$\text{Protok: } Q = v \cdot A = 0.736 \cdot \frac{0.25^2 \cdot 3.14}{2} = 0.0723 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. (20 bodova)

Vodnosnik pod tlakom debljine propusnog sloja  $M=10$  m i koeficijenta propusnosti  $k = 0.001$  m/s omeđen je s jedne strane nepropusnom granicom kao na slici. U vodnosnik su postavljena dva potpuna zdenca i jedan piezometar kako je to označeno na slici. Izdašnost zdenaca je  $Q = 0.05$  m<sup>3</sup>/s, a radijus utjecaja je  $R=250$  m. Potrebno je odrediti sniženje u piezometru P.



sniženje u piezometru  $s_p$

$$\begin{aligned} s_p &= 2 \cdot \frac{Q}{2\pi kM} \cdot \ln \frac{R}{L} + \frac{Q}{2\pi kM} \cdot \ln \frac{R}{3L} = \\ &= 2 \cdot \frac{Q}{2\pi kM} \cdot \ln \frac{5L}{L} + \frac{Q}{2\pi kM} \cdot \ln \frac{5L}{3L} = \\ &= 2 \cdot \frac{0,05}{2\pi \cdot 0,001 \cdot 10} \cdot \ln 5 + \frac{0,05}{2\pi \cdot 0,001 \cdot 10} \cdot \ln \frac{5}{3} = \\ &= 2,56 + 0,4 \\ &= 2,96 \text{ m} \end{aligned}$$