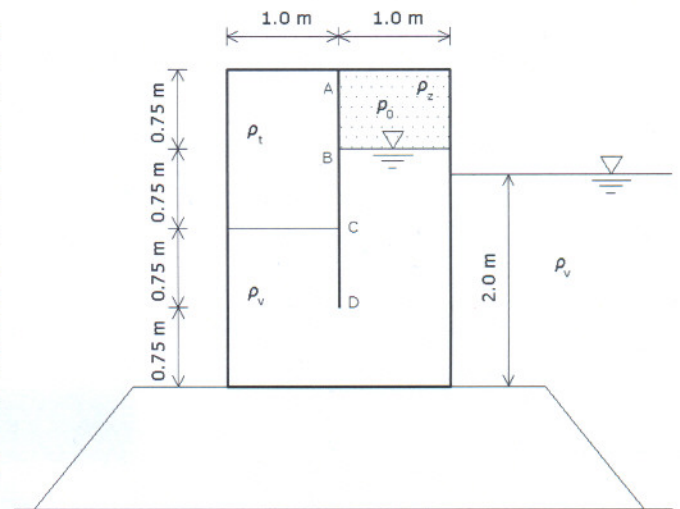


1) Potrebno je odrediti gustoću nepoznate tekućine ρ da bi se održao uvjet mirovanja rezervoara, odnosno da ne bi došlo do njegovog proklizavanja u lijevo. Rezervoar je zatvoren, oblika kvadra, poprečnog presjeka kao na slici. Duljina rezervoara je $L = 1$ m, težina stjenke rezervoara se zanemaruje. Koeffcijent trenja između rezervoara i podloge je $\mu = 0.4$. Gustoća vode je $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, a gustoća zraka ρ_z se zanemaruje. Tlak u dijelu rezervoara ispunjenom zrakom iznosi $p_0 = 14 \text{ kPa}$. Također je potrebno odrediti tlakove u točkama A, B, C i D s lijeve i desne strane pregrade po sredini rezervoara. Nacrtati dijagrame tlaka na pregradu A-D s lijeva i s desna te odrediti rezultantnu horizontalnu silu R_{AB} na dio pregrade od točke A do točke B.

(20 bodova)

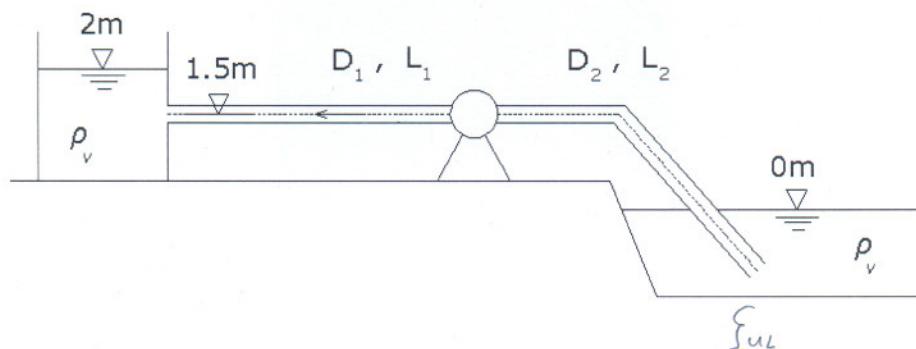


2) Za sistem na slici treba proračunati snagu pumpe i nacrtati energetska i piezometarska linija. Također je potrebno odrediti minimalni tlak u cjevovodu i označiti mjesto gdje se pojavljuje.

(25 bodova)

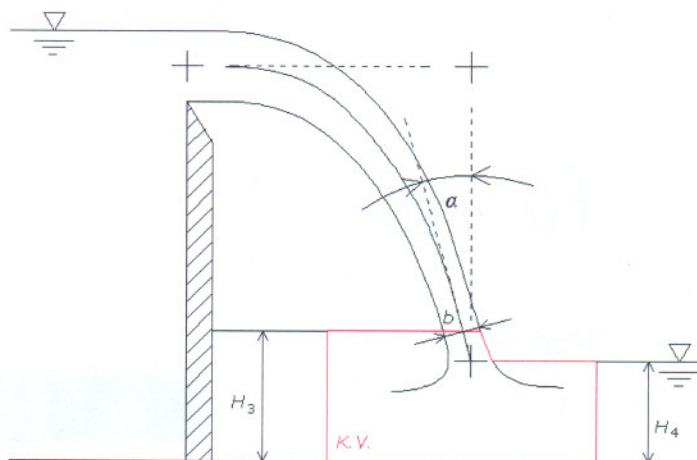
Zadano je: $D_1 = 100 \text{ mm}$; $D_2 = 60 \text{ mm}$; $Q = 0.015 \text{ m}^3/\text{s}$; $L_1 = 10 \text{ m}$; $L_2 = 15 \text{ m}$;

$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$; ν (kin. koef. visk.) = $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $\varepsilon = 0.2 \text{ mm}$; $\zeta_{UL} = 0.7$; $\zeta_{KOLJ} = 0.15$; $\eta = 0.8$



3) Potrebno je odrediti dubinu vode H_3 između preljevnog mlaza i pregrade ako je brzina nizvodno od mlaza $v_4 = 2$ m/s pri dubini $H_4 = 2$ m, te pri čemu preljevni mlaz ulazi u kontrolni volumen pod kutem $\alpha = 20^\circ$. Debljina preljevnog mlaza pri kontaktu s vodom nizvodno od pregrade iznosi $b = 1$ m. Računati po metru širine kontrolnog volumena.

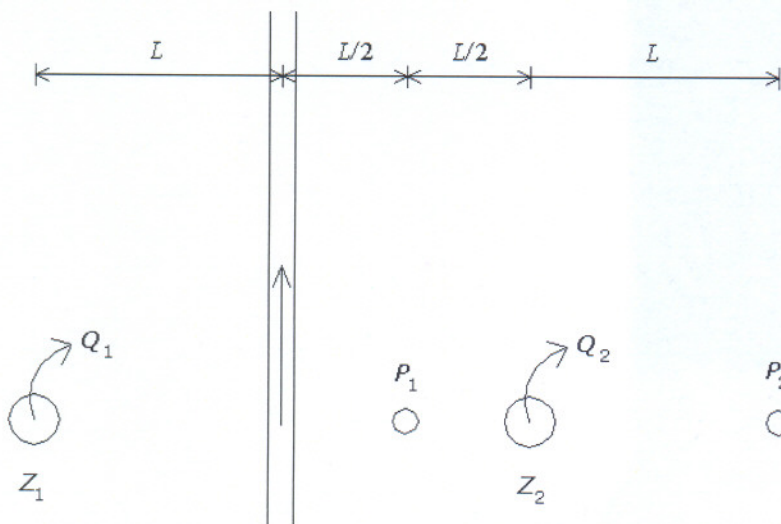
(20 bodova)



4) Zdeni Z_1 i Z_2 te piezometri P_1 i P_2 postavljeni su u vodonosnik sa slobodnim vodnim licem. Između zdenaca nalazi se vodotok. Potrebno je odrediti sniženja u piezometrima P_1 i P_2 .

(20 bodova)

Zadano je: $k = 0.001$ m/s; $M = 10$ m (debljina vodonosnog sloja); $R = 250$ m (radijus utjecaja zdenaca);
 $L = 100$ m; $Q_1 = 0.2$ m³/s; $Q_2 = 0.1$ m³/s

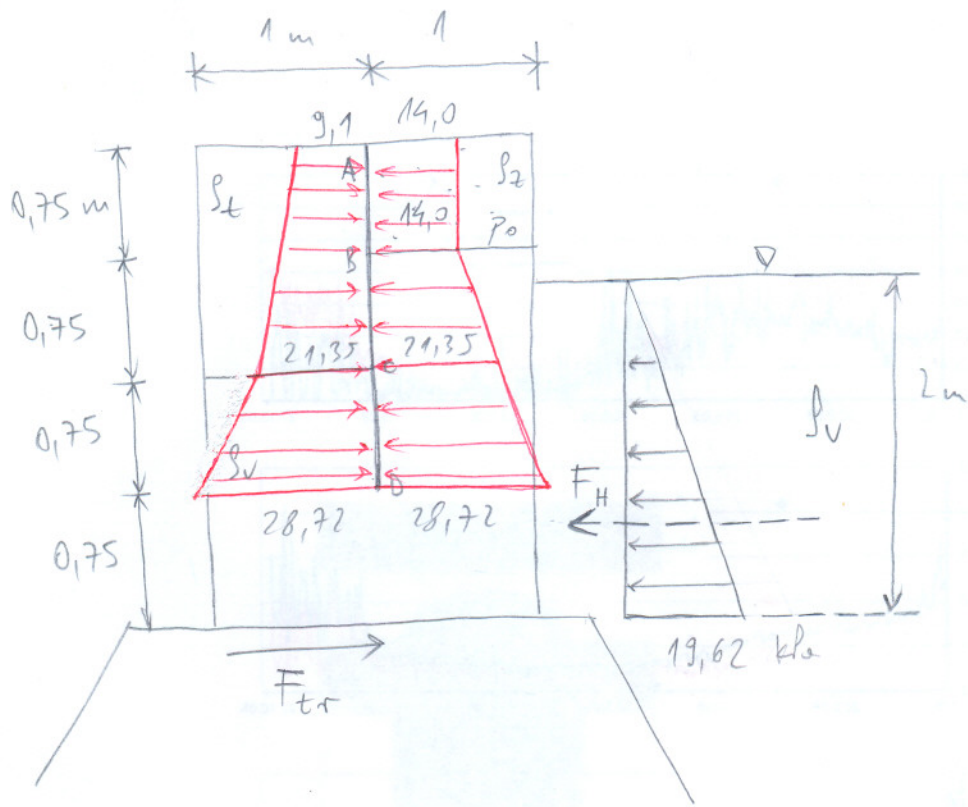


Teorija (15 bodova)

1. Definišite oblik slobodne površine kapljevine u posudi koja se giba horizontalno s ubrzanjem $\vec{a} = \text{const}$.
2. Koja su tri uvjeta stabilnosti tijela kod plivanja?
3. Objasnite gdje i zašto nastaje slobodna turbulencija.
4. Objasnite koeficijent kontrakcije kod istjecanja.

Za pristupanje usmenom dijelu ispita potrebno je ostvariti minimalno 50 bodova i točno riješiti 1. i 2. zadatak!

1



Uvjet ravnoteže: $\sum F_x = 0$

$$F_{tr} = F_H$$

$$G \cdot M = p_v \cdot g \cdot 2 \cdot x \cdot \frac{1}{2}$$

$$[p_v \cdot (1.5 \cdot 1 + 2.25 \cdot 1) + p_t \cdot (1.5 \cdot 1)] \cdot g \cdot M = p_v \cdot g \cdot 2$$

$$p_v \cdot 3.75 \cdot 0.4 + p_t \cdot 1.5 \cdot 0.4 = p_v \cdot 2$$

$$0.6 \cdot p_t = 0.5 \cdot p_v$$

$$p_t = 0.833 p_v = 833 \text{ kp/m}^3$$

$$p_A^L = p_B^D$$

$$p_A^L + p_t \cdot g \cdot 1.5 + p_v \cdot g \cdot 0.75 = p_0 + p_v \cdot g \cdot 1.5$$

$$p_A^L + 12.26 + 7.36 = 14 + 14.72$$

$$p_A^L = 9.1 \text{ kPa}$$

$$P_B^L = P_A^L + \rho_t \cdot g \cdot 0,75 = 15,23 \text{ kPa}$$

$$P_C^L = P_B^L + \rho_t \cdot g \cdot 0,75 = 21,35 \text{ kPa}$$

$$P_D^L = P_C^L + \rho_v \cdot g \cdot 0,75 = 28,72 \text{ kPa}$$

$$P_D^D = P_D^L = 28,72 \text{ kPa}$$

$$P_C^D = P_C^L = 21,35 \text{ kPa}$$

$$P_B^D = P_A^D = P_o = 14 \text{ kPa}$$

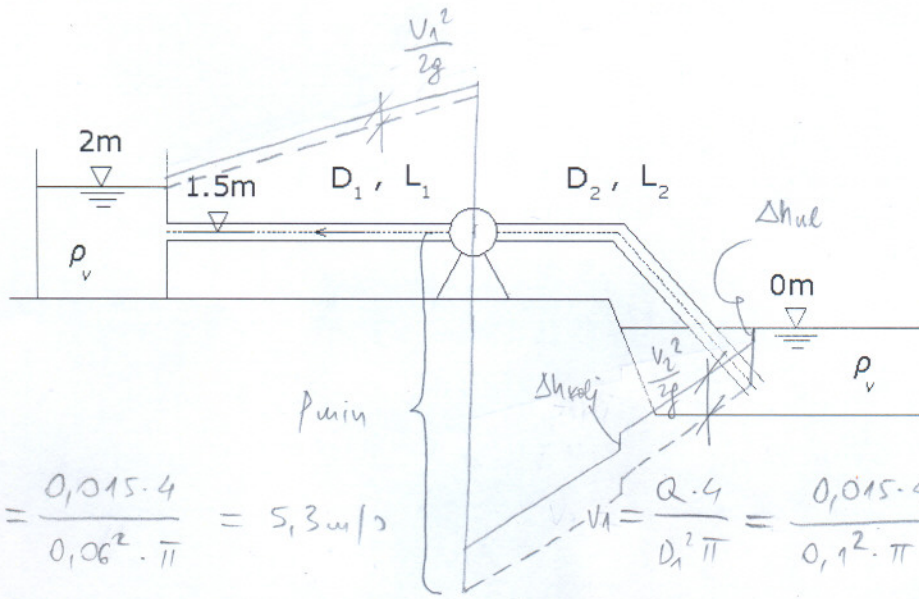
$$f_{AB} = F_{AB}^L - F_{AB}^D$$

$$= \frac{9,1 + 9,1 + \rho_t \cdot g \cdot 0,75}{2} \cdot 0,75 \cdot 1 - 14 \cdot 0,75 \cdot 1$$

$$= 9,12 - 10,5$$

$$= -1,38 \text{ kN}$$

2



$$V_2 = \frac{Q \cdot 4}{D_2^2 \pi} = \frac{0,015 \cdot 4}{0,06^2 \cdot \pi} = 5,3 \text{ m/s}$$

$$V_1 = \frac{Q \cdot 4}{D_1^2 \pi} = \frac{0,015 \cdot 4}{0,1^2 \cdot \pi} = 1,91 \text{ m/s}$$

$$\frac{\varepsilon}{D_2} = \frac{0,2}{60} = 0,003; \quad Re_2 = \frac{V_2 \cdot D_2}{\nu} = \frac{5,3 \cdot 0,06}{10^{-6}} = 3,2 \cdot 10^5 \Rightarrow \lambda_2 = 0,027$$

$$\frac{\varepsilon}{D_1} = \frac{0,2}{100} = 0,002; \quad Re_1 = \frac{V_1 \cdot D_1}{\nu} = \frac{1,91 \cdot 0,1}{10^{-6}} = 1,9 \cdot 10^5 \Rightarrow \lambda_1 = 0,025$$

$$H_p = 2 + \frac{V_2^2}{2g} \left(\xi_{ul} + \lambda_2 \frac{L_2}{D_2} + \xi_{colj} \right) + \frac{V_1^2}{2g} \left(\lambda_1 \frac{L_1}{D_1} + 1 \right)$$

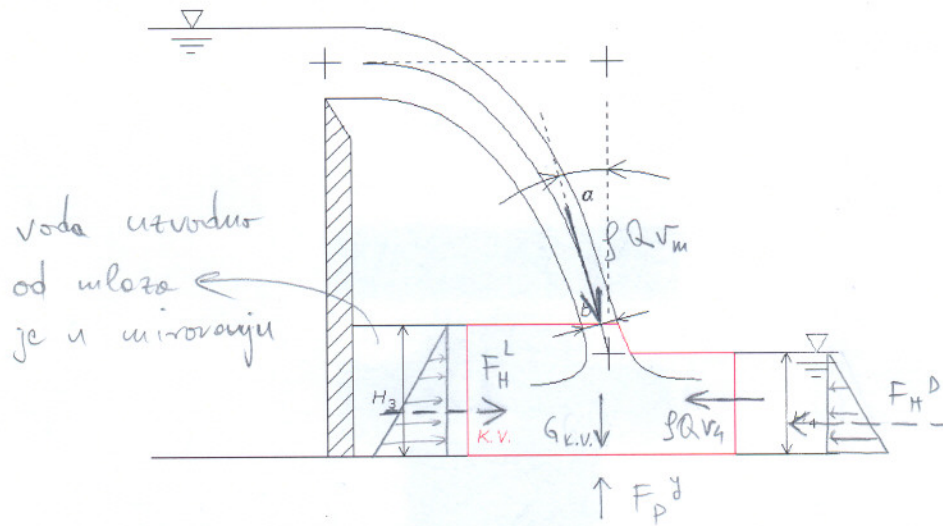
$$H_p = 2 + \frac{5,3^2}{2g} \left(0,7 + 0,027 \cdot \frac{15}{0,06} + 0,15 \right) + \frac{1,91^2}{2g} \left(0,025 \cdot \frac{10}{0,1} + 1 \right)$$

$$= 13,53 \text{ m}$$

$$N_p = \frac{\rho \cdot g \cdot H_p \cdot Q}{\eta} = 2,49 \text{ kW}$$

$$P_{min} = -\rho g \left[1,5 + \frac{V_2^2}{2g} \left(\xi_{ul} + \xi_{colj} + \lambda_2 \frac{L_2}{D_2} + 1 \right) \right] = -135,43 \text{ kPa}$$

3



$$Q = (H_4 \cdot 1) \cdot V_4 = 2 \cdot 1 \cdot 2 = 4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = (b \cdot 1) \cdot V_m = 4 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow V_m = 4 \text{ m/s}$$

$$\sum_{k.v.} F_x = 0$$

$$F_H^L + \rho Q V_m \cdot \sin \alpha = F_H^D + \rho Q V_4$$

$$\rho g H_3 \cdot H_3 \cdot \frac{1}{2} + \rho \cdot 4 \cdot 4 \cdot \sin 20^\circ = \rho \cdot g \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} + \rho \cdot 4 \cdot 2$$

$$H_3 = \underline{\underline{2,125 \text{ m}}}$$

↓ dodatok:

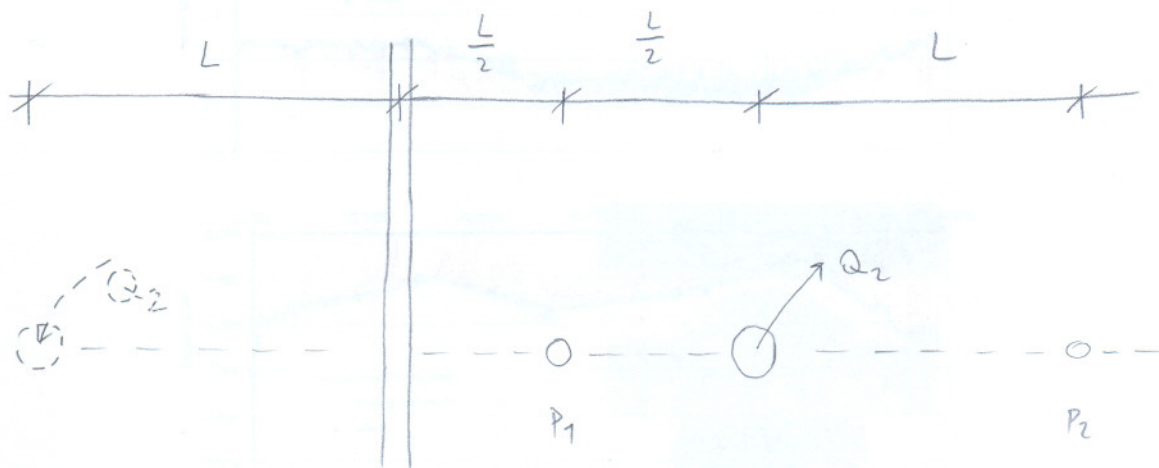
$$\sum_{k.v.} F_y = 0$$

$$\rho Q V_m \cdot \cos \alpha + Q_{k.v.} = F_P^y$$

F_P^y = reakcija podloge u y-smjeru.

4

ZDENAC z_1 SE ZANEMARUJE



$$\Delta\phi_1 = \frac{Q_2}{2\pi} \left(\ln \frac{R}{L/2} - \ln \frac{R}{3L/2} \right) = \frac{0,1}{2\pi} \left(\ln \frac{250}{50} - \ln \frac{250}{150} \right) = 0,0175$$

$$\Delta\phi_1 = k \left(\frac{H^2 - h_1^2}{2} \right) = 0,0175$$

$$h_1 = \sqrt{H^2 - \frac{0,0175 \cdot 2}{k}} = \sqrt{100 - \frac{0,0175 \cdot 2}{0,001}} = 8,06 \text{ m}$$

$$\Delta_1 = H - h_1 = 10 - 8,06 = \underline{\underline{1,94 \text{ m}}}$$

$$\Delta\phi_2 = \frac{Q_2}{2\pi} \ln \frac{R}{L/2} = \frac{0,1}{2\pi} \ln \frac{250}{50} = 0,0256$$

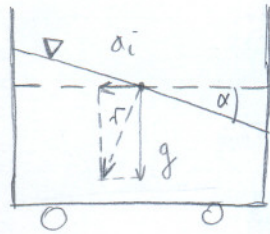
$$\Delta\phi_2 = k \left(\frac{H^2 - h_2^2}{2} \right) = 0,0256$$

$$h_2 = \sqrt{100 - \frac{0,0256 \cdot 2}{0,001}} = 6,99 \text{ m}$$

$$\Delta_2 = H - h_2 = 10 - 6,99 = \underline{\underline{3,01 \text{ m}}}$$

TEORIJA

①

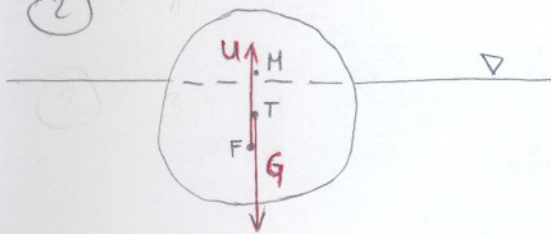


$$|a| = |a_i|$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{|a|}{|g|}$$

Slobodna površina uvijek zauzima položaj okomit na rezultantni vektor ubrzanja \vec{a} .

②



1) $G = M$

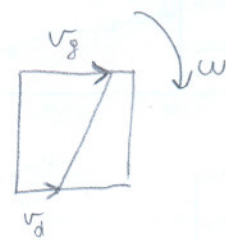
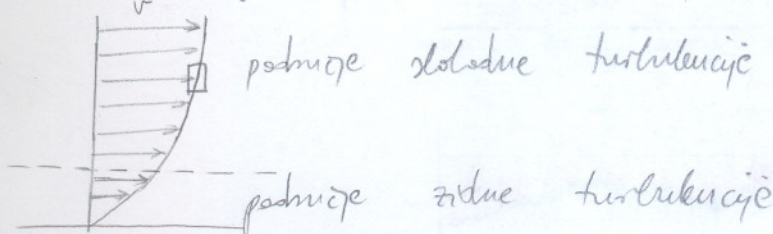
2) \vec{G} i \vec{U} leže na istoj vertikali

3) M je poviše T, odnosno

$$\overline{FM} > \overline{FT}$$

Položaj metacentra M mora biti poviše centra mase (težišta) plovila.

③ Slobodna turbulencija nastaje zbog neregularnog vertikalnog profila brzine



Zbog razlike u brzini na gornjoj i donjoj strani čestice tekućine, čestica zakreće i formira se rotacija (vrtložna strujanje). Ako su sile inercije vrtložne veće od sile viskoznosti, javlja se turbulencija.