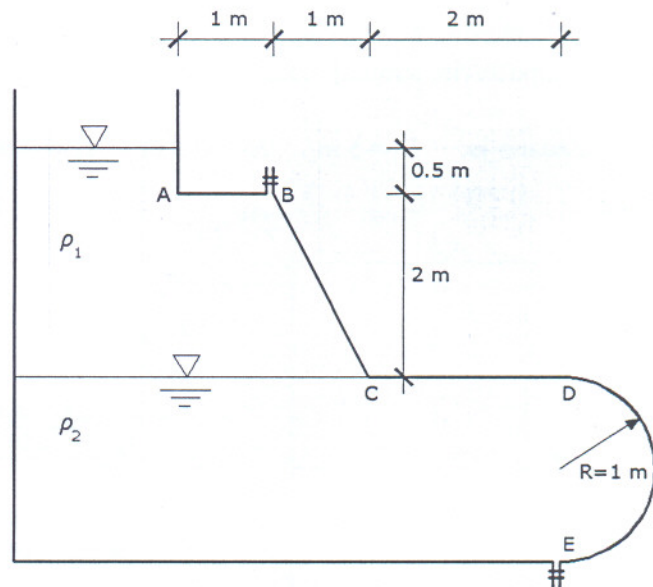


1) Rezervoar je napunjen tekućinama $\rho_1 = 700 \text{ kg/m}^3$ i $\rho_2 = 900 \text{ kg/m}^3$ kao što je prikazano na slici. Potrebno je izračunati tlakove u točkama A, B, C, D i E. Nacrtati horizontalni i vertikalni dijagram hidrostatskog tlaka na dio konture rezervoara A-B-C-D-E te izračunati vrijednost ukupne hidrostatske sile koju trebaju preuzeti spojna sredstva u točkama B i E. Zadatak je ravninski (računati na 1m širine rezervoara).

(20 bodova)

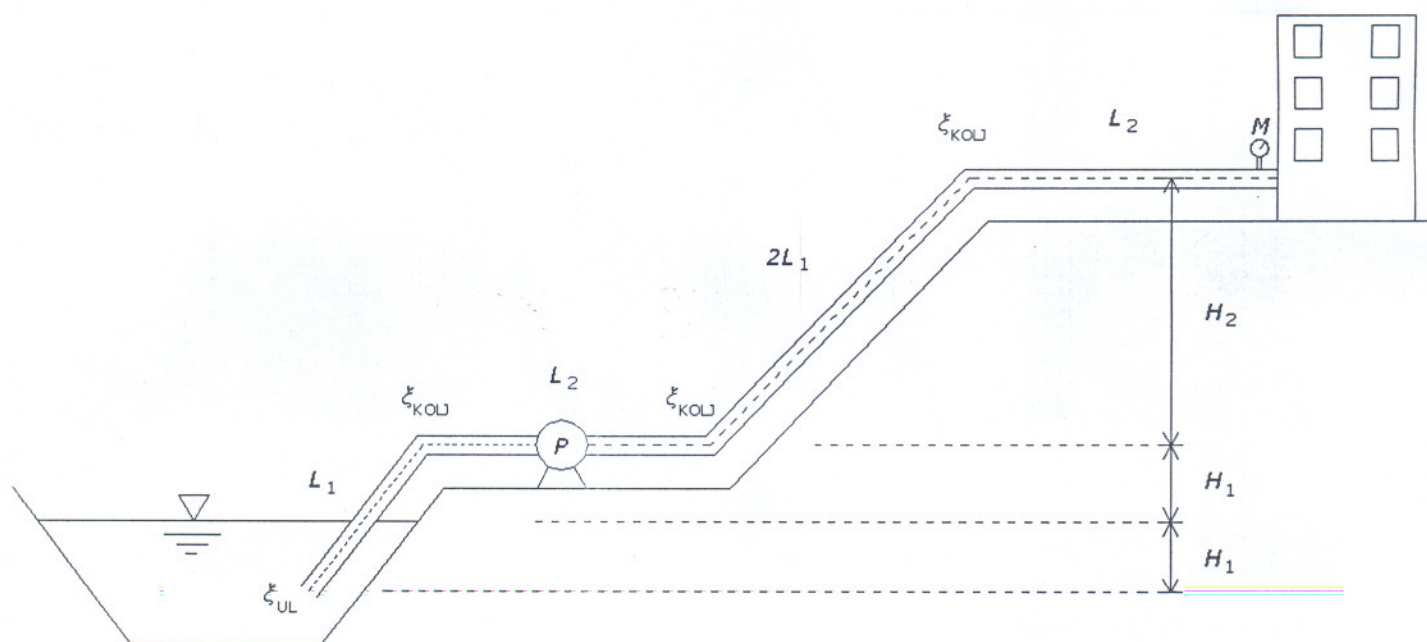


2) Iz rezervoara se cjevovodom s pumpom P voda doprema do stambenog naselja. Potreba za vodom iznosi $Q_1 = 120 \text{ l/s}$, a zahtijevani tlak u manometru M na samom kraju cjevovoda iznosi 7.5 bara. Sve cijevi su promjera $D_1 = 30 \text{ cm}$, a apsolutna hrapavost cijevi iznosi $\varepsilon_1 = 0.03 \text{ mm}$. Odrediti potrebnu snagu pumpe N_1 , ako je koeficijent iskoristivosti $\eta = 0.7$ te nacrtati energetska i piezometarska linija. Pretpostaviti potpuno turbulentni režim tečenja.

Nakon nekog vremena, potreba za vodom se popela za 50% uz isti zahtijevani tlak na kraju cjevovoda, a zbog inkrustacije (taloženja kamenca u cijevima) smanjio se efektivni promjer cijevi na $D_2 = 25 \text{ cm}$, dok se apsolutna hrapavost cijevi povećala na $\varepsilon_2 = 0.5 \text{ mm}$. Izračunati novu potrebnu snagu pumpe N_2 uz isti koeficijent iskoristivosti $\eta = 0.7$ da bi se zadovoljili novonastali uvjeti.

(25 bodova)

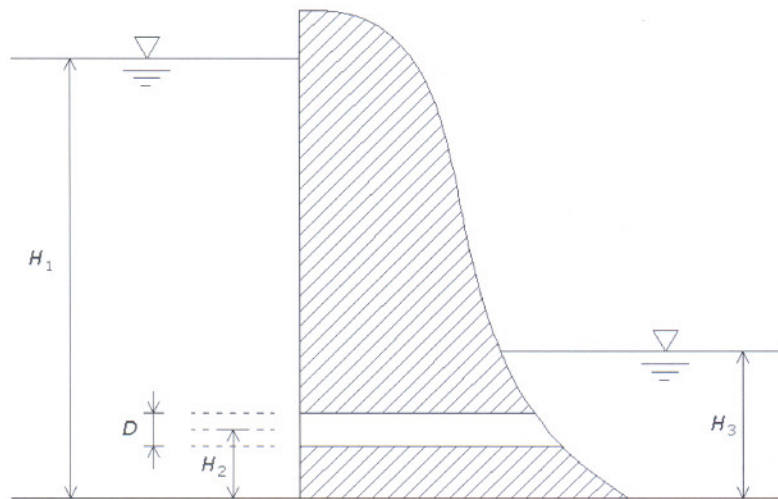
Zadano je: $\zeta_{UL} = 0.6$; $\zeta_{KOLJ} = 0.2$; $L_1 = 50 \text{ m}$; $L_2 = 80 \text{ m}$; $H_1 = 8 \text{ m}$; $H_2 = 25 \text{ m}$



3) Odredite horizontalnu silu na branu jedinične širine ($B = 1$ m) i protok vode kroz temeljni ispust promjera D . Pretpostavite strujanje idealne tekućine.

(20 bodova)

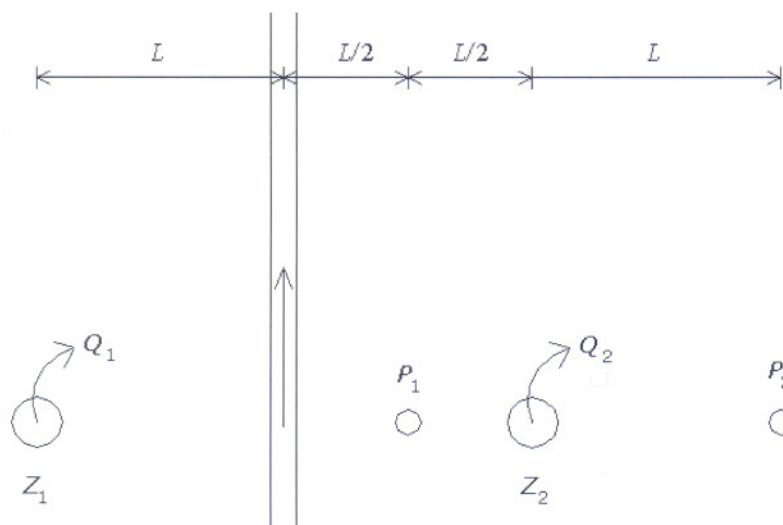
Zadano je: $H_1 = 5$ m; $H_2 = 0.8$ m; $H_3 = 1.9$ m; $D = 0.3$ m



4) Zdenci Z_1 i Z_2 te piezometri P_1 i P_2 postavljeni su u vodonosnik pod tlakom. 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; $Q_1 = 0.02$ m³/s; $Q_2 = 0.01$ m³/s

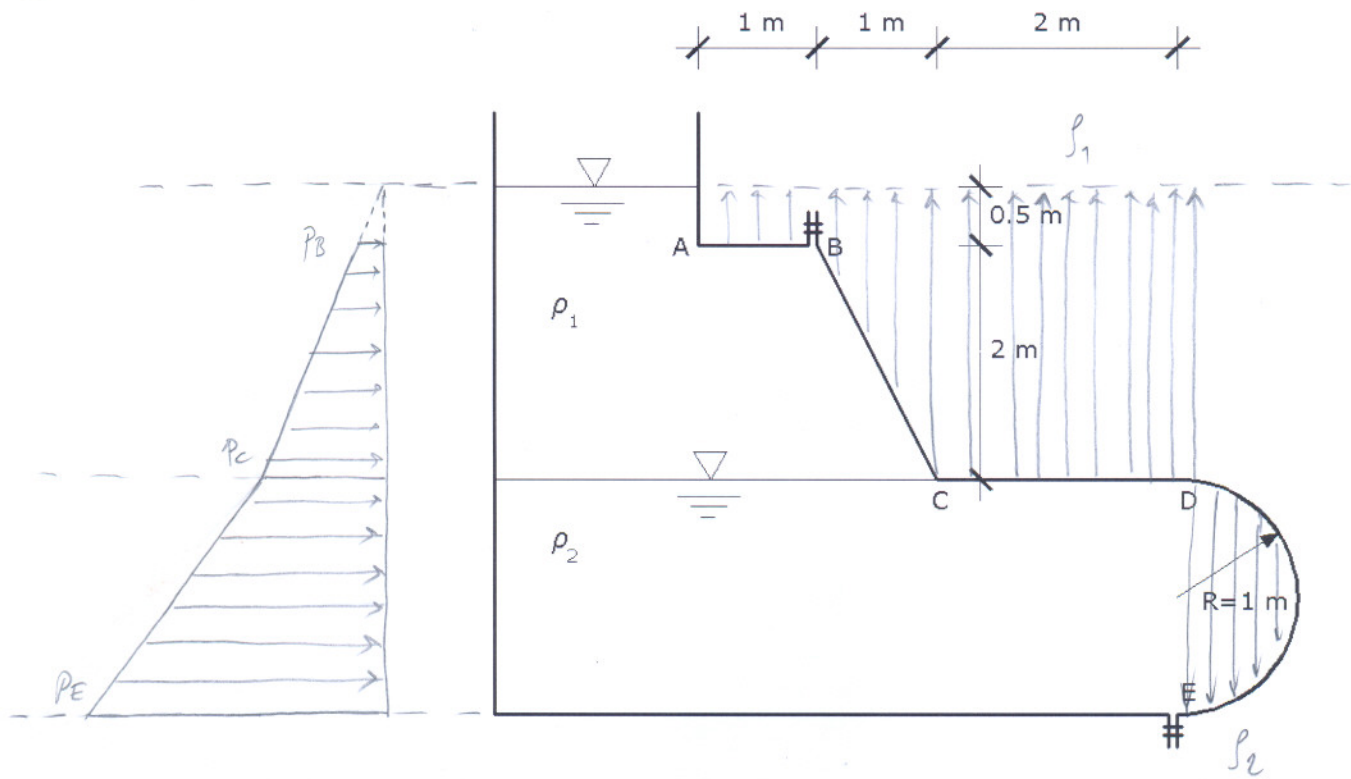


Teorija (15 bodova)

1. Što su to hidraulički glatke, a što hidraulički hrapave cijevi
2. Što je to potencijal Girinskog?
3. Skiciraj strujnu mrežu kod zdenca uz vodotok.
4. Pokaži koja je veza između brzine na modelu i brzine u prirodi kod Froudeove i Reynoldsove sličnosti.

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

1



$$p_A = \rho_1 \cdot g \cdot 0,5 = 0,7 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 3,43 \text{ kPa}$$

$$p_B = p_A$$

$$p_C = p_A + \rho_1 \cdot g \cdot 2 = 3,43 + 13,73 = 17,16 \text{ kPa}$$

$$p_D = p_C$$

$$p_E = p_C + \rho_2 \cdot g \cdot 2 = 17,16 + 0,9 \cdot 9,81 \cdot 2 = 34,82 \text{ kPa}$$

$$F_v^{B-E} = \rho_1 \cdot g \left(\frac{0,5 + 2,5}{2} \cdot 1 + 2,5 \cdot 2 \right) - \rho_2 \cdot g \left(\frac{1^2 \pi}{2} \right)$$

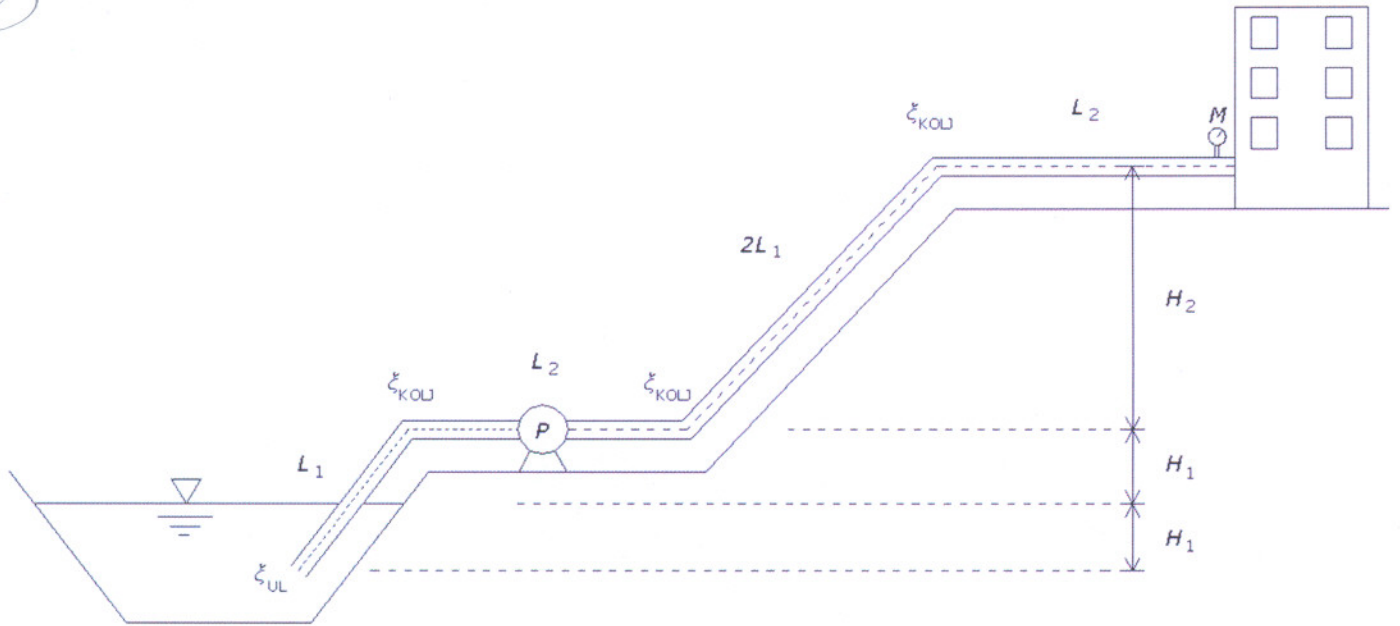
$$= 0,7 \cdot 9,81 \cdot 6,5 - 0,9 \cdot 9,81 \cdot 1,57 = 44,63 - 13,86$$

$$= 30,77 \text{ kN/m}$$

$$F_H^{B-E} = \frac{p_B + p_C}{2} \cdot 2 + \frac{p_C + p_E}{2} \cdot 2 = 3,43 + 2 \cdot 17,16 + 34,82$$

$$= 72,57 \text{ kN/m}$$

2



$$\frac{\epsilon_1}{D_1} = \frac{0,03}{300} = 0,0001 \rightarrow \lambda_1 = 0,012$$

$$v_1 = \frac{4Q_1}{D_1^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,12}{0,3^2 \pi}$$

$$v_1 = 1,70 \text{ m/s}$$

$$H_{P1} = (H_1 + H_2) + \frac{p_M}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \left(\xi_{UL} + \frac{\lambda_1}{D_1} (L_1 + L_2 + 2L_1 + L_2) + 3\xi_{KOU} + 1 \right)$$

$$H_{P1} = 8 + 25 + \frac{7,5 \cdot 100000}{1000 \cdot 9,81} + \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,6 + \frac{0,012}{0,3} (50 + 80 + 100 + 80) + 3 \cdot 0,2 + 1 \right)$$

$$H_{P1} = 33 + 76,45 + 0,147 (0,6 + 2 + 3,2 + 4 + 3,2 + 3 \cdot 0,2 + 1)$$

$$H_{P1} = 33 + 76,45 + 0,088 + 0,294 + 0,470 + 0,588 + 0,470 + 3 \cdot 0,029 + 0,147$$

$$H_{P1} = 111,53 \text{ m}$$

$$N_{P1} = \frac{\rho g Q_1 H_{P1}}{\eta} = 187,66 \text{ kW}$$

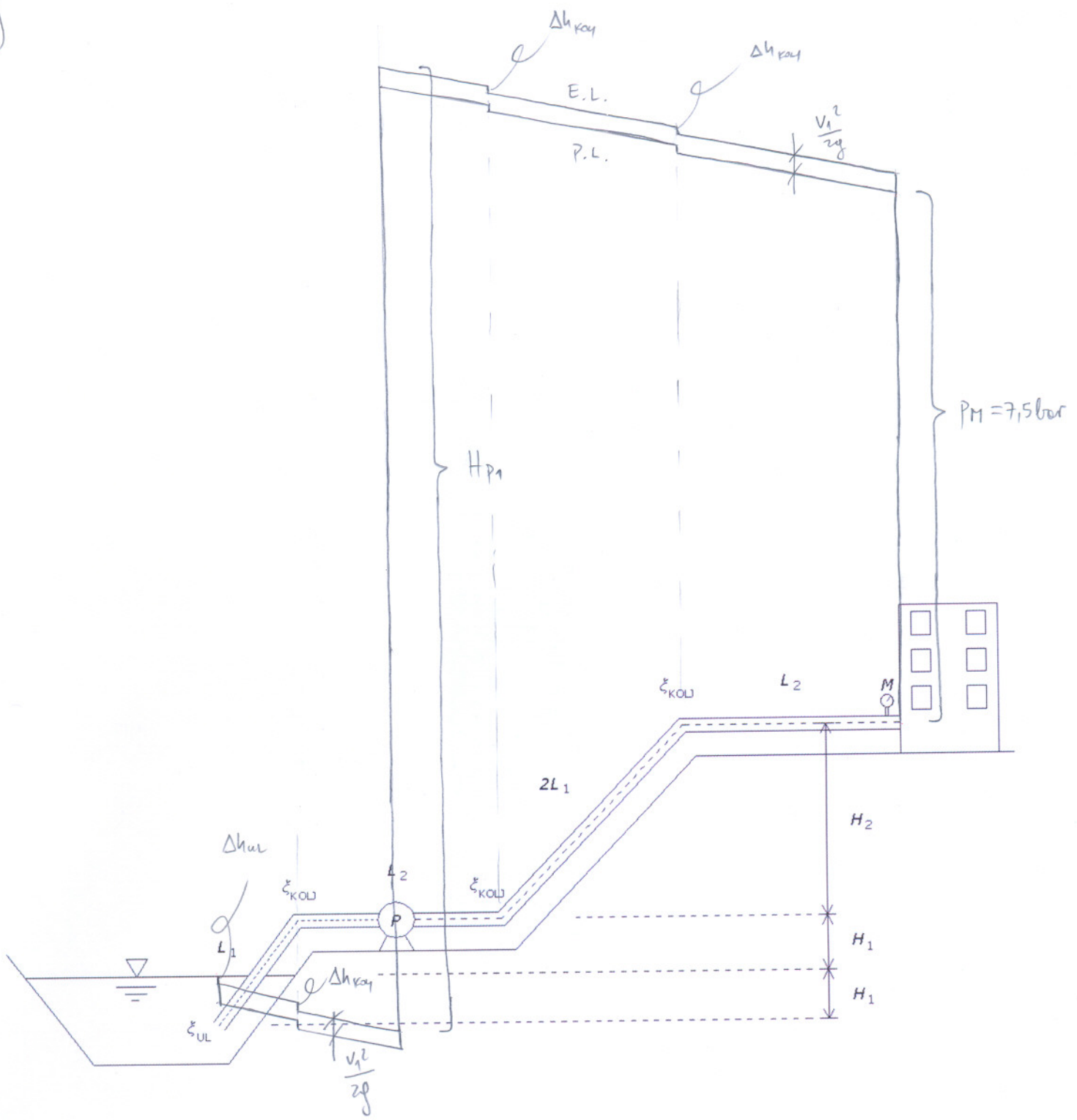
$$\frac{\epsilon_2}{D_2} = \frac{0,5}{250} = 0,002 \rightarrow \lambda_2 = 0,024$$

$$v_2 = \frac{4Q_2}{D_2^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,18}{0,25^2 \pi}$$

$$v_2 = 3,67 \text{ m/s}$$

$$H_{P2} = (H_1 + H_2) + \frac{p_M}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \left(\xi_{UL} + \frac{\lambda_2}{D_2} (3L_1 + 2L_2) + 3\xi_{KOU} + 1 \right)$$

2



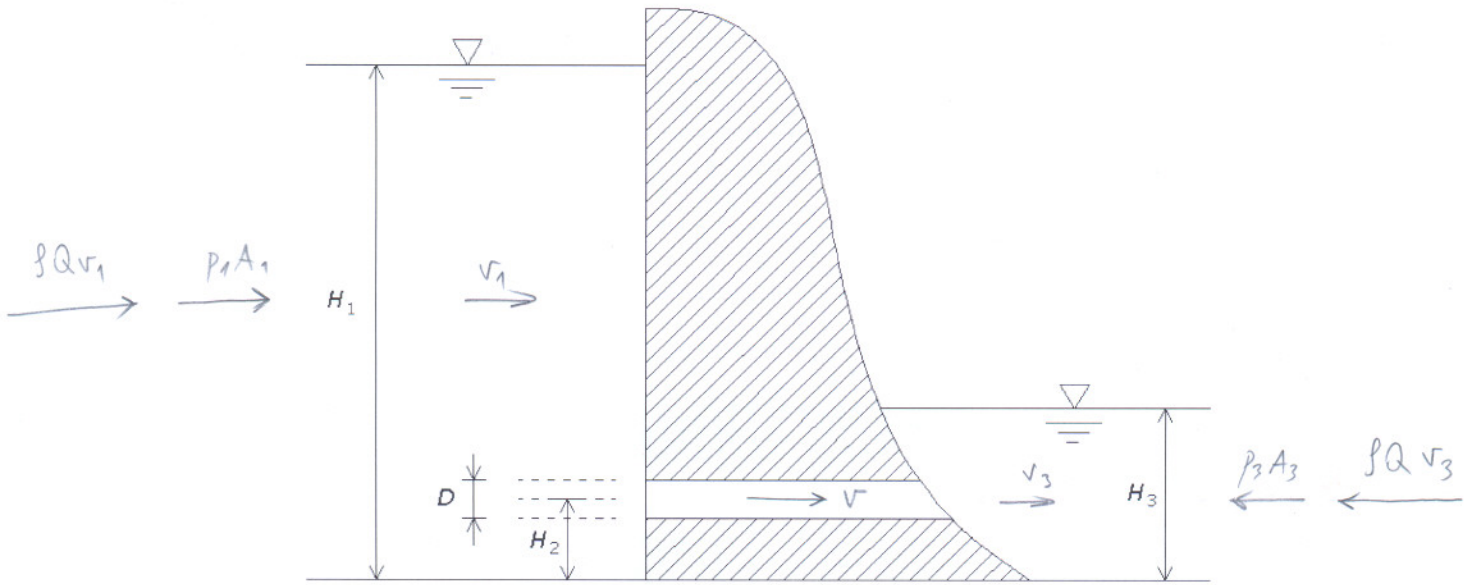
$$H_{p2} = 33 + 76,45 + \frac{3,67^2}{2 \cdot 9,81} \left(0,16 + \frac{0,024}{0,25} (3 \cdot 50 + 2 \cdot 80) + 3 \cdot 0,2 + 1 \right)$$

$$H_{p2} = 33 + 76,45 + 0,1686 (0,16 + 29,76 + 0,6 + 1)$$

$$H_{p2} = 131,37 \text{ m}$$

$$N_{p2} = \frac{\rho g Q_2 H_{p2}}{\eta} = 331,39 \text{ kW}$$

3



$$v = \sqrt{2g(H_1 - H_3)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,1} = 7,8 \text{ m/s}$$

$$Q = v \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 7,8 \cdot \frac{0,3^2 \pi}{4} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_1 = \frac{Q}{H_1 \cdot 1} = \frac{0,55}{5} = 0,11 \text{ m/s}$$

$$v_3 = \frac{Q}{H_3 \cdot 1} = \frac{0,55}{1,9} = 0,29 \text{ m/s}$$

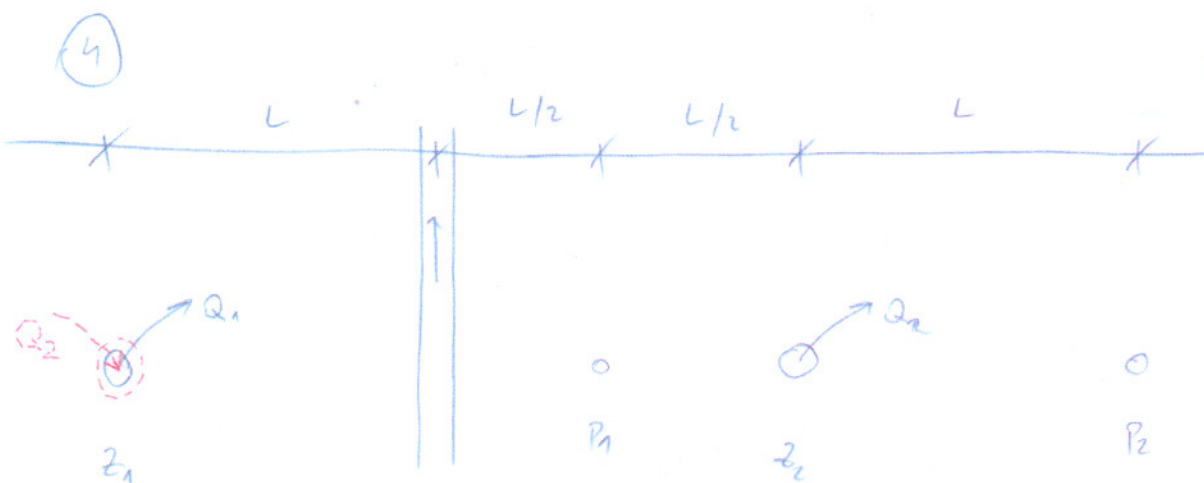
$$F_x = \rho Q v_1 + p_1 A_1 - p_3 A_3 - \rho Q v_3$$

$$= \rho Q (v_1 - v_3) + \rho g \frac{H_1}{2} \cdot H_1 - \rho g \frac{H_3}{2} \cdot H_3$$

$$= 1 \cdot 0,55 (0,11 - 0,29) + 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{5}{2} \cdot 5 - 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{1,9}{2} \cdot 1,9$$

$$= -0,10 + 122,63 - 17,71$$

$$= 104,82 \text{ kN}$$



Utjecaj z_1 se ne osjeća preko vodotoka u piezometrima P_1 i P_2 pa ga u ovom slučaju treba zameniti. Isto bi bilo, da je umjesto vodotoka zadržana nepropusna granica.

$$\Delta p_1 = \frac{Q_2}{2\pi kM} \left(\ln \frac{R}{L/2} - \ln \frac{R}{3L/2} \right)$$

$$= \frac{0,01}{2\pi \cdot 0,001 \cdot 10} \left(\ln \frac{250}{50} - \ln \frac{250}{150} \right)$$

$$= 0,159 (1,609 - 0,511)$$

$$= 0,174 \text{ m} \quad (\text{oniženje vodnog lica u piezometru } P_1)$$

$$\Delta p_2 = \frac{Q_2}{2\pi kM} \ln \frac{R}{L}$$

$$= \frac{0,01}{2\pi kM} \ln \frac{250}{100}$$

$$= 0,159 \cdot 0,916$$

$$= 0,146 \text{ m}$$