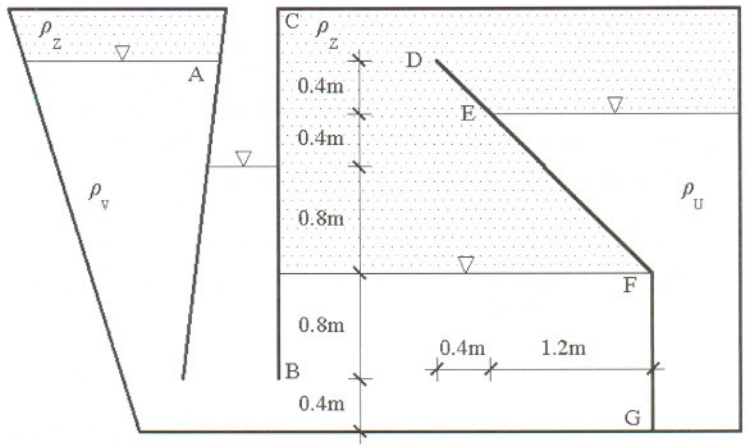
1) Rezervoar je napunjen vodom, uljem i zrakom kao što je prikazano na slici. Potrebno je izračunati tlakove u točkama A, B, C, D, E, F i G. Za točke E, F i G izračunati posebno tlakove s lijeve, posebno s desne strane pregrade. Nacrtati dijagram hidrostatskog tlaka na pregradu D-E-F-G te izračunati vrijednost ukupne sile kojom tekućine djeluju na pregradu. Zadatak je ravninski (računati na 1m dužine zida).

(25 bodova)

Zadano je: $\rho_V = 1000$ kg/m^3; $\rho_U = 700$ kg/m^3; $\rho_Z = 0$ kg/m^3



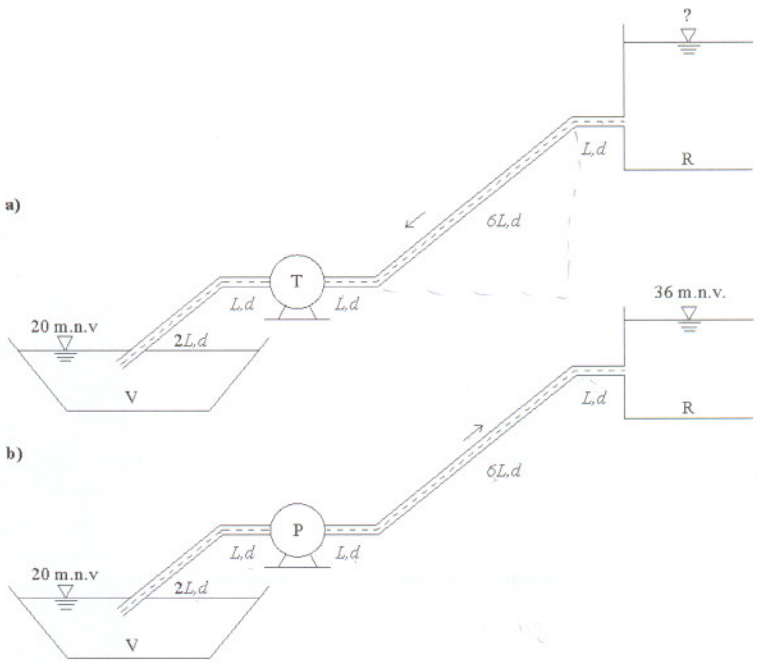
2) Za sistem na slici treba proračunati:

a) potrebnu razinu vodnog lica u rezervoaru R da bi turbina T proizvela snage u iznosu N=40kW. Zanemariti sve lokalne gubitke.
Zadano je: Q=131 *l*/s; L=50 m; d=300 mm; ε=0.1 mm; $\eta_T = 0.8$

b) potrebnu snagu pumpe P koja bi bila potrebna da se iz vodotoka V u rezervoar R, čije je vodno lice na 36 m.n.v., ostvari protok Q=20 *l*/s. Lokalne gubitke na ulazu i koljenima uzeti u obzir.
Zadano je: L=10 m; d=100 mm; ε=0.1 mm; η_P=0.7; ξ_{UL}=0.5; ξ_{KOLJ}=0.3.

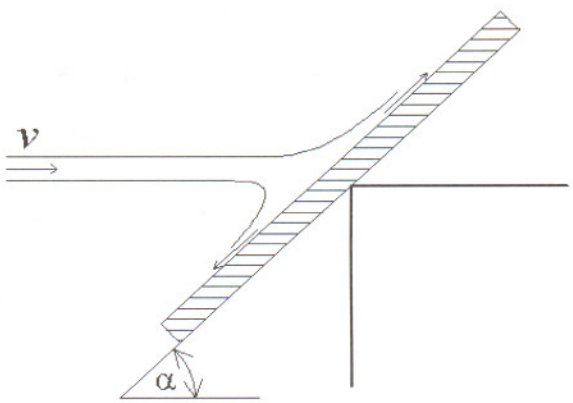
Za oba slučaja pretpostaviti potpuno turbulentno hrapavi režim tečenja. Nacrtati energetske i piezometarske linije za oba slučaja.

(25 bodova)



3) Potrebno je odrediti protok dolaznog mlaza vode Q koji udara u nepomičnu kosu ploču u horizontalnoj ravnini pridržanu sa dva štapa. U svakom od štapova pojavljuje se tlačna sila od 8 N. Brzina dolaznog mlaza je v=1.5m/s. Pretpostavlja se idealno tečenje.

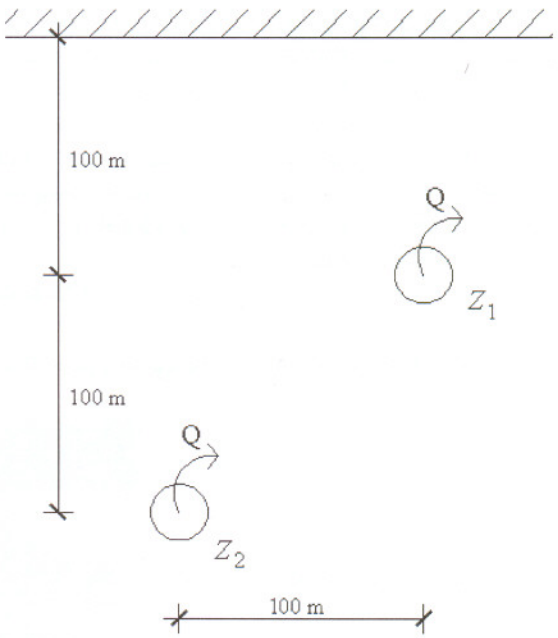
(15 bodova)



Okrenite stranicu!

4) U vodonosnik sa slobodnim vodnim licem, djelomično ograđen nepropusnom granicom kao na slici, postavljena su dva potpuna zdenca izdašnosti Q, radijusa r=20 cm. Nepropusna podina se nalazi na 80 m.n.v. Razina podzemne vode prije početka crpljenja iz zdenca je na 85 m.m.v. Potrebno je odrediti koliki je Q potrebno crpiti iz oba zdenca da bi se razina podzemne vode u zdencu Z_1 spustila na 84 m.n.v. Radijus utjecaja oba zdenca je R = 400 m. Koeficijent filtracije k = 0.001 m/s.

(20 bodova)

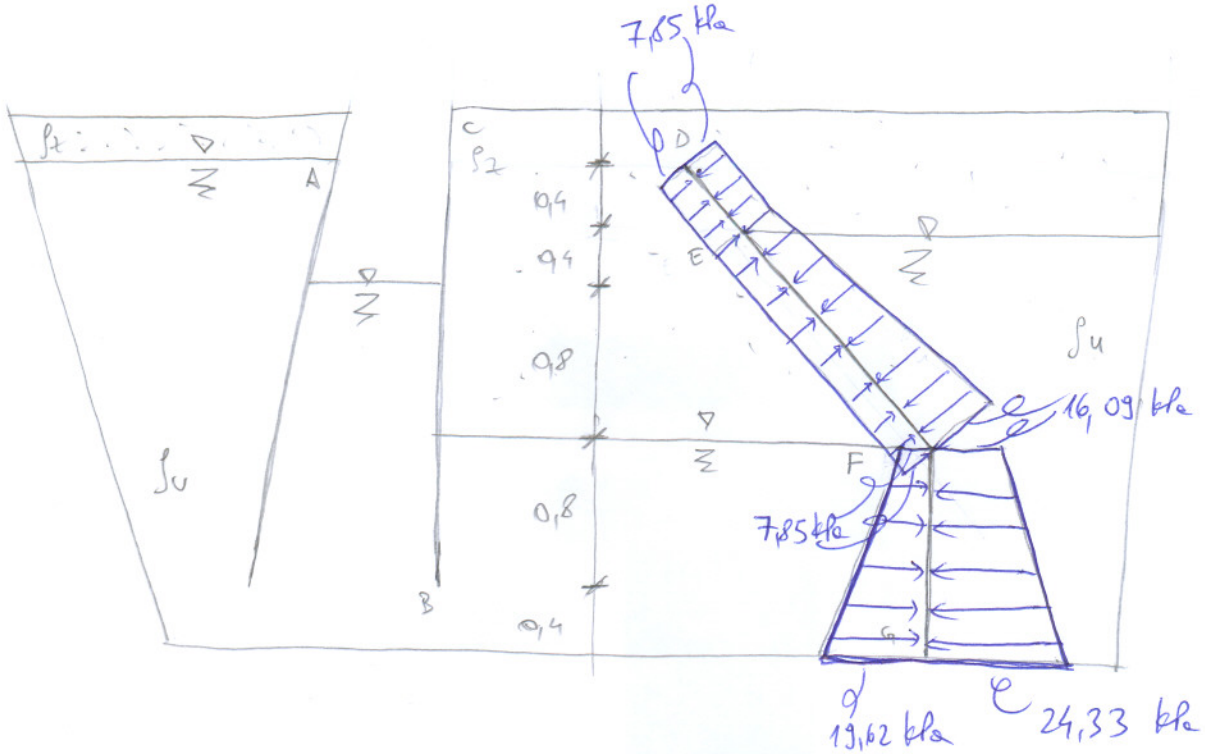


Teorija: (15 bodova)

1. Skicirajte dijagram specifične energije i označite karakteristične elemente.
2. O čemu ovisi gubitak energije u laminarnom toku?
3. Što je to Dupuitova pretpostavka?
4. Što je to vodni skok i koje vrste vodnog skoka poznajete?

Uvjeti za usmeni dio ispita: minimalno 50 bodova i točno riješeni 1. i 2. zadatak!

1



$p_A = p_{atm} - \rho_1 \cdot g \cdot 0,8 = 0 - 7,85\ kPa = -7,85\ kPa$

$p_B = p_{atm} + \rho_v \cdot g \cdot 1,6 = 15,7\ kPa$

$p_C = p_{atm} + \rho_v \cdot g \cdot 0,8 = 7,85\ kPa$

$p_D = p_C = p_E^L = p_E^D = 7,85\ kPa$

$p_F^L = 7,85\ kPa$

$p_F^D = p_E^D + \rho_u \cdot g \cdot 1,2 = 7,85 + 8,24 = 16,09\ kPa$

$p_G^L = p_F^L + \rho_v \cdot g \cdot 1,2 = 7,85 + 11,77 = 19,62\ kPa$

$p_G^D = p_F^D + \rho_u \cdot g \cdot 1,2 = 16,09 + 8,24 = 24,33\ kPa$

REZULTANTNE SILE:

$F_{DE} = 0$

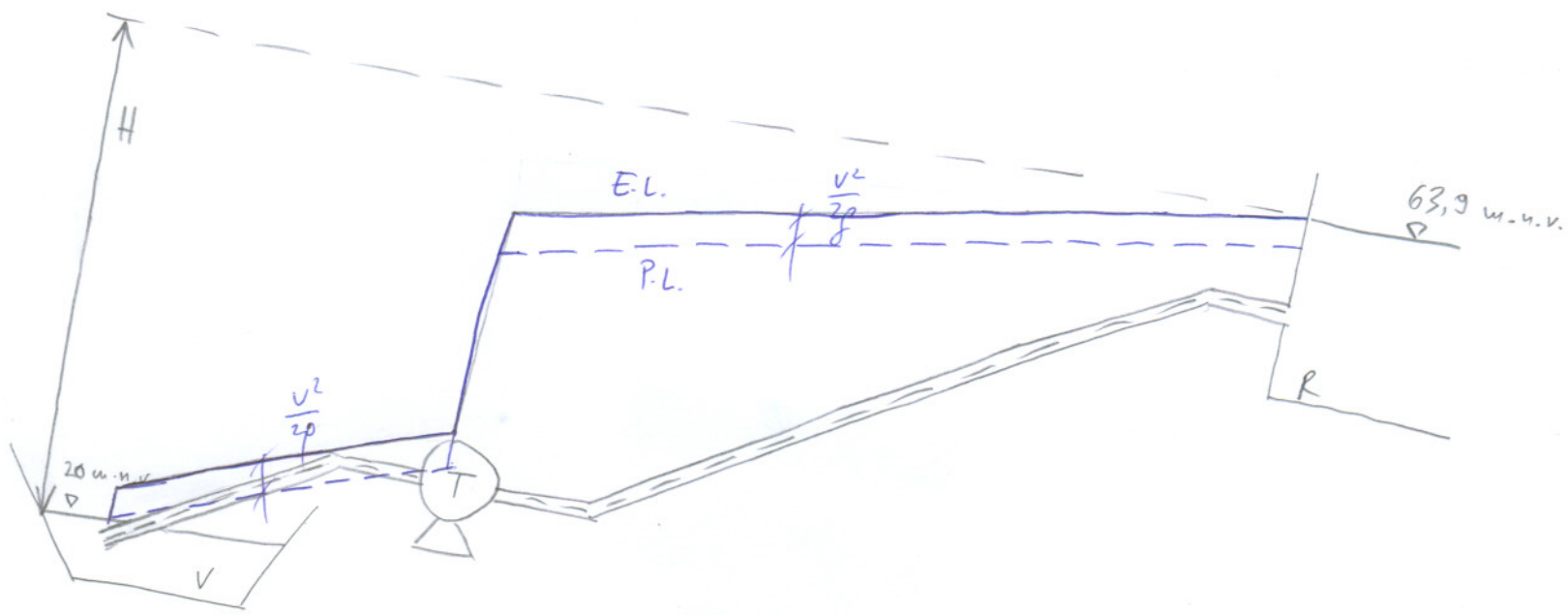
4,94 ↙ 4,94 $F_{EF} = \frac{16,09 - 7,85}{2} \cdot 1,2 \cdot \sqrt{2} = \frac{8,24}{2} \cdot 1,7 = 6,99\ kN$

9,39 ← $F_{FG} = \frac{19,62 + 7,85}{2} \cdot 1,2 - \frac{24,33 + 16,09}{2} \cdot 1,2 = 16,48 - 24,25 = -9,39\ kN$

$F_{uk_x} = -4,94 - 7,77 = -12,71\ kN$

$F_{uk_y} = -4,94\ kN$

(2) a)



$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,1}{300} = 0,00033 \rightarrow \lambda = 0,0155$ M.D.

$Q = 0,131\ m^3/s$

$v = \frac{4Q}{d^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,131}{0,3^2\pi} = 1,85\ m/s$

$H = H_T + \frac{v^2}{2g}\left(\lambda \frac{11L}{d} + 1\right)$

$H = 38,91 + 0,174\left(0,0155 \frac{11 \cdot 50}{0,3} + 1\right)$

$H = 38,91 + 0,17\ (28,42 + 1)$

$H = 38,91 + 4,83 + 0,17$

$H = 43,9\ m$ //

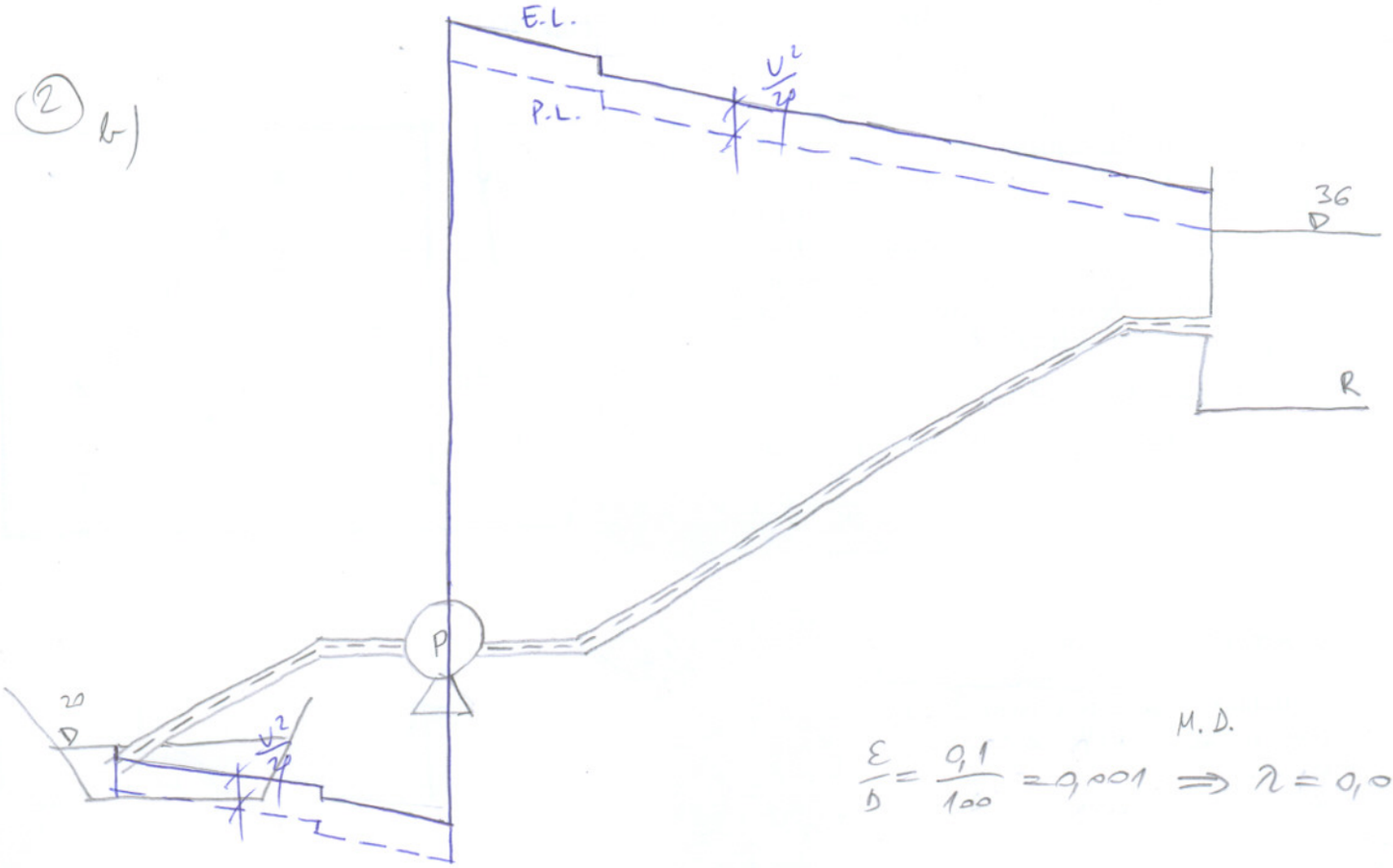
$N_T = \eta_T \cdot \rho g Q H_T = 40\ kW$

$0,8 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,131 \cdot H_T = 40000$

$H_T = 38,91\ m$

Nadmorska visina u rezervoaru R mora biti za $63,9\ m.n.v.$

(2) b)



M.D.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,1}{100} = 0,001 \Rightarrow \lambda = 0,02$$

$$Q = 20\ l/s = 0,02\ m^3/s$$

$$v = \frac{4Q}{d^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,02}{0,1^2\pi} = 2,55\ m/s$$

$$H_p = 16 + \frac{v^2}{2g}\left(\xi_{uL} + 3\xi_{KOL} + \lambda\frac{1,1L}{d} + 1\right)$$

$$H_p = 16 + 0,33\left(0,5 + 3 \cdot 0,3 + 0,02 \cdot \frac{11 \cdot 10}{0,1} + 1\right)$$

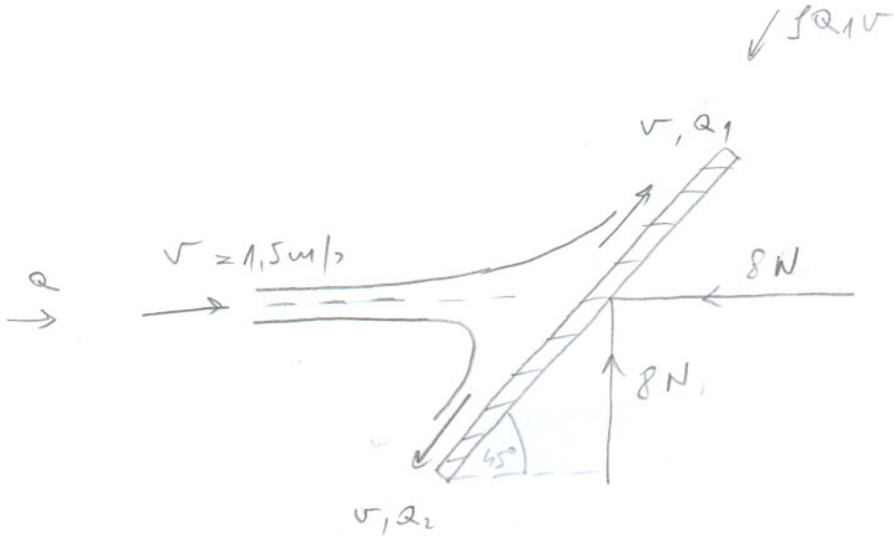
$$H_p = 16 + 0,17 + 0,3 + 7,26 + 0,33$$

$$H_p = 24,06\ m$$

$$N_p = \frac{\rho g Q H_p}{\eta_p} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,02 \cdot 24,06}{0,7} = 6743,7\ W$$

$$N_p = 6,74\ kW$$

(3)

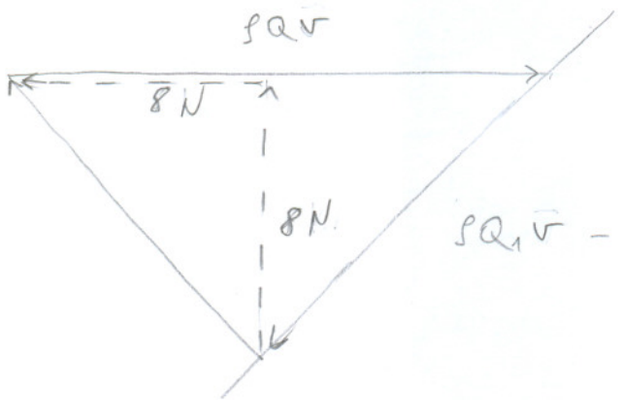


$Q_1 + Q_2 = Q$

$Q_1 > Q_2$

$\rho Q_1 v > \rho Q_2 v$

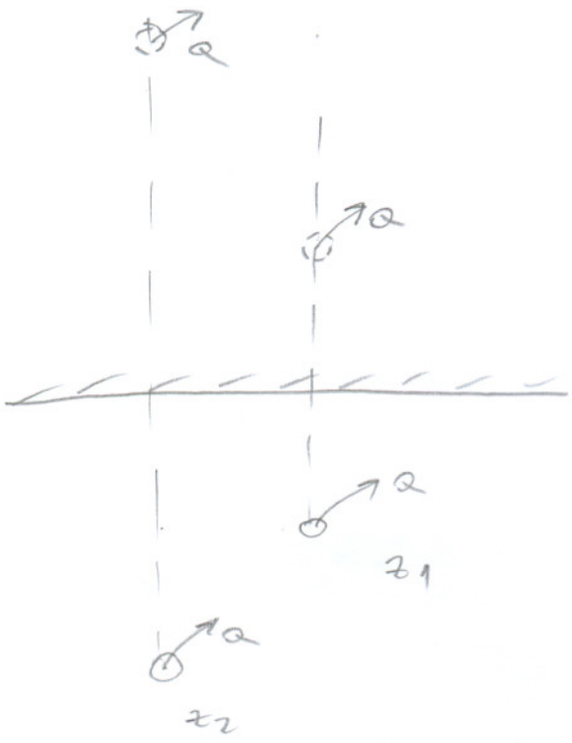
v – neprominjenjeno jer je tečenje idealno (nema trenja i stoga nema što promijeniti brzinu)



$\rho Q v = 16\ N$

$$Q = \frac{16}{1000 \cdot 1,5} = 0,0107\ m^3/s$$

(4)



$$\Delta\phi = \frac{k\left(H_0^2 - h_{z_1}^2\right)}{2} = \sum_i \frac{Q_i}{2\pi} \ln \frac{R_i}{l_i}$$

$$0{,}001\,\frac{\left(5^2-4^2\right)}{2} = \frac{Q}{2\pi}\left(\ln\frac{400}{0{,}2} + \ln\frac{400}{100\sqrt{2}} + \ln\frac{400}{200} + \ln\frac{400}{\sqrt{200^2+100^2}}\right)$$

$$0{,}0045 = \frac{Q}{2\pi}\left(7{,}60 + 1{,}04 + 0{,}69 + 0{,}58\right)$$

$$Q = 0{,}0029\ m^3/s = 2{,}9\ l/s$$