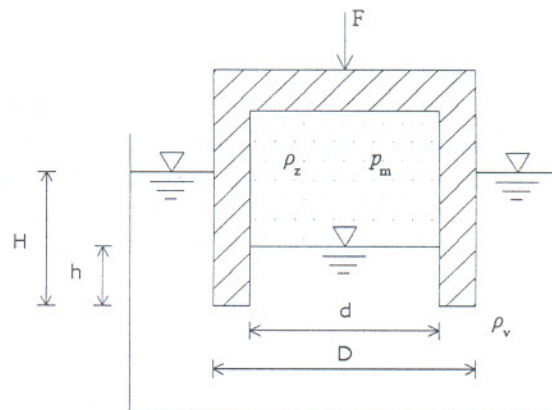
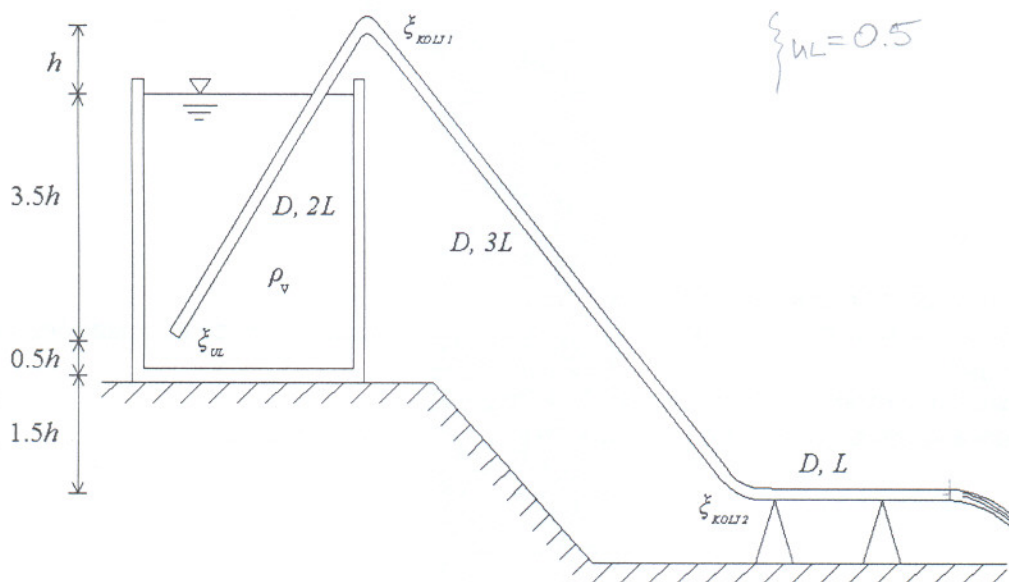


1. Cilindrična posuda mase $m = 100\text{kg}$ je uronjena u spremnik s vodom kao na slici. Potrebno je izračunati kolikom je silom F potrebno pritiskati posudu da bi se omogućilo ravnotežno stanje sa slike. Nacrtati dijagrame raspodjele hidrostatskog tlaka po konturama posude.

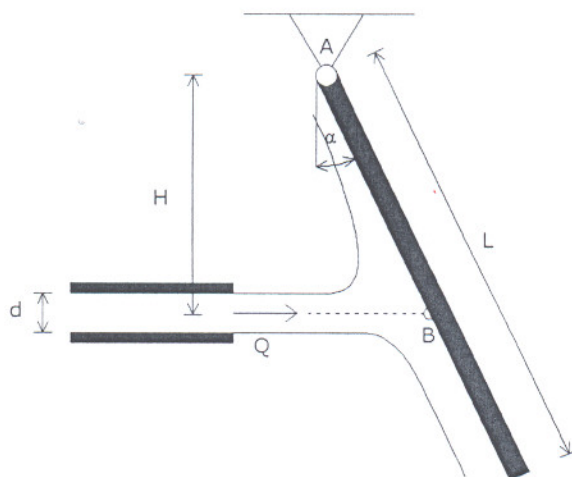
Zadano je : $d = 60\text{cm}$; $D = 80\text{cm}$; $h = 20\text{cm}$; $H = 50\text{cm}$; $\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$; $\rho_z \approx 0\text{kg/m}^3$. (20 bodova)



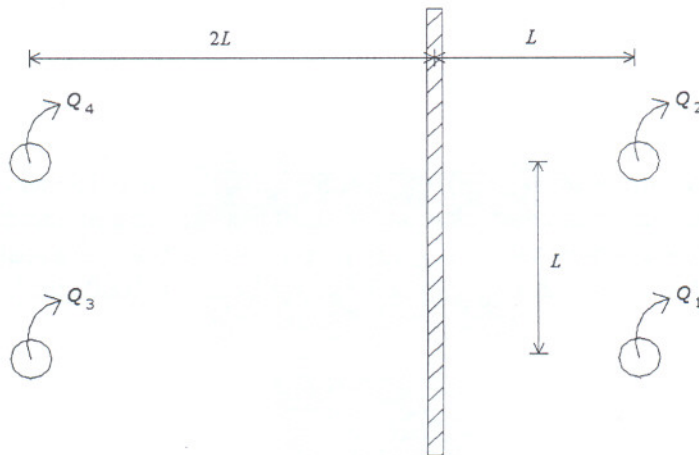
2. Nategom promjera $D = 0.1\text{m}$, ukupne duljine $6L$ prikazanom na slici crpi se voda iz spremnika. Potrebno je odrediti koliki je početni protok i nacrtati piezometarsku i energetska liniju za nategu. Izračunati koliko može biti maksimalno sniženje razine vodnog lica u spremniku ($p_{\text{vakuum}} = -1\text{bar}$)? Apsolutna hrapavost natege je 0.1mm . Pretpostavite turbulentni režim tečenja. $L = 5\text{m}$; $h = 2\text{m}$; $\xi_{KOLJ1} = 0.7$; $\xi_{KOLJ2} = 0.3$; $\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$. (25 bodova)



3. Mlaz vode zanemarive težine promjera $d = 50\text{mm}$ udara u vertikalno obješenu ploču jedinične širine, mase $m = 50\text{kg}$, koja se može rotirati oko točke A. Ploča je otklonjena od vertikalne ravnine za kut α zbog utjecaja mlaza vode i zaustavljena u ravnotežnom položaju prema slici. Pretpostavite bezviskozno strujanje vode (nema trenja u kontaktu s pločom!), te da je hvatište sile mlaza na ploču u točki B. Odredite protok Q kroz mlaznicu. Zadano je: $H = 40\text{cm}$, $L = 80\text{cm}$, $\alpha = 30^\circ$. (20 bodova)



4. Nepropusna pregrada zanemarive debljine dijeli vodonosnik sa slobodnim vodnim licem na dva dijela s istim karakteristikama. U vodonosnik ($k = 0,001$ m/s) su postavljena četiri potpuna zdenca, po dva sa svake strane nepropusne pregrade. Debljina vodonosnog sloja iznad nepropusne podine prije početka crpljenja iznosi $H_0 = 20$ m, međusobne udaljenosti zdenaca definirane su na slici. Iz zdenaca se crpe količine $Q_1 = Q_3 = 0,01\text{m}^3/\text{s}$, $Q_2 = Q_4 = 0,012\text{m}^3/\text{s}$. Potrebno je odrediti sniženje u zdencu 1 ako je radijus utjecaja zdenaca $R = 500$ m, a radijus zdenaca $r_0 = 0.25$ m. $L = 50$ m. (20 bodova)

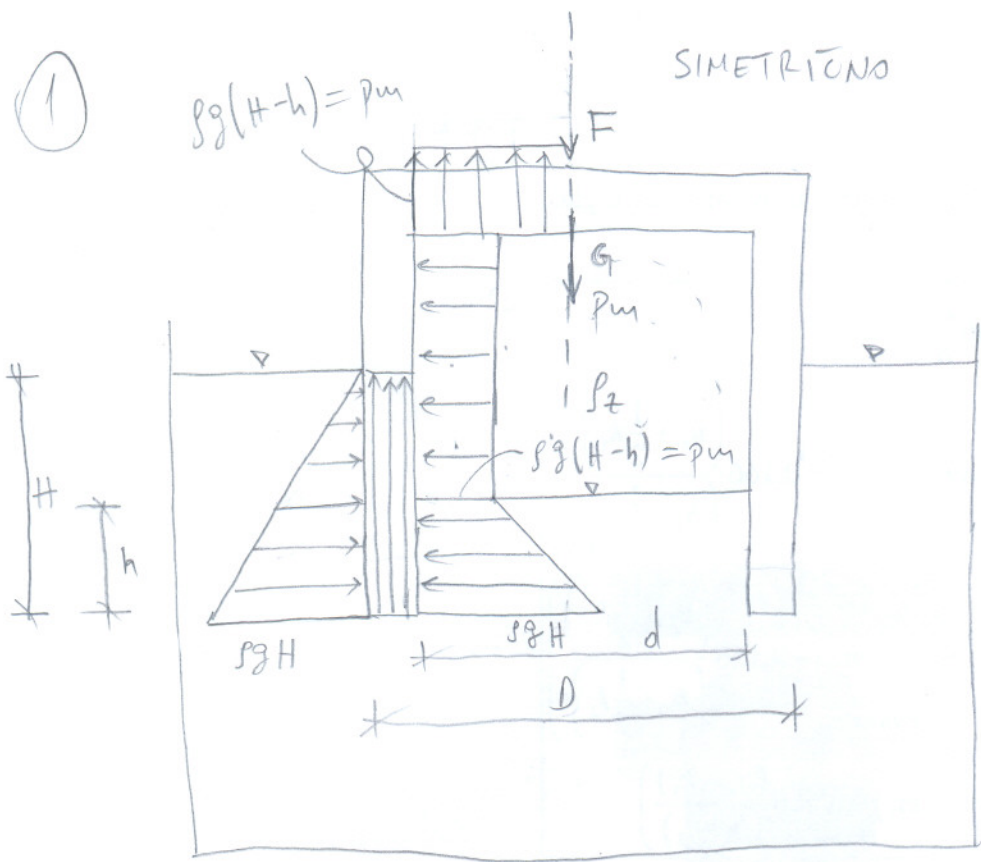


Teorija (15 bodova)

1. Objasnite riječima i grafički Arhimedov zakon.
2. Objasnite razliku između jednolikog i nejednolikog strujanja te između stacionarnog i nestacionarnog strujanja?
3. Objasnite dva osnovna režima strujanja tekućine.
4. Objasnite riječima i grafički što je to Pitot cijev, a što Prandtl-Pitot cijev?

1

SIMETRICO



$$p_m = \rho g (H-h) = 9,81 (0,5 - 0,2) = 2,94 \text{ kPa}$$

$$F + G = 0$$

$$F = 2,94 \cdot \frac{d^2 \pi}{4} + \rho g H \left(\frac{D^2 \pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4} \right) - mg$$

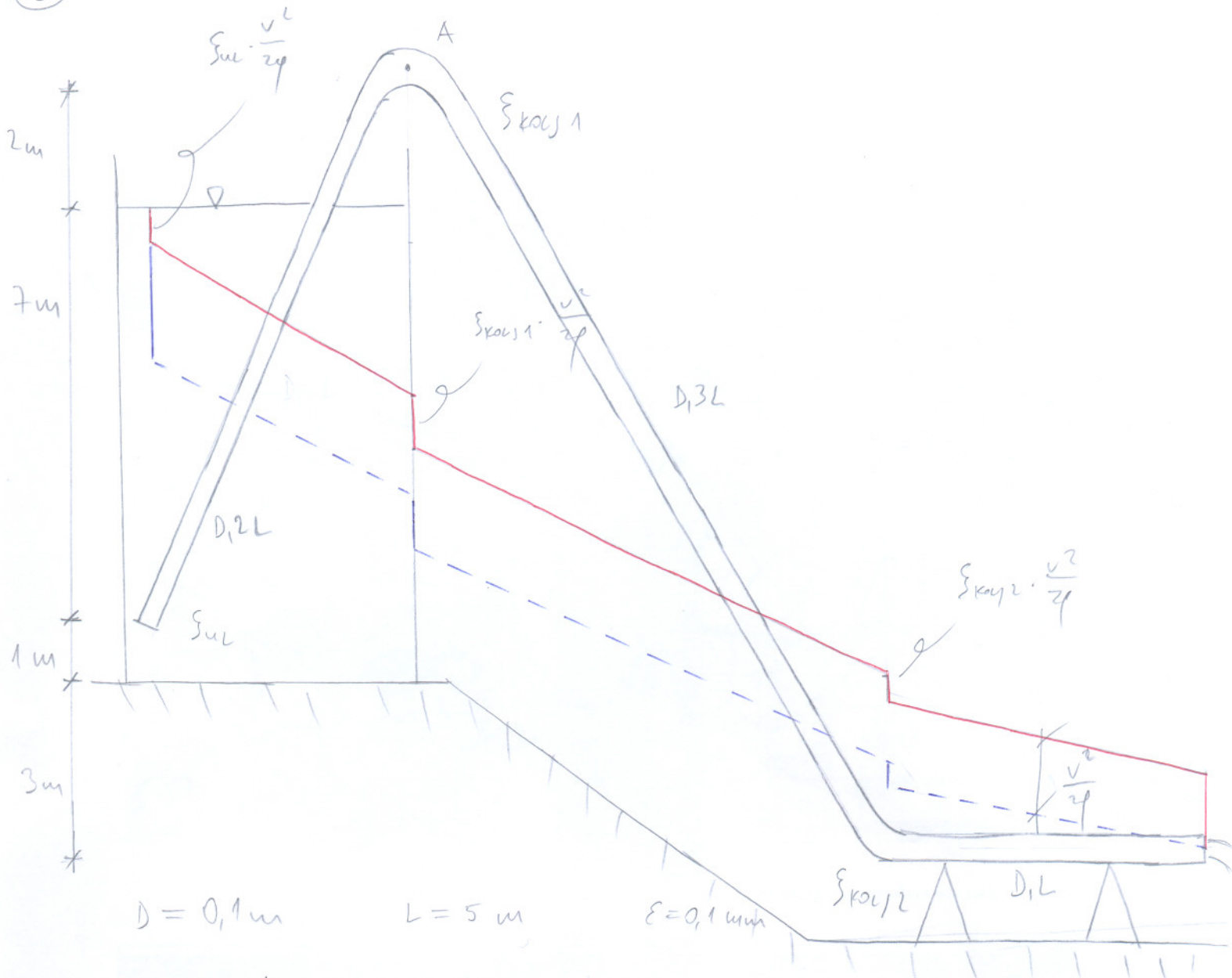
$$F = 2,94 \cdot \frac{0,6^2 \pi}{4} + \rho g \cdot 0,5 \left(\frac{0,8^2 \pi}{4} - \frac{0,6^2 \pi}{4} \right) - \frac{100 \cdot 9,81}{1000}$$

$$F = 2,94 \cdot 0,283 + 4,905 (0,503 - 0,283) - 0,981$$

$$F = 1,91 - 0,981$$

$$F = 0,93 \text{ kN}$$

2



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

$$4 + 7 = \frac{v^2}{2g} \left(\xi_{\text{ul}} + \xi_{\text{kolj1}} + \xi_{\text{kolj2}} + \lambda \cdot \frac{6L}{D} + 1 \right)$$

$$11 = \frac{v^2}{2g} \left(0,5 + 0,7 + 0,3 + 0,02 \cdot \frac{30}{0,1} + 1 \right)$$

$$11 = 8,5 \cdot \frac{v^2}{2g} \rightarrow \frac{v^2}{2g} = 1,294 \rightarrow v = 5,09 \text{ m/s}$$

MAKSIMALNO SNIŽENJE:

Maksimalno sniženje d će se dostići kada u tački A bude do vakuma (maksimalnog pritiska)

$$1) \quad 2 + d + \frac{v^2}{2g} \left(0,5 + 0,02 \cdot \frac{10}{0,1} + 0,7 \right) = \frac{\text{Potum}}{\rho g} \quad 1 \text{ bar}$$

$$2) \quad 11 - d = \frac{v^2}{2g} \cdot 8,5 \quad \rightarrow \quad \frac{v^2}{g} = \frac{11 - d}{8,5}$$

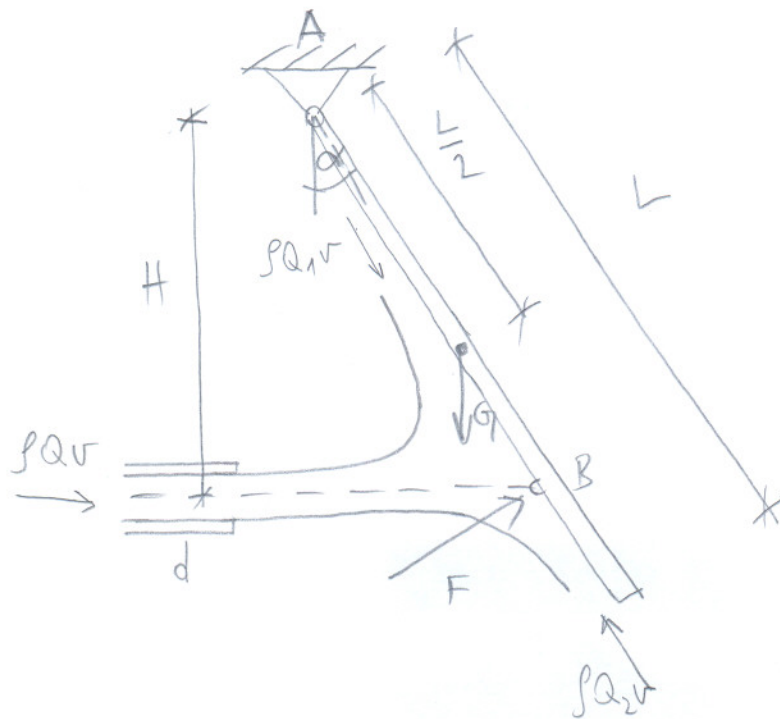
$$1) \quad 2 + d + \frac{11 - d}{8,5} \cdot 4,2 = 10,19$$

$$2 + d + 5,44 - 0,49d = 10,19$$

$$0,51d = 2,75$$

$$d = 5,39 \text{ m}$$

3



SKRAĆENI POSTUPAK

$$\sum M_{(A)} = 0$$

$$\rho Q_1 v \cdot H = G \cdot \sin 30 \cdot \frac{L}{2}$$

$$\rho A v^2 \cdot H = G \cdot \sin 30 \cdot \frac{L}{2}$$

$$\rho \frac{d^2 \pi}{4} v^2 \cdot H = G \cdot \sin 30 \cdot \frac{L}{2}$$

$$1000 \cdot 0,00196 \cdot v^2 \cdot 0,4 = 98,1$$

$$0,7854 v^2 = 98,1$$

$$v^2 = 124,9$$

$$v = 11,176 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}$$

Rotacijski poljeq → $\sum M_A = 0$

$F \cdot k_F = G \cdot k_G$ (F okomito na ploču jer se traže zamenaraje)

$$F \cdot \frac{H}{\cos \alpha} = m \cdot g \cdot \frac{L}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$F \cdot \frac{0,4}{\cos 30^\circ} = 50 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot \sin 30^\circ$$

$$F = \frac{\cancel{91}^{98,1}}{0,46} = \cancel{197}^{213,3} \text{ N}$$

Suma sila od kolonice gibanja

$$1) F \cdot \cos \alpha = \rho Q_1 v + \rho Q_1 v \cdot \sin \alpha - \rho Q_2 v \cdot \sin \alpha$$

$$2) F \cdot \sin \alpha = \rho Q_2 v \cdot \cos \alpha - \rho Q_1 v \cdot \cos \alpha$$

$$F \cdot \sin \alpha = \rho v \cos \alpha (Q_2 - Q_1)$$

$$Q_2 - Q_1 = \frac{F \cdot \sin \alpha}{\rho v \cdot \cos \alpha}$$

$$1) F \cdot \cos \alpha = \rho Q v - \rho v \sin \alpha (Q_2 - Q_1)$$

$$F \cdot \cos \alpha = \rho Q v - \cancel{\rho v \sin \alpha} \cdot \frac{F \cdot \sin \alpha}{\cancel{\rho v \cos \alpha}}$$

$$F \cdot \cos^2 \alpha + F \cdot \sin^2 \alpha = \cos \alpha \cdot \rho \cdot Q \cdot \frac{4Q}{d^2 \pi}$$

$$Q^2 = \frac{F (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \cdot d^2 \pi}{\cos \alpha \cdot \rho \cdot 4} = \frac{F \cdot d^2 \pi}{\cos \alpha \cdot \rho \cdot 4}$$

$$Q^2 = \frac{\cancel{197}^{213,3} \cdot 0,05^2 \pi}{\cos 30^\circ \cdot 1000 \cdot 4} = \cancel{0,000497}$$

0,000484

$$Q = \cancel{0,021} \text{ m}^3/\text{s}$$

0,022

Analitička rešenja: (preporuča se)

izračunato:

F=213,3 N

ocitano:

$$\rho Q v = \cancel{236} \text{ N}$$

256 N

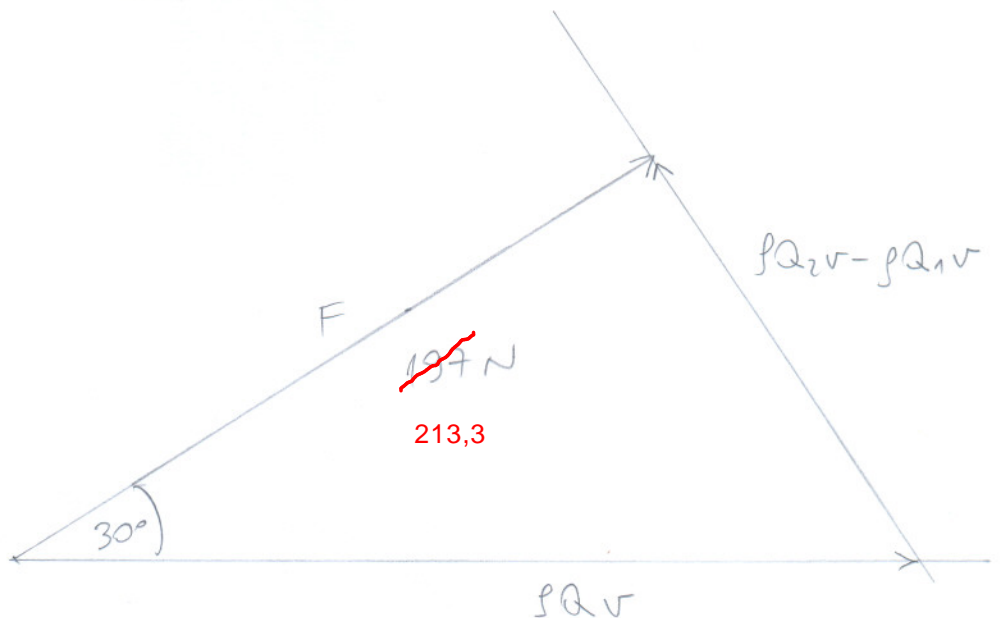
$$\rho Q \cdot \frac{4Q}{d^2 \pi} = \cancel{236}$$

256

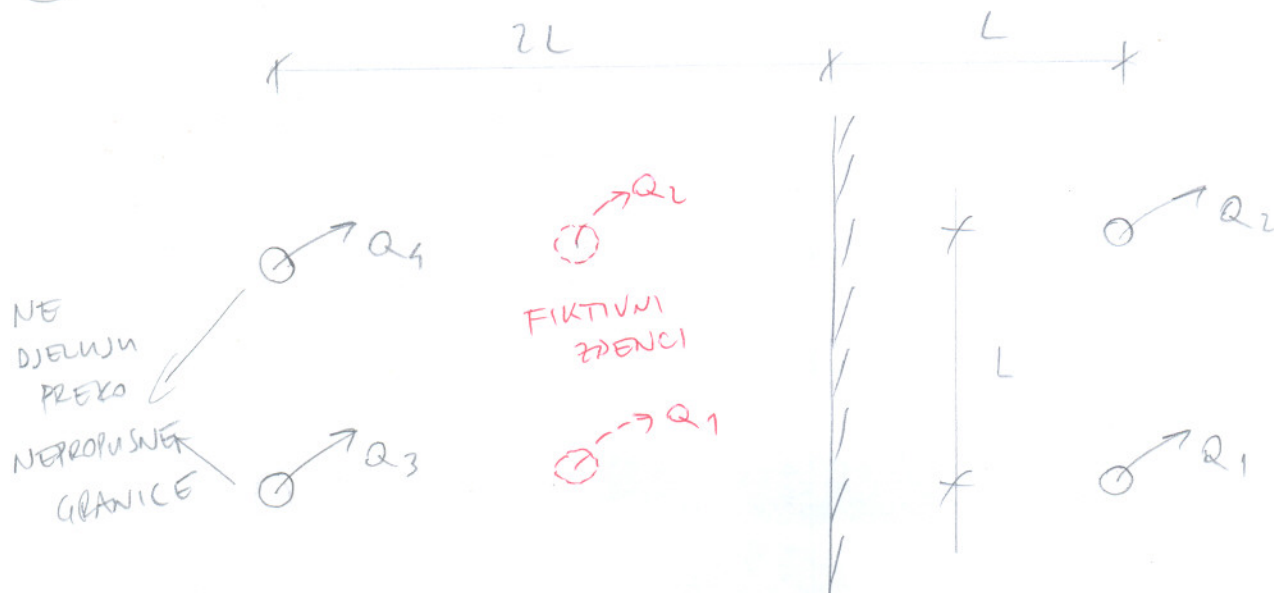
$$Q = \sqrt{\frac{\cancel{236}^{256} \cdot d^2 \pi}{4 \rho}}$$

$$Q = \cancel{0,021} \text{ m}^3/\text{s}$$

0,022



4



Suštencije u zdenicu 1 ??

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \frac{Q_1}{2\pi} \ln \frac{R}{r_0} + \frac{Q_2}{2\pi} \ln \frac{R}{L} + \frac{Q_2}{2\pi} \ln \frac{R}{\sqrt{5}L} + \frac{Q_1}{2\pi} \ln \frac{R}{2L} \\ &= \frac{Q_1}{2\pi} \left(\ln \frac{R}{r_0} + \ln \frac{R}{2L} \right) + \frac{Q_2}{2\pi} \left(\ln \frac{R}{L} + \ln \frac{R}{\sqrt{5}L} \right) \\ &= \frac{0,01}{2\pi} \left(\ln \frac{500}{0,25} + \ln \frac{500}{100} \right) + \frac{0,012}{2\pi} \left(\ln \frac{500}{50} + \ln \frac{500}{\sqrt{5} \cdot 50} \right) \\ &= 0,0016 \cdot 9,21 + 0,0019 \cdot 3,8 \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$$k \cdot \left(\frac{H_0^2 - h_1^2}{2} \right) = 0,022$$

$$H_0^2 - h_1^2 = \frac{0,022 \cdot 2}{0,001} = 44$$

$$h_1 = \sqrt{H_0^2 - 44} = \sqrt{20^2 - 44} = 18,87 \text{ m}$$

$$s_1 = H_0 - h_1 = 20 - 18,87 = 1,13 \text{ m} //$$