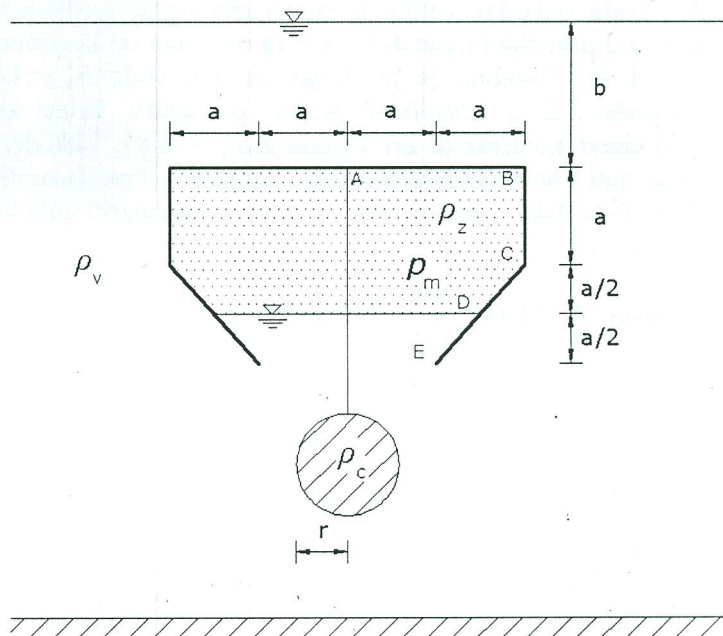


1) Treba odrediti gustoću cilindra ρ_c koji je obješen na posudu u točki A, da bi sustav prikazan na slici bio u ravnoteži. Stjenke posude su zanemarive debljine, a sama posuda zanemarive težine. Nacrtati dijagrame komponenti hidrostatskog tlaka na konturu posude A-E s unutarnje i vanjske strane posude te na cilindar. Sustav je ravninski, odnosno jedinične je duljine.

(20 bodova)

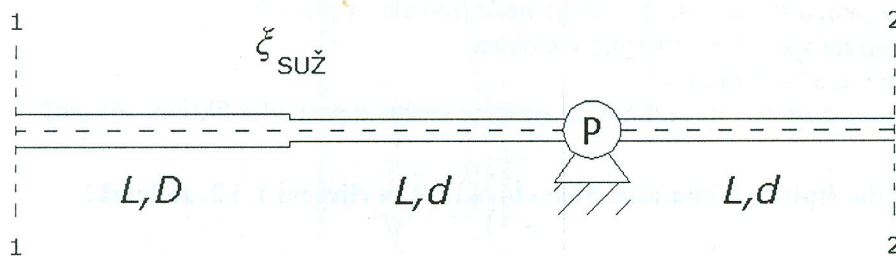
Zadano: $a = 0.8 \text{ m}$; $b = 1.2 \text{ m}$; $r = 0.55 \text{ m}$;
 $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_z = 0 \text{ kg/m}^3$



2) Na slici je prikazan dio cjevovoda između presjeka 1-1 i 2-2. Tlak u presjeku 1-1 iznosi $p_1 = 200 \text{ kPa}$. Potrebno je odrediti snagu instalirane pumpe N_p da bi se u presjeku 2-2 postigao tlak $p_2 = 800 \text{ kPa}$. Protok kroz sustav iznosi $Q = 70 \text{ l/s}$. Gubitak energije na suženju je funkcija nizvodne brzine. Režim strujanja u cjevovodu je potpuno turbulentan ($\lambda_D = f(\epsilon/D)$; $\lambda_d = f(\epsilon/d)$). Nacrtati energetska i piezometarska linija od presjeka 1-1 do 2-2.

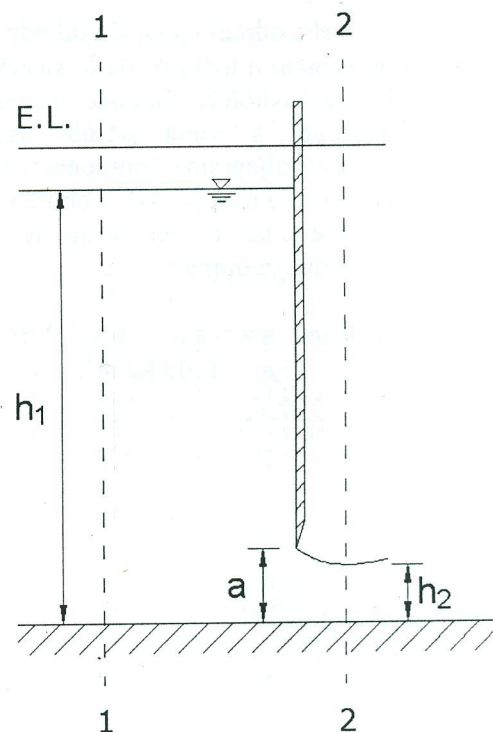
(25 bodova)

Zadano: $D = 300 \text{ mm}$; $d = 200 \text{ mm}$; $L = 50 \text{ m}$; $\zeta_{\text{suž}} = 0,3$; $\epsilon = 0.5 \text{ mm}$; $\eta_p = 0.7$



3) Voda slobodno istječe iz rezervoara ispod vertikalne, oštrobridne ustave u pravokutni kanal. Ustava je odignuta od horizontalnog dna za $a = 1$ m. Potrebno je izračunati dubinu vode h_2 u kontrahiranom presjeku 2-2 te specifični protok po metru širine ako je zadan koeficijent kontrakcije pri istjecanju $c_c = 0.85$. Također je potrebno izračunati i horizontalnu silu vode na ustavu. Pretpostaviti hidrostatsku raspodjelu tlaka u presjecima 1-1 i 2-2 te zanemariti gubitke energije pri istjecanju.

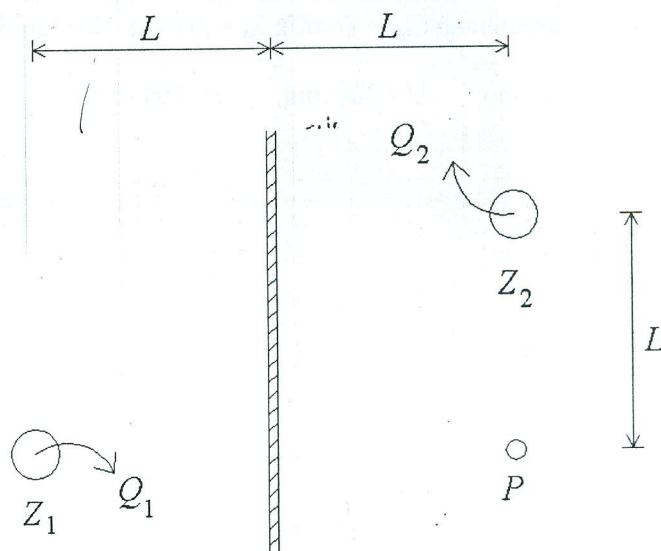
20 bodova

Zadano: $h_1 = 6$ m; $\rho_v = 1000$ kg/m³

4) Potpuni zdeneci Z_1 i Z_2 promjera $D = 0,4$ m, izbušeni su u vodonosniku sa slobodnim vodnim licem s različitih strana vertikalne nepropusne granice. Potrebno je odrediti sniženje vodnog lica u zdenцу Z_1 i piezometru P pri crpljenju protoka $Q_1 = Q_2 = 0,03$ m³/s iz zdenaca.

(20 bodova)

Zadano je:

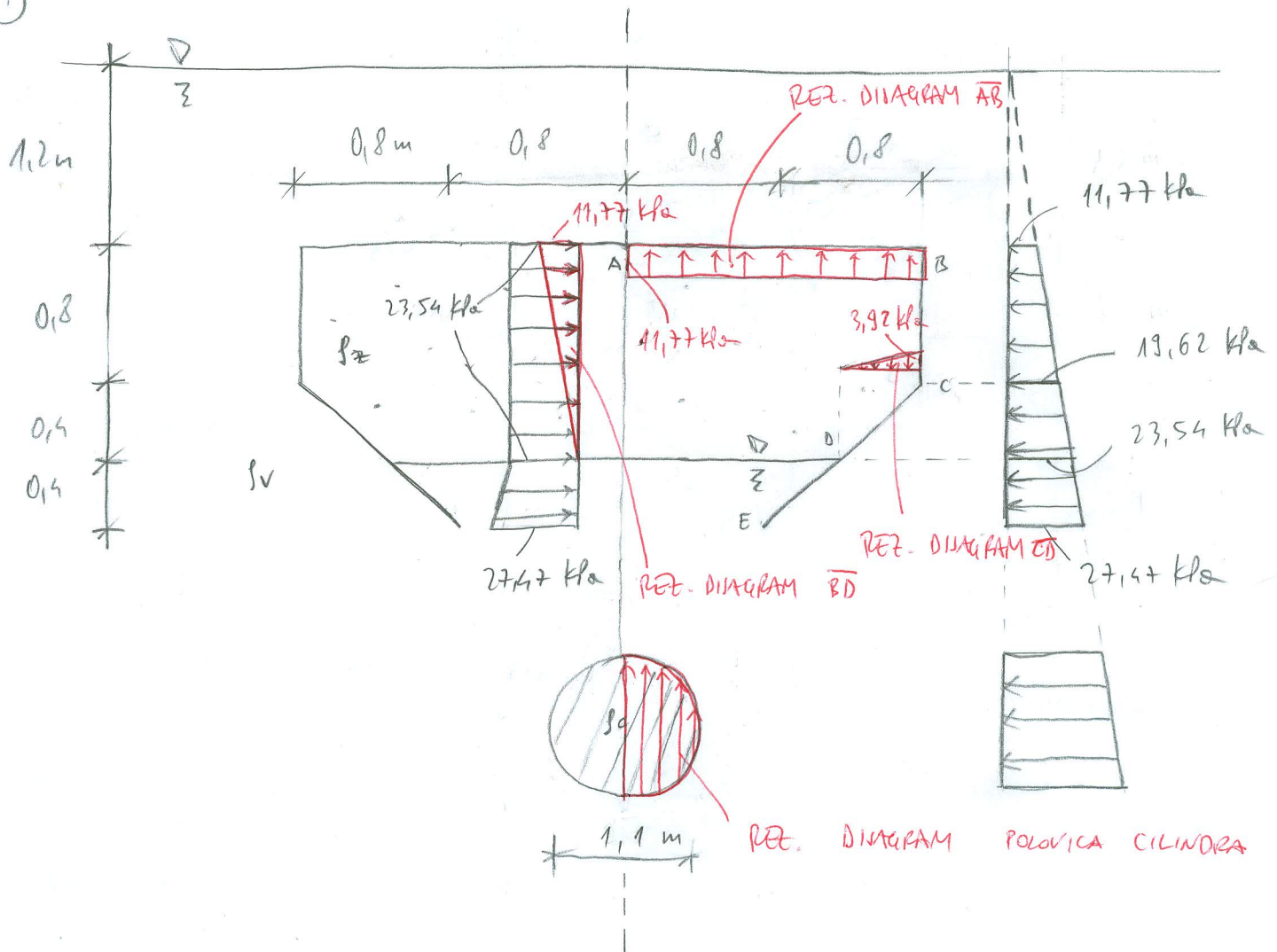
 $L = 30$ m; $H_0 = 20$ m; $k = 0.0015$ m/s (koeficijent vodopropusnosti tla); $R = 400$ m (radijus utjecaja zdenaca)

Teorija: (15 bodova)

1. Što je to izotropno, a što anizotropno polje neke fizikalne veličine?
2. Skicirajte dijagram specifične energije vodotoka.
3. Što je trajektorija, a što strujnica?
4. Zašto se i gdje kod zdenca uz vodotok za rješenje sniženja postavlja fiktivni zdenac?

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

1



$$p_D = \rho_v \cdot g \cdot h_D = 1 \cdot 9,81 \cdot 2,4 = 23,54 \text{ kPa}$$

$$p_A^u = p_B^u = p_C^u = p_D^u = 23,54 \text{ kPa} \quad (\text{UNUTAR POSUDE})$$

$$p_A^v = p_B^v = \rho_v \cdot g \cdot h_A = 1 \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 11,77 \text{ kPa} \quad \left. \vphantom{p_A^v} \right\} (\text{VAN POSUDE})$$

$$p_C^v = \rho_v \cdot g \cdot h_C = 1 \cdot 9,81 \cdot 2 = 19,62 \text{ kPa}$$

$$p_D^v = p_D^u = 23,54 \text{ kPa}$$

$$p_E^u = p_E^v = 27,47 \text{ kPa}$$

$$\sum F_y = 0$$

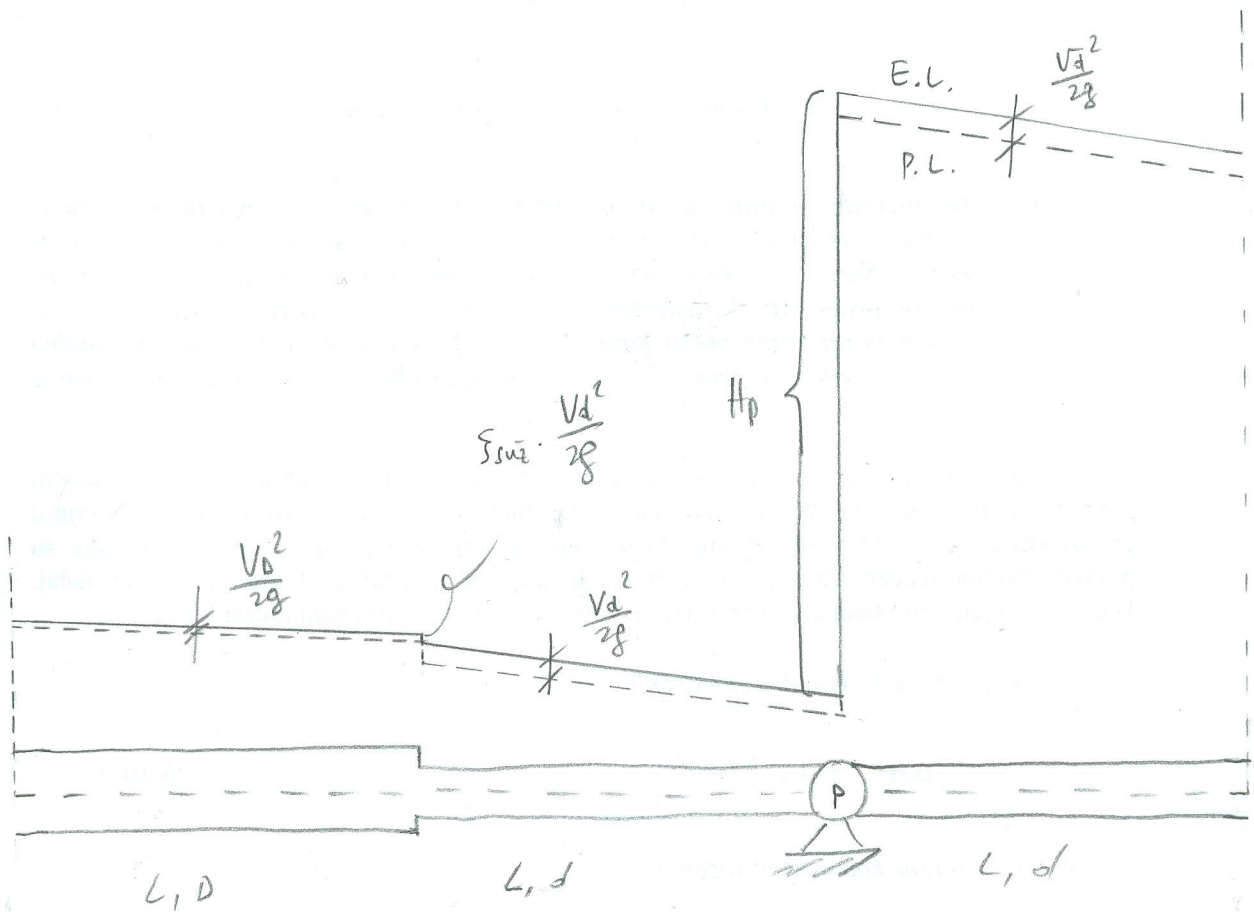
$$(p_A^u - p_A^v) \cdot 3,2 \cdot 1 - \left((p_C^u - p_C^v) \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 1 \right) \cdot 2 + \rho_v \cdot g \cdot 0,55^2 \pi \cdot 1 - \rho_c \cdot g \cdot 0,55^2 \pi \cdot 1$$

$$11,77 \cdot 3,2 - 3,92 \cdot 0,4 + 9,32 - \rho_c \cdot 9,32 = 0$$

$$\rho_c = 4,873 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\sum F_x = 0 \quad (\text{simetrija})$$

2



$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,5}{300} = 0,0017 \rightarrow \lambda_D = 0,022$$

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0,5}{200} = 0,0025 \rightarrow \lambda_d = 0,025$$

$$V_D = \frac{4Q}{D^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,07}{0,3^2\pi} = 0,99 \text{ m/s} \rightarrow \frac{V_D^2}{2g} = 0,05 \text{ m}$$

$$V_d = \frac{4Q}{d^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,07}{0,2^2\pi} = 2,23 \text{ m/s} \rightarrow \frac{V_d^2}{2g} = 0,25 \text{ m}$$

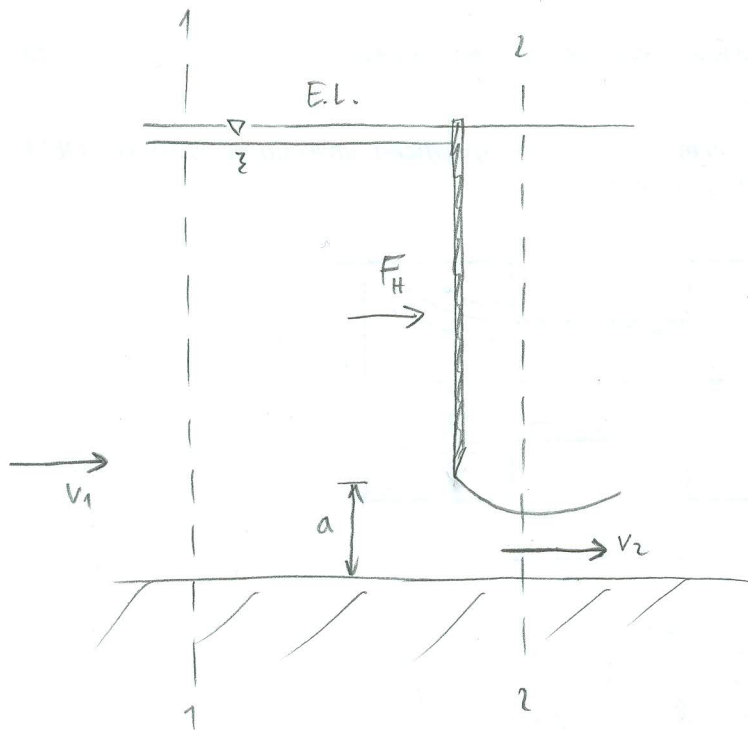
$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_D^2}{2g} + H_p = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_d^2}{2g} + \frac{V_D^2}{2g} \cdot \lambda_D \frac{L}{D} + \frac{V_d^2}{2g} \left(\sum s_{uz} + \lambda_d \frac{2L}{d} \right)$$

$$20,39 + 0,05 + H_p = 81,55 + 0,25 + 0,18 + 0,08 + 3,13$$

$$H_p = 64,75 \text{ m}$$

$$N_p = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_p}{\eta_p} = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 0,07 \cdot 64,75}{0,7} = 63,52 \text{ kW}$$

3



$$h_1 = 6 \text{ m} ; \quad a = 1 \text{ m}$$

$$h_2 = a \cdot c_c = 1 \cdot 0,85 = 0,85 \text{ m}$$

$$\text{B.J.} \quad h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{J.K.} \quad h_1 \cdot v_1 = h_2 \cdot v_2 \rightarrow v_2 = \frac{h_1 \cdot v_1}{h_2} = 7,06 v_1$$

$$6 + \frac{v_1^2}{2g} = 0,85 + \frac{7,06^2 \cdot v_1^2}{2g}$$

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{6 - 0,85}{49,84 - 1} = 0,105 \text{ m} \rightarrow v_1 = \underline{\underline{1,44 \text{ m/s}}}$$
$$v_2 = \underline{\underline{10,17 \text{ m/s}}}$$

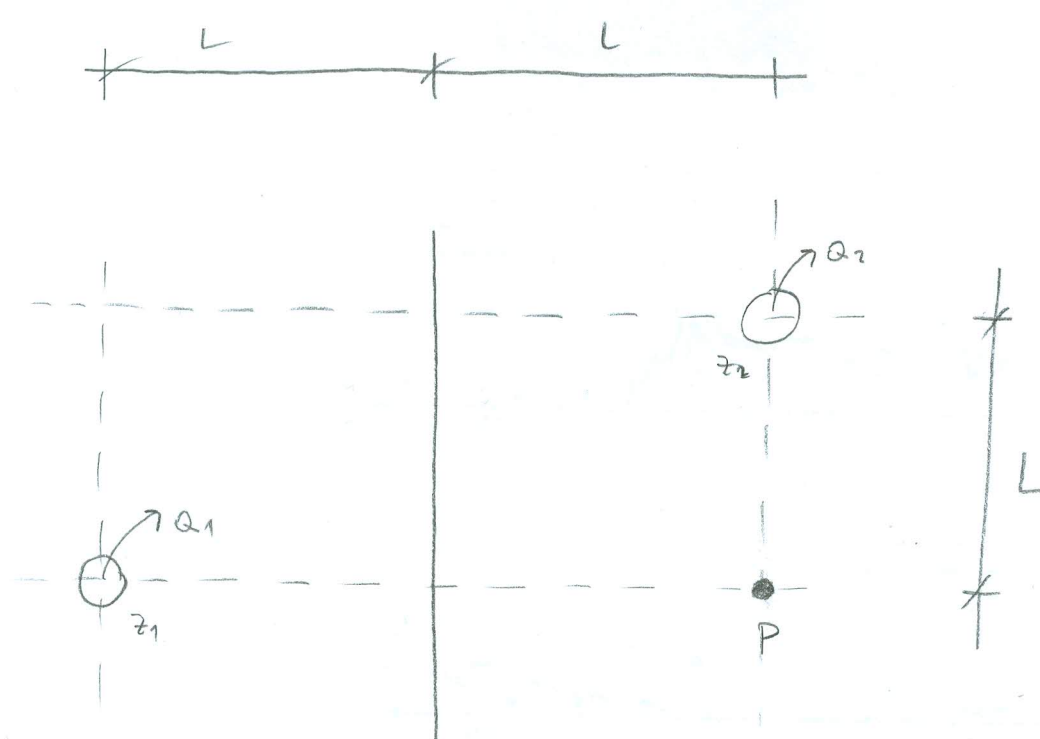
$$q = v_1 \cdot h_1 = v_2 \cdot h_2 = \underline{\underline{8,64 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}}}$$

$$F_H = \rho q v_1 + \rho g h_1^2 \cdot \frac{1}{2} - \rho q v_2 - \rho g h_2^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_H = 12,44 + 176,58 - 87,87 - 3,54$$

$$F_H = \underline{\underline{97,61 \text{ kN/m}}}$$

4



$$Q_1 = Q_2 = 0,03 \text{ m}^3/\text{s} = Q$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$H_0 = 20 \text{ m}$$

$$k = 0,0015 \text{ m/s}$$

$$R = 400 \text{ m}$$

$$r_0 = 0,2 \text{ m}$$

$$s_p = ? \quad s_{z1} = ?$$

$$\Delta\phi_p = \frac{Q}{2\pi} \left(\ln \frac{R}{L} + \ln \frac{R}{\sqrt{L^2 + (2L)^2}} \right) = 0,021$$

$$k \cdot \frac{(H_0^2 - h_p^2)}{2} = 0,021 \rightarrow h_p = \sqrt{H_0^2 - \frac{0,014 \cdot 2}{0,0015}} = 19,29 \text{ m}$$

$$s_p = H_0 - h_p = 20 - 19,29 = 0,71 \text{ m}$$

$$\Delta\phi_{z1} = \frac{Q}{2\pi} \left(\ln \frac{R}{r_0} + \ln \frac{R}{2L} \right) = 0,045$$

$$k \cdot \frac{(H_0^2 - h_{z1}^2)}{2} = 0,045 \rightarrow h_{z1} = \sqrt{H_0^2 - \frac{0,036 \cdot 2}{0,0015}} = 18,44 \text{ m}$$

$$s_{z1} = H_0 - h_{z1} = 20 - 18,44 = 1,56 \text{ m}$$