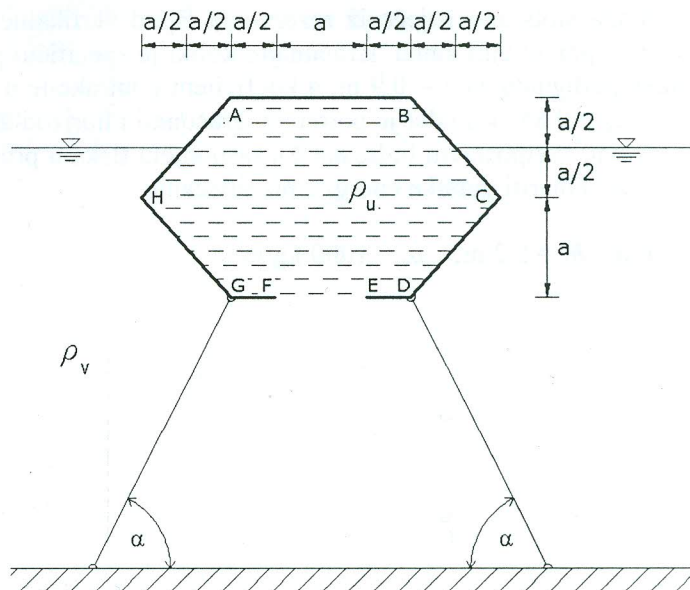


1) Plutača s otvorom na dnu je ispunjena uljem gustoće $\rho_u = 700 \text{ kg/m}^3$, uronjena u vodu gustoće $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ te za dno privezana dvama konopcima kao na slici. Stjenke plutače su zanemarive debljine, a sama plutača zanemarive težine. Odrediti vrijednost sile u svakom konopcu. Nacrtati rezultantne dijagrame horizontalnih i vertikalnih komponenti hidrostatskog tlaka na dijelove konture posude A-B-C i H-G-F. Odrediti ukupnu horizontalnu i vertikalnu komponentu hidrostatske sile na dio konture A-B-C. Sustav je ravninski, odnosno jedinične je širine.

(20 bodova)

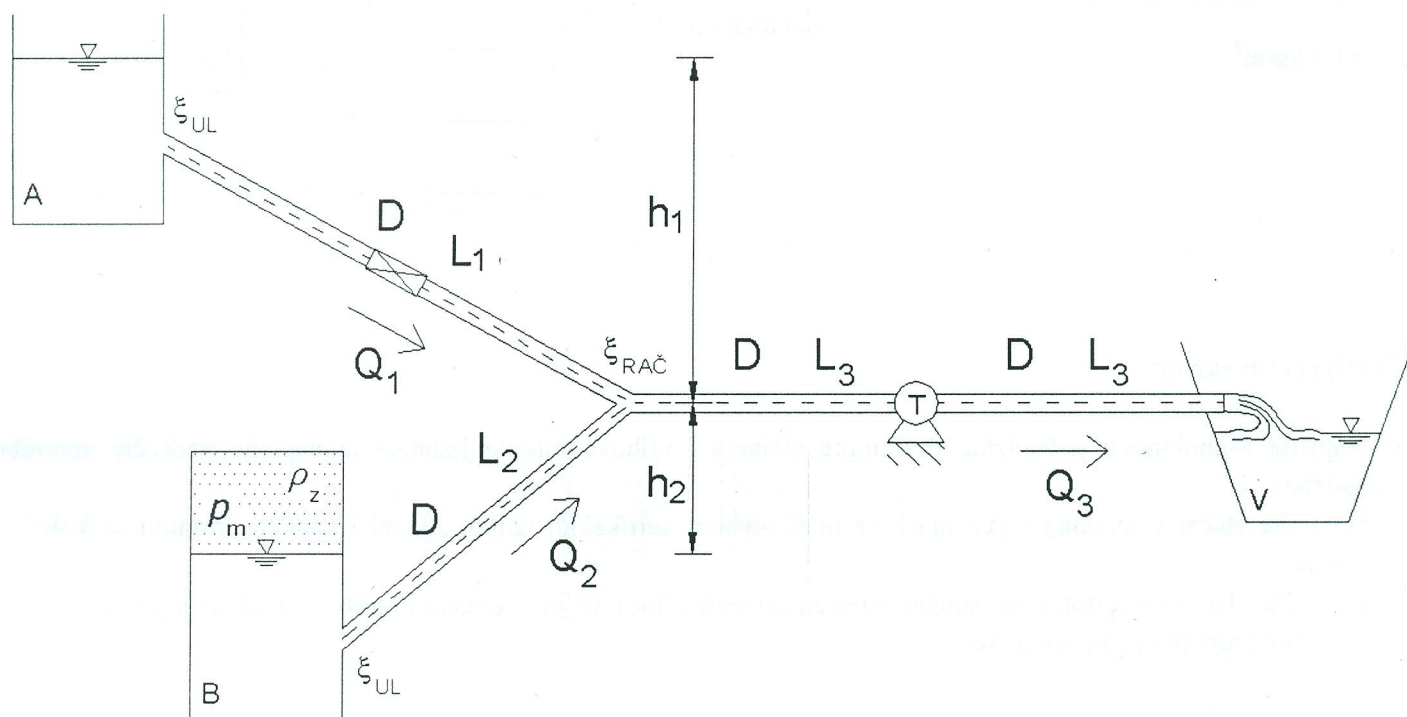
Zadano: $a = 2.6 \text{ m}$; $\alpha = 55^\circ$



2) Odredite potrebnu vrijednost tlaka p_m u rezervoaru B i snagu instalirane turbine u cijevi 3 pri tlačnoj visini turbine od $H_T = 55 \text{ m}$. Na cijevi 1 postavljen je elektromagnetski mjerac protoka koji mjeri $Q_1 = 0.213 \text{ m}^3/\text{s}$. Gubitak energije na račvi je funkcija nizvodne brzine. Režim strujanja u cjevovodu je potpuno turbulentan ($\lambda_D = f(\varepsilon/D)$). Nacrtati energetska i piezometarska linija za sve tri cijevi od rezervoara A i B do slobodnog istjecanja u vodotok V.

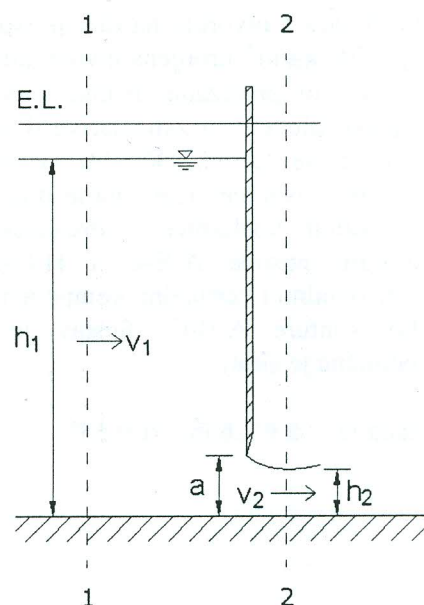
(25 bodova)

Zadano: $D = 300 \text{ mm}$; $L_1 = 120 \text{ m}$; $L_2 = 80 \text{ m}$; $L_3 = 60 \text{ m}$; $h_1 = 105 \text{ m}$; $h_2 = 40 \text{ m}$;
 $\xi_{UL} = 0,5$; $\xi_{RAC} = 0,4$; $\varepsilon = 0.24 \text{ mm}$; $\eta_T = 0.65$



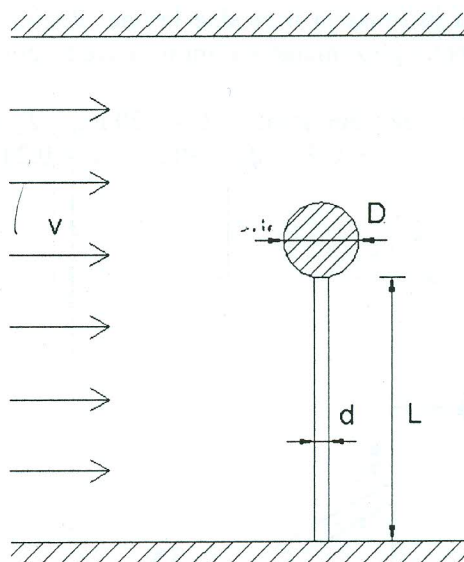
3) Voda slobodno istječe iz rezervoara ispod vertikalne, oštrobridne ustave u pravokutni kanal. Izračunajte koliki je specifični protok ako je ustava podignuta za $a = 0.9$ m, a koeficijent kontrakcije u presjeku 2-2 iznosi $c_c = 0.85$. Također je potrebno izračunati i horizontalnu silu vode na ustavu. Pretpostaviti hidrostatsku raspodjelu tlaka u presjecima 1-1 i 2-2 te zanemariti gubitke energije pri istjecanju.

(20 bodova)

Zadano: $h_1 = 5.2$ m; $\rho_v = 1000$ kg/m³

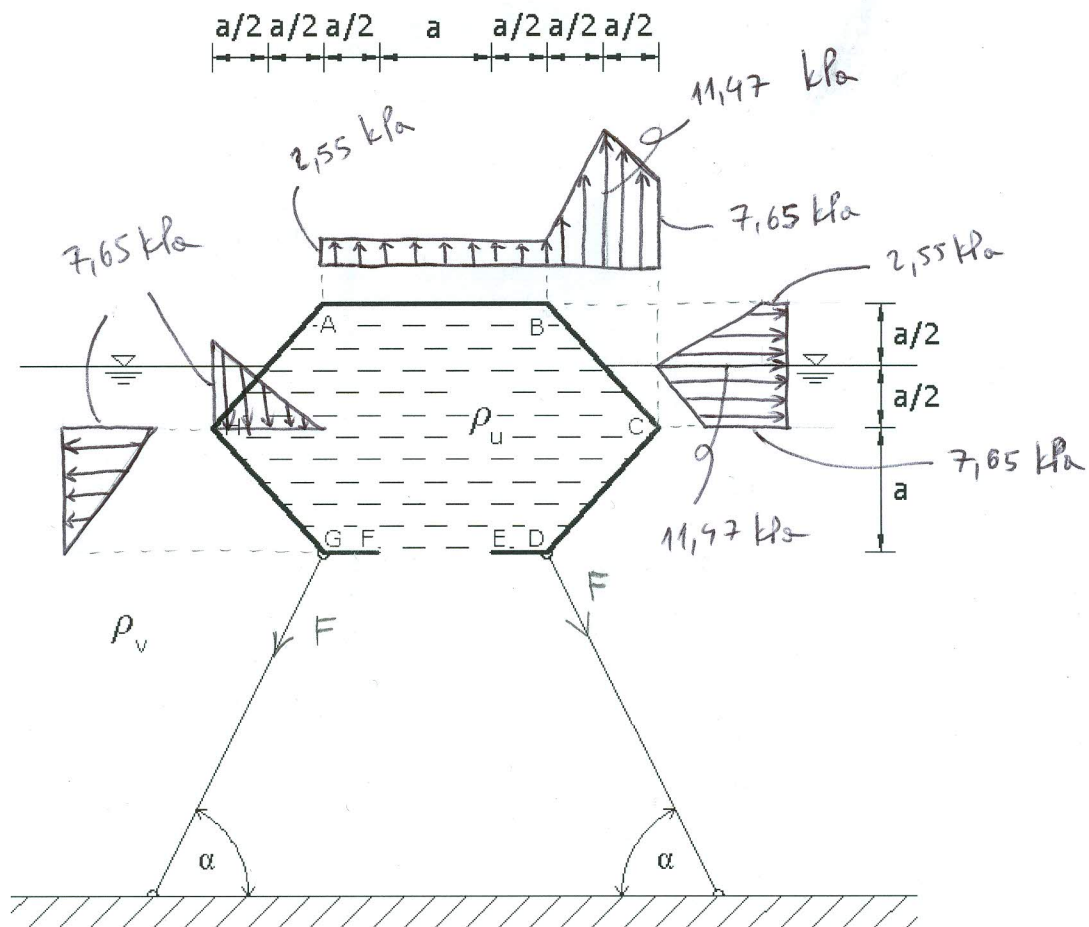
4) Kugla promjera $D = 220$ mm, postavljena je u vjetrovni tunel i učvršćena na cilindrični stup duljine $L = 800$ mm i promjera $d = 25$ mm. Nakon što je uključen ventilator, postignuta je brzina vjetra od $v = 11$ m/s. U upetom ležaju na dnu stupa registrirana je reaktivna horizontalna sila od 2.3 N. Potrebno je odrediti koeficijent otpora oblika kugle C_K za zadanu situaciju. Koeficijent otpora oblika cilindričnog stupa je poznat i iznosi $C_S = 0.6$. Potrebno je odrediti i reaktivni moment savijanja u upetom ležaju stupa.

(20 bodova)

 $\rho_z = 1.2$ kg/m³**Teorija** (15 bodova):

- Napišite Manningovu jednadžbu, definirajte članove i njihove mjerne jedinice te napišite područje upotrebe jednadžbe.
- Skicirajte slučaj slobodnog istjecanja kroz mali otvor u vertikalnoj tankoj stijenci i napišite formulu za količinu istjecanja.
- Skicirajte zdenac uz vodotok te napišite izraz za sniženje u proizvoljnoj točki koju treba naznačiti na crtežu.
- Objasnite Dupuitove pretpostavke.

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



UNUTAR PLUTAČE

$$P_{D,E,F,G} = P_{A,B}^u + \rho_u \cdot g \cdot 2a = \rho_v \cdot g \cdot \frac{3a}{2}$$

$$P_{A,B}^u = 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{3 \cdot 2,6}{2} - 0,7 \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot 2,6 = 2,55 \text{ kPa}$$

$$P_{C,H}^u = P_{A,B}^u + \rho_u \cdot g \cdot a = 2,55 + 0,7 \cdot 9,81 \cdot 2,6 = 20,40 \text{ kPa}$$

VAN PLUTAČE

$$P_{C,H}^v = \rho_v \cdot g \cdot \frac{a}{2} = 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{2,6}{2} = 12,75 \text{ kPa}$$

$$P_{D,E,F,G}^u = P_{D,E,F,G}^v = \rho_v \cdot g \cdot \frac{3a}{2} = 38,26 \text{ kPa}$$

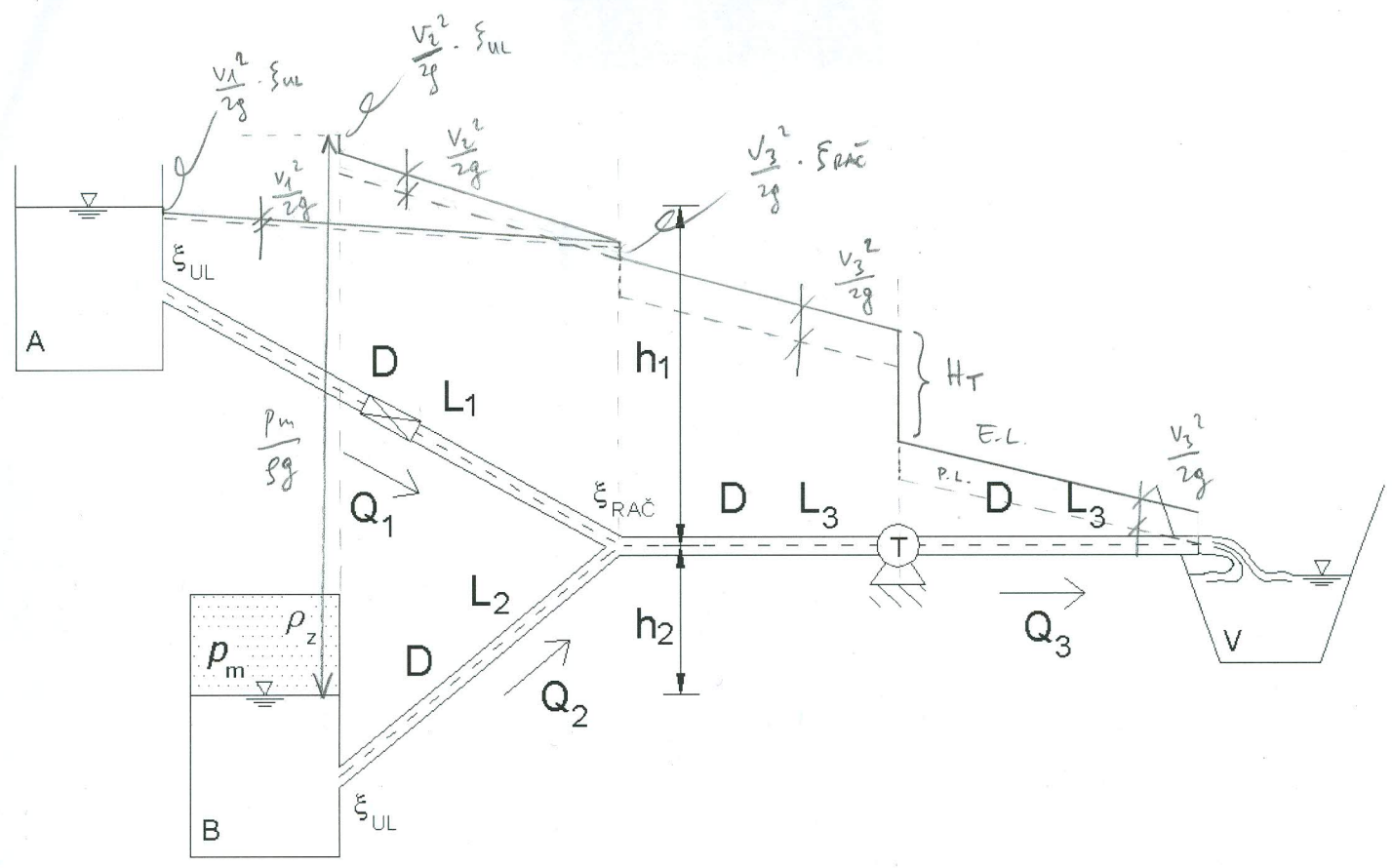
$$F_H^{ABC} = \frac{2,55 + 11,47}{2} \cdot 1,3 + \frac{11,47 + 7,65}{2} \cdot 1,3 = 9,11 + 12,43 = 21,54 \text{ kN/m}$$

$$F_V^{ABC} = 2,55 \cdot 5,2 + \frac{2,55 + 11,47}{2} \cdot 1,3 + \frac{11,47 + 7,65}{2} \cdot 1,3 = 34,80 \text{ kN/m}$$

$$F_V^{\text{UKUPNO}} = \underbrace{(AB)}_{13,26} + \underbrace{(HA+BC)}_{2 \cdot 21,54} - \underbrace{(HG+DC)}_{7,65 \cdot 2,6} = 36,45 \text{ kN/m}$$

$$2 \cdot F \cos 35^\circ = F_V^{\text{UKUPNO}} \rightarrow F = 36,45 / (2 \cdot \cos 35^\circ) = 27,25 \text{ kN/m}$$

2



$$v_1 = \frac{4 \cdot Q_1}{D^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,213}{0,3^2 \pi} = 3,01 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = 0,1463 \text{ m}$$

$$\epsilon/D = 0,24/300 = 0,0008 \rightarrow \lambda = 0,019$$

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} (\xi_{ul} + \lambda \frac{L_1}{D}) + \frac{v_3^2}{2g} (\xi_{RAC} + \lambda \frac{2L_3}{D} + 1) + H_T$$

$$105 = 0,1463 (0,5 + 7,6) + \frac{v_3^2}{2g} (0,4 + 7,6 + 1) + 55$$

$$\frac{v_3^2}{2g} = 5,139 \text{ m} \rightarrow v_3 = 10,09 \text{ m/s} \rightarrow Q_3 = v_3 \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 0,710 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_3 - Q_1 \rightarrow v_2 = v_3 - v_1 = 7,03 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_2^2}{2g} = 2,52 \text{ m}$$

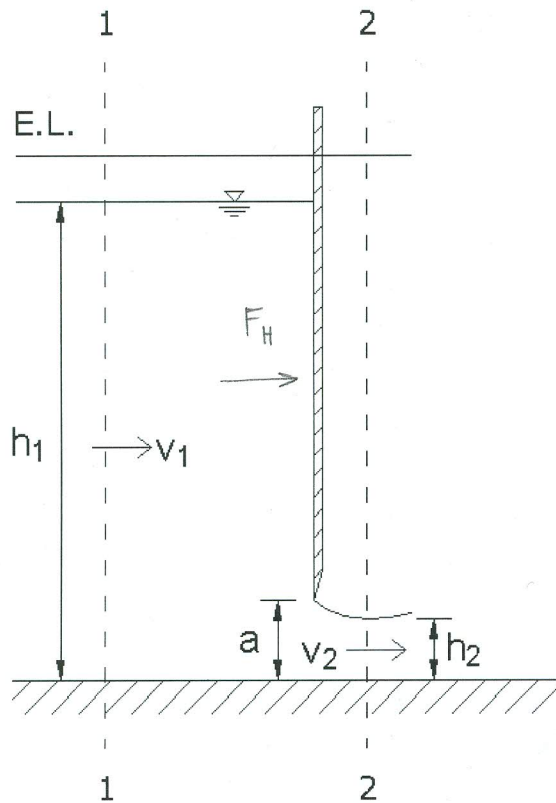
$$-h_2 + \frac{p_m}{\rho g} = \frac{v_2^2}{2g} (\xi_{ul} + \lambda \frac{L_2}{D}) + \frac{v_3^2}{2g} (\xi_{RAC} + \lambda \frac{2L_3}{D} + 1) + H_T$$

$$-40 + \frac{p_m}{\rho g} = 2,52 (0,5 + 5,07) + 5,139 (0,4 + 7,6 + 1) + 55$$

$$\frac{p_m}{\rho g} = 155,29 \text{ m} \rightarrow p_m = 1523,4 \text{ kPa}$$

$$N_T = \eta_T \cdot \rho \cdot g \cdot Q_3 \cdot H_T = 0,65 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot 0,71 \cdot 55 = 249,0 \text{ kW}$$

3



$$h_2 = a \cdot c = 0,9 \cdot 0,85$$

$$h_2 = 0,765 \text{ m}$$

$$1) v_1 \cdot h_1 = v_2 \cdot h_2$$

$$2) h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$1) v_1 = \frac{v_2 \cdot h_2}{h_1} = 0,147 v_2$$

$$2) 5,2 + \frac{(0,147 v_2)^2}{2g} = 0,765 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{4,435 \cdot 2g}{0,978}} = 9,43 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 0,147 \cdot 9,43 = 1,39 \text{ m/s}$$

$$Q = h_1 \cdot v_1 = h_2 \cdot v_2 = 7,2 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

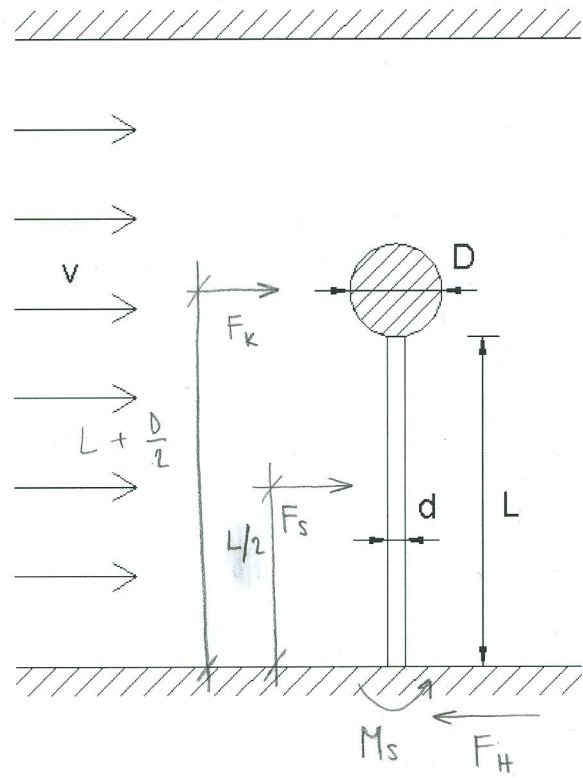
$$F_H = \rho Q v_1 + \rho g h_1^2 \cdot \frac{1}{2} - \rho Q v_2 - \rho g h_2^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1 \cdot 7,2 \cdot 1,39 + 1 \cdot 9,81 \cdot 5,2^2 \cdot \frac{1}{2} - 1 \cdot 7,2 \cdot 9,43 - 1 \cdot 9,81 \cdot 0,765^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 10,01 + 132,63 - 67,90 - 2,87$$

$$= 71,87 \text{ kN/m}$$

4



$$F_H = F_k + F_s$$

$$F_H = \beta_z \cdot C_k \cdot \frac{D^2 \pi}{4} \cdot \frac{v^2}{2} + \beta_z \cdot C_s \cdot d \cdot L \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$2,3 = 1,2 \cdot C_k \cdot \frac{0,22^2 \pi}{4} \cdot \frac{11^2}{2} + 1,2 \cdot 0,6 \cdot 0,025 \cdot 0,8 \cdot \frac{11^2}{2}$$

$$2,3 = 2,76 \cdot C_k + 0,87$$

$$C_k = \frac{2,3 - 0,87}{2,76} = 0,52$$

$$M_s = F_k \cdot \left(L + \frac{D}{2} \right) + F_s \cdot \frac{L}{2}$$

$$M_s = 1,44 \cdot (0,8 + 0,11) + 0,87 \cdot 0,4$$

$$M_s = 1,66 \text{ Nm}$$