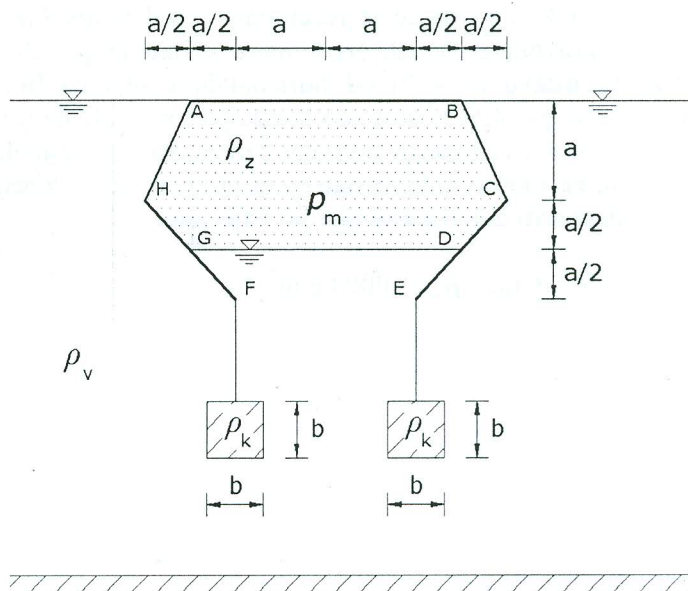


1) Treba odrediti gustoću utega (kvadara) ρ_k koji su obješeni na posudu u točkama E i F, da bi sustav prikazan na slici bio u ravnoteži. Stjenke posude su zanemarive debljine, a sama posuda zanemarive težine. Nacrtati rezultantne dijagrame horizontalnih i vertikalnih komponenti hidrostatskog tlaka na dijelove konture posude A-E te na presjeke utega. Sustav je ravninski, odnosno jedinične je širine.

(20 bodova)

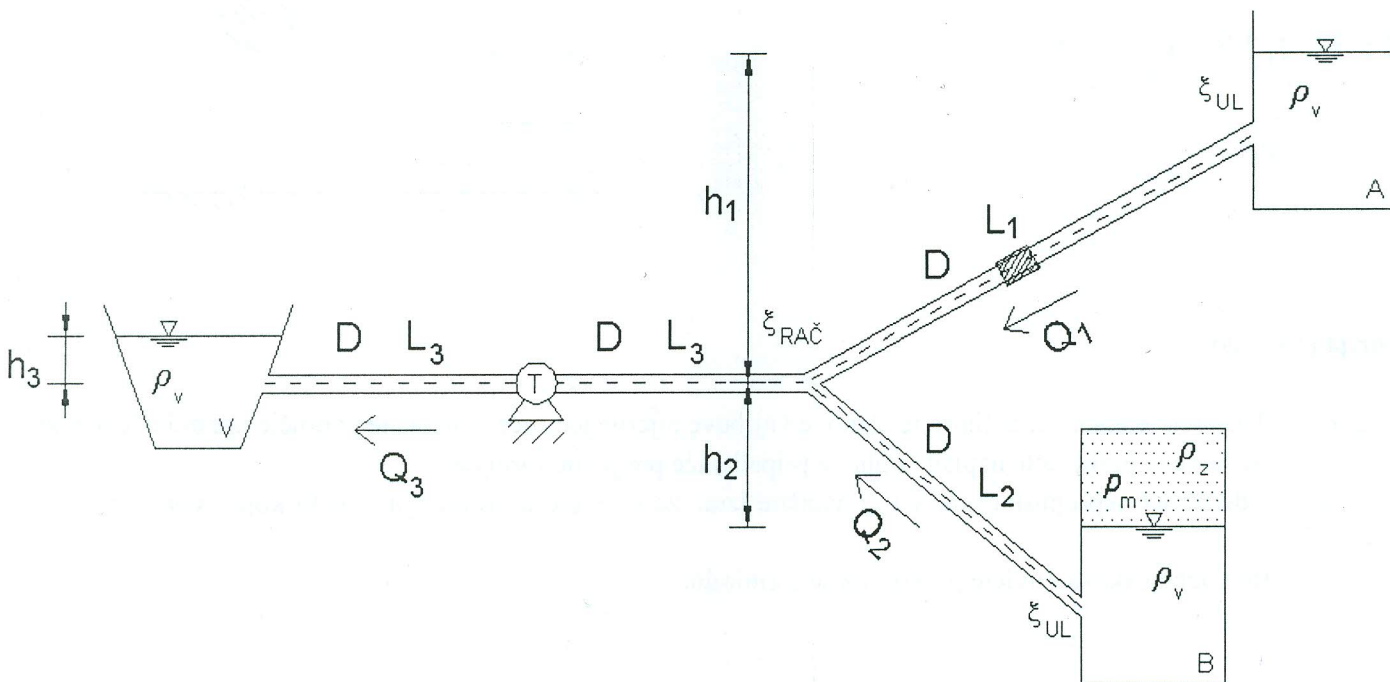
Zadano: $a = 0.8 \text{ m}$; $b = 0.55 \text{ m}$; $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$;
 $\rho_z = 0 \text{ kg/m}^3$



2) Odredite potrebnu vrijednost tlaka p_m u rezervoaru B i koeficijent iskoristivosti turbine η_T da bi turbina instalirana u cijevi 3 postigla snagu od $N_T = 120 \text{ kW}$ pri tlačnoj visini turbine od $H_T = 20 \text{ m}$. Na cijevi 1 postavljen je elektromagnetski mjerač protoka koji mjeri $Q_1 = 0.464 \text{ m}^3/\text{s}$. 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 utjecanja u vodotok V.

(25 bodova)

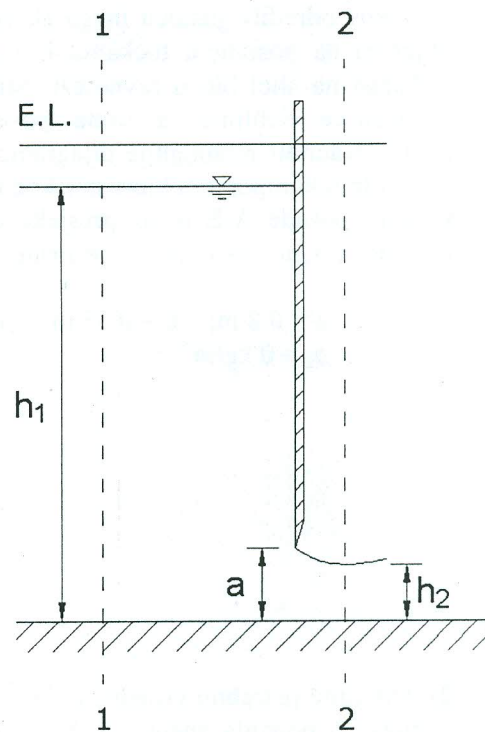
Zadano: $D = 400 \text{ mm}$; $L_1 = 90 \text{ m}$; $L_2 = 50 \text{ m}$; $L_3 = 45 \text{ m}$; $h_1 = 40 \text{ m}$; $h_2 = 18 \text{ m}$; $h_3 = 1.5 \text{ m}$;
 $\zeta_{UL} = 0,5$; $\zeta_{RAČ} = 0,3$; $\varepsilon = 0.5 \text{ mm}$



3) Voda slobodno istječe iz rezervoara ispod vertikalne, oštrobriđne ustave u pravokutni kanal. Izračunajte koliko je potrebno podignuti vertikalnu ustavu ($a = ?$) od horizontalnog dna da bi se ostvarilo istjecanje od $q = 4.5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ ako 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: $h_1 = 6 \text{ m}$; $\rho_v = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$

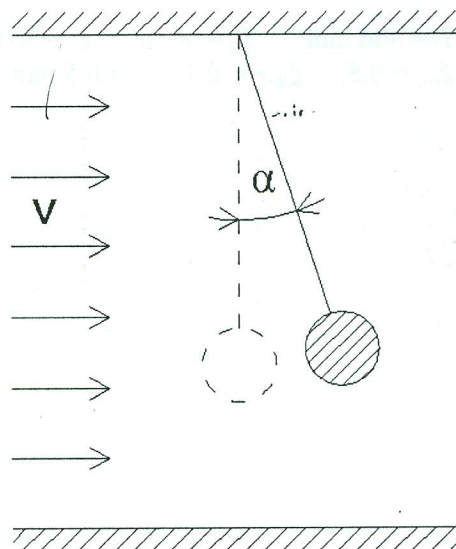


4) Kugla mase $m = 280 \text{ g}$ i promjera $D = 320 \text{ mm}$, obješena je o konopac u vjetrovnom tunelu. Nakon što je uključen ventilator, postignuta je brzina vjetra od $v = 12 \text{ m}/\text{s}$. To uzrokuje da se kugla s napetim konopcem otkloni od početnog, vertikalnog stanja za $\alpha = 18^\circ$. Potrebno je odrediti koeficijent otpora oblika kugle za zadano stanje.

(20 bodova)

c_D

$\rho_z = 1,23 \text{ kg}/\text{m}^3$

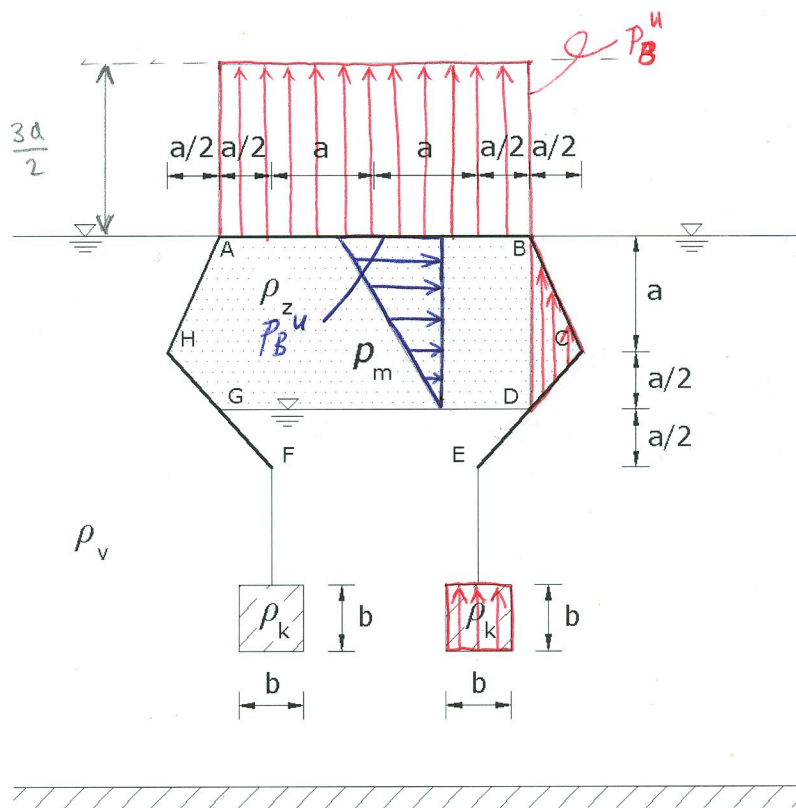


Teorija (15 bodova):

1. Napišite Chezyevu jednadžbu, definirajte članove i njihove mjerne jedinice te napišite područje upotrebe jednadžbe.
2. Skicirajte dvije vrste preljeva te napišite njihove pripadajuće preljevne formule.
3. Skicirajte zdenac uz nepropusnu granicu te napišite izraz za sniženje u proizvoljnoj točki koju treba naznačiti na crtežu.
4. Opišite vrste vodnog skoka i uvjete pri kojima se formiraju.

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

1



$$p_D^u = \rho_v \cdot g \cdot \frac{3a}{2} = 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{3 \cdot 0,8}{2} = 11,77 \text{ kPa} = p_m \quad \left. \begin{array}{l} \text{UNUTAR} \\ \text{POSUDE} \end{array} \right\}$$

$$p_C^u = p_B^u = p_A^u = p_m = 11,77 \text{ kPa}$$

$$p_D^v = p_D^u = 11,77 \text{ kPa}$$

$$p_B^v = p_A^v = 0$$

$$p_C^v = \rho_v \cdot g \cdot a = 1 \cdot 9,81 \cdot 0,8 = 7,85 \text{ kPa} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{VAN POSUDE}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$p_m \cdot 3a + \rho_v \cdot g \cdot \left(\frac{3a}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) \cdot 2 + (\rho_v \cdot g \cdot b^2) \cdot 2 - (\rho_k \cdot g \cdot b^2) \cdot 2 = 0$$

$$11,77 \cdot 3 \cdot 0,8 + 1 \cdot 9,81 \cdot \frac{3 \cdot 0,8^2}{4} + 1 \cdot 9,81 \cdot 0,55^2 \cdot 2 - \rho_k \cdot 9,81 \cdot 0,55^2 \cdot 2 = 0$$

$$28,25 + 4,71 + 5,93 - \rho_k \cdot 5,93 = 0 \quad \rightarrow \boxed{\rho_k = 6,56 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$$

$$\sum F_x = 0 \quad \rightarrow \text{simetrija sistema}$$



2

$$Q_1 = 0,464 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow v_1 = \frac{4Q_1}{D^2\pi} = \frac{4 \cdot 0,464}{0,4^2\pi} = 3,69 \text{ m/s}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,5 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} = 0,00125 \xrightarrow{\text{M.D.}} \lambda_D = 0,021$$

$$\text{B.J. } h_1 = h_3 + H_T + \frac{v_1^2}{2g} \left(\sum \xi_{ul} + \lambda_D \frac{L_1}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left(\xi_{RA\check{C}} + \lambda_D \frac{2L_3}{D} + 1 \right)$$

$$40 = 1,5 + 20 + 0,694 \left(0,5 + 4,725 \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left(0,3 + 4,725 + 1 \right)$$

$$\frac{v_3^2}{2g} = 2,469 \rightarrow v_3 = 6,96 \text{ m/s}$$

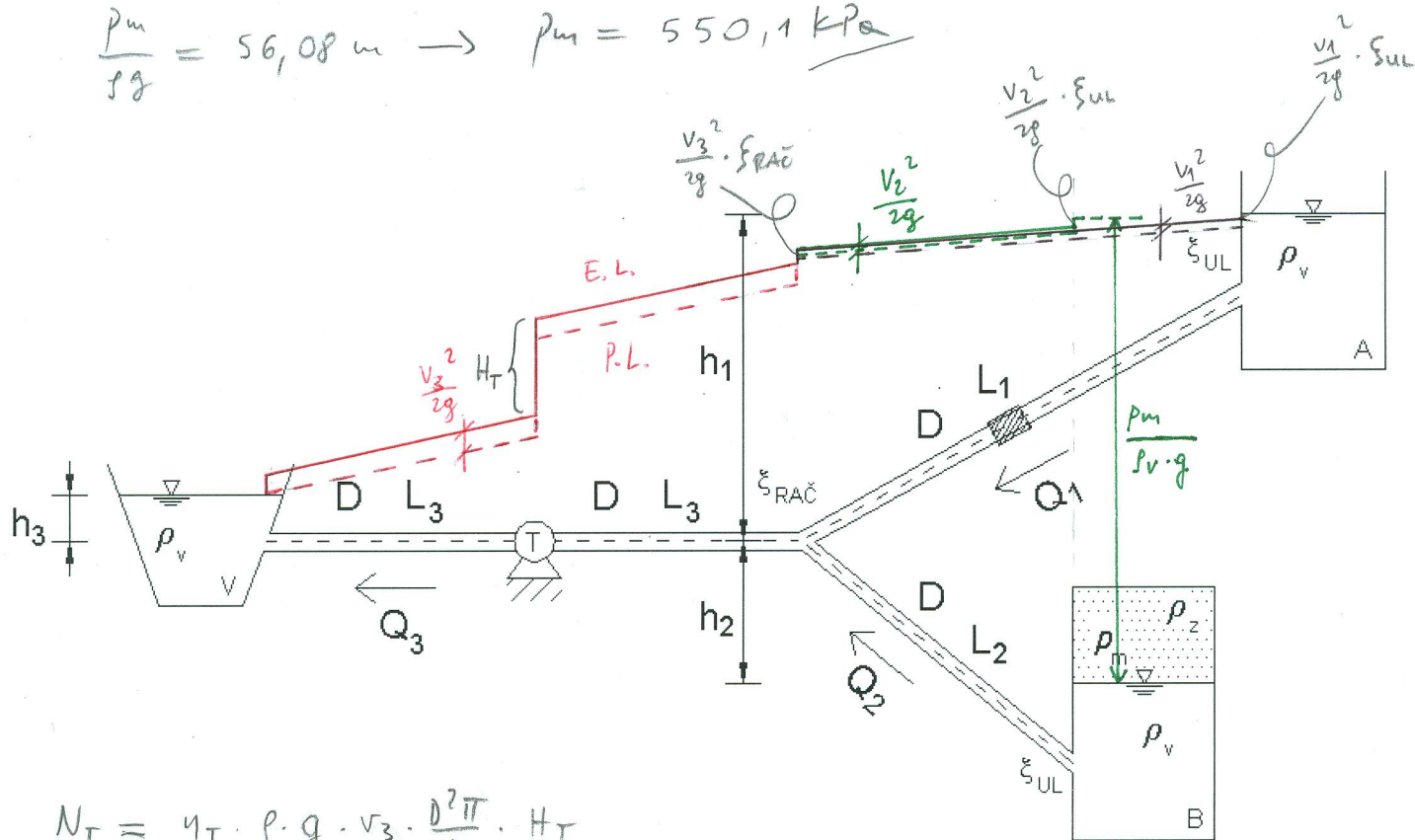
$$\text{J.K. } Q_2 = Q_3 - Q_1 \rightarrow v_2 \cdot \frac{D^2\pi}{4} = v_3 \cdot \frac{D^2\pi}{4} - v_1 \cdot \frac{D^2\pi}{4} \rightarrow v_2 = v_3 - v_1$$

$$v_2 = 3,27 \text{ m/s}$$

$$\text{B.J. } -h_2 + \frac{p_m}{\rho g} = h_3 + H_T + \frac{v_2^2}{2g} \left(\sum \xi_{ul} + \lambda_D \frac{L_2}{D} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left(\xi_{RA\check{C}} + \lambda_D \frac{2L_3}{D} + 1 \right)$$

$$-18 + \frac{p_m}{\rho g} = 1,5 + 20 + 0,545 \left(0,5 + 2,625 \right) + 2,469 \left(0,3 + 4,725 + 1 \right)$$

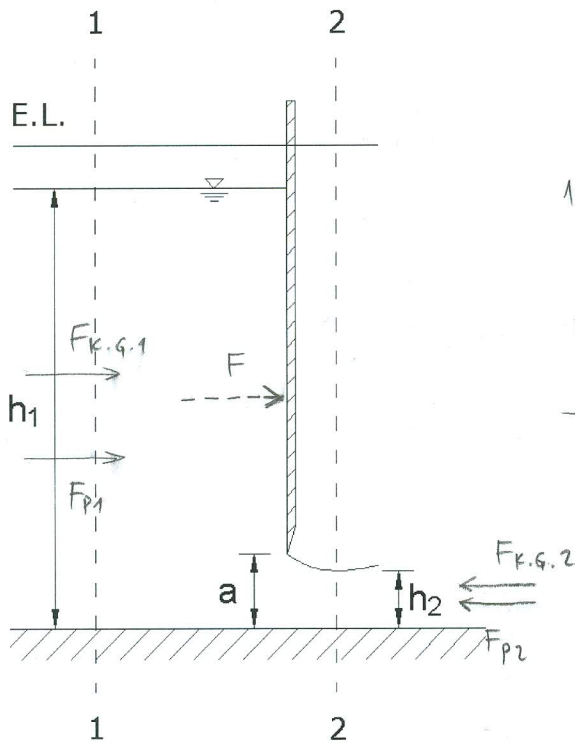
$$\frac{p_m}{\rho g} = 56,08 \text{ m} \rightarrow p_m = 550,1 \text{ kPa}$$



$$\eta_T = \frac{\gamma_T \cdot \rho \cdot g \cdot v_3 \cdot \frac{D^2\pi}{4} \cdot H_T}{4 \cdot 120}$$

$$\eta_T = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 6,96 \cdot 0,4^2\pi \cdot 20}{4 \cdot 120} = 0,7$$

3



$$v_1 = \frac{Q}{h_1} = \frac{4,5}{6} = 0,75 \text{ m/s}$$

$$1) \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + h_2$$

$$2) h_2 = \frac{Q}{v_2}$$

$$1) \frac{0,75^2}{2 \cdot 9,81} + 6 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{4,5}{v_2}$$

$$6,029 = 0,051 v_2^2 + \frac{4,5}{v_2} \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{4,5 + 0,051 \cdot v_2^3}{6,029}$$

ITERACIJA:

$$v_2 = 10,48 \text{ m/s}$$

$$h_2 = \frac{Q}{v_2} = \frac{4,5}{10,48} = 0,43 \text{ m}$$

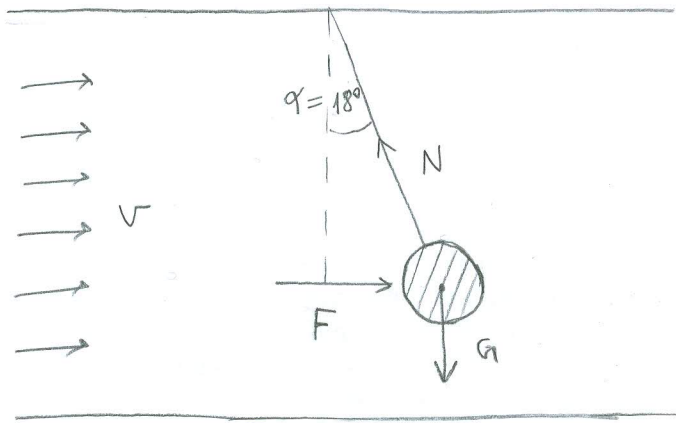
$$a = \frac{h_2}{c_c} = \frac{0,43}{0,85} = 0,506 \text{ m}$$

$$F = F_{p1} + F_{k.g.1} - F_{p2} - F_{k.g.2}$$

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

$$F = 176,58 + 3,375 - 0,907 - 47,16$$

$$F = 131,888 \text{ kN}$$



$$F = C_D \cdot A \cdot \rho_z \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$G = m \cdot g = 0,28 \cdot 9,81 = 2,75 \text{ N}$$

$$N \cdot \cos \alpha = G \rightarrow N = \frac{G}{\cos 18^\circ}$$

$$N \cdot \sin \alpha = F \rightarrow N = \frac{F}{\sin 18^\circ}$$

$$F = \frac{G}{\cos 18^\circ} \cdot \sin 18^\circ = G \cdot \tan 18^\circ = 0,89 \text{ N}$$

$$C_D \cdot \frac{0,32^2 \pi}{4} \cdot 1,23 \cdot \frac{12^2}{2} = 0,89$$

$$C_D \cdot 0,0804 \cdot 1,23 \cdot 72 = 0,89$$

$$C_D = \underline{\underline{0,125}}$$