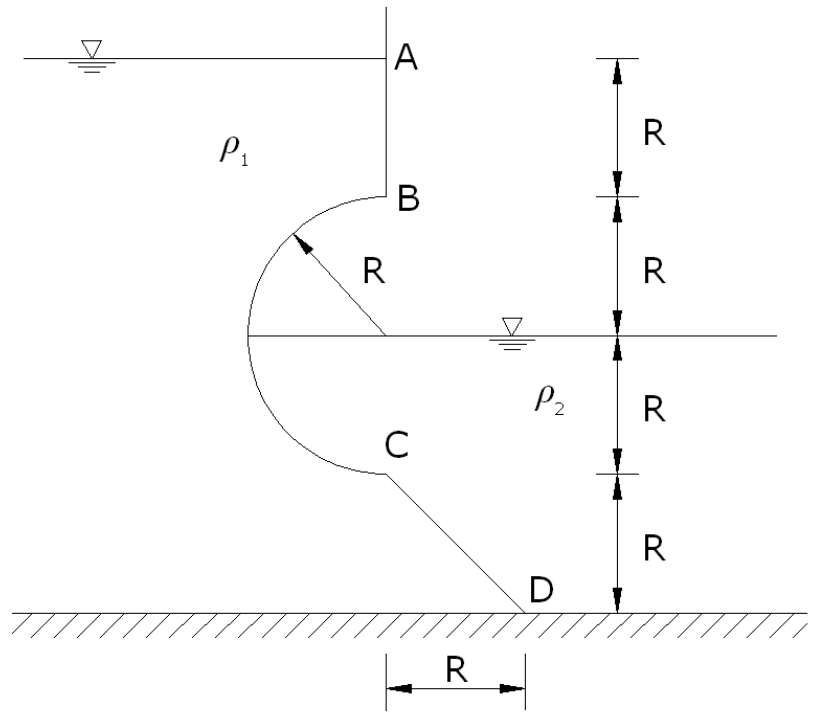


1) Potrebno je nacrtati dijagrame horizontalne i vertikalne komponente tlaka na plohu ABCD. Također treba odrediti veličinu i, smjer ukupne hidrostatske sile koja djeluje na polukružnu plohu BC po jedinici širine.

(25 bodova)

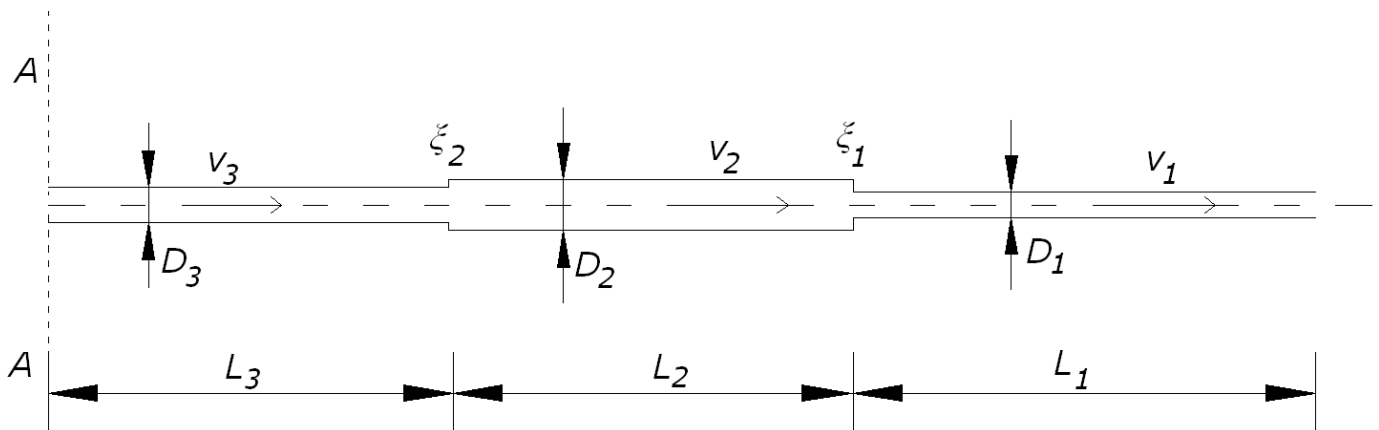
Zadano je: $\rho_1=1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_2=850 \text{ kg/m}^3$;
 $R=2 \text{ m}$.



2) Nacrtajte energetska i piezometarska linija ako kroz cjevovod prema slici stacionarno protječe 40 l/s pri temperaturi od 15 °C ($\nu=1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$). Za proširenje i suženje cijevi zadani su koeficijenti lokalnih gubitaka ξ_1 i ξ_2 . Apsolutna hidraulička hrapavost svih cijevi je $\epsilon=0,2 \text{ mm}$. Kolika je piezometarska visina u presjeku A-A i na polovici cijevi s promjerom D_2 ?

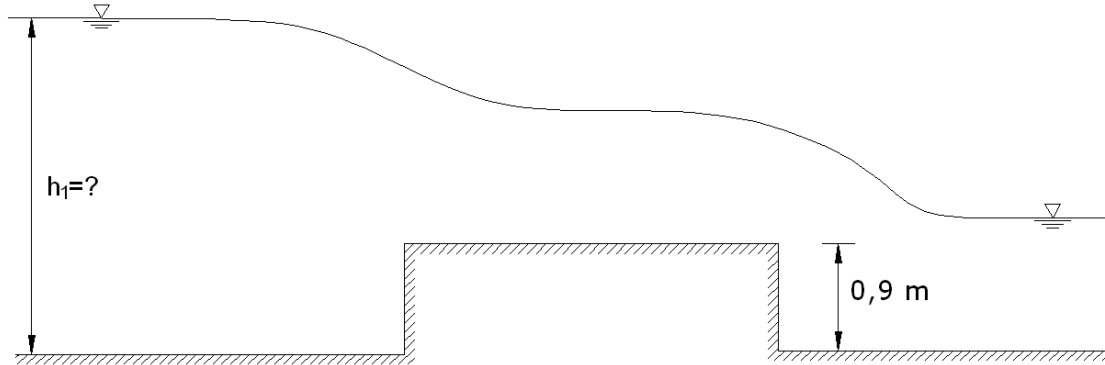
(25 bodova)

Zadano je: $D_1=220 \text{ mm}$; $D_2=460 \text{ mm}$; $D_3=250 \text{ mm}$; $\xi_1=0,36$; $\xi_2=0,5$; $L_1=160 \text{ m}$; $L_2=150 \text{ m}$; $L_3=1000 \text{ m}$.



3) U pravokutnom koritu širine $B=8$ m nalazi se široki prag prema slici. Kolika mora biti uzvodna visina h_1 da bi se preko širokog praga prelijevala količina od $8,25$ m³/s i postigla kritična dubina tečenja? Nizvodno od širokog praga formira se vodno lice i uvjeti tečenja ovisno o nizvodnim rubnim uvjetima. Zanemariti sve gubitke preko širokog praga.

(20 bodova)



4) Na modelu hidroaviona izrađenom u mjerilu 1:25, izmjerena je sila otpora $F_M=1,8$ N pri brzini kretanja modela $v_M=6$ m/s. Koristeći Froudeovu sličnost odredite silu otpora hidroaviona u prirodnoj veličini F_P , te izračunajte brzinu kretanja hidroaviona u prirodi v_P . Gustoća vode kod ispitivanja modela je $\rho_M=1000$ kg/m³, a u prirodi $\rho_P=1024$ kg/m³ (morska voda).

(20 bodova)

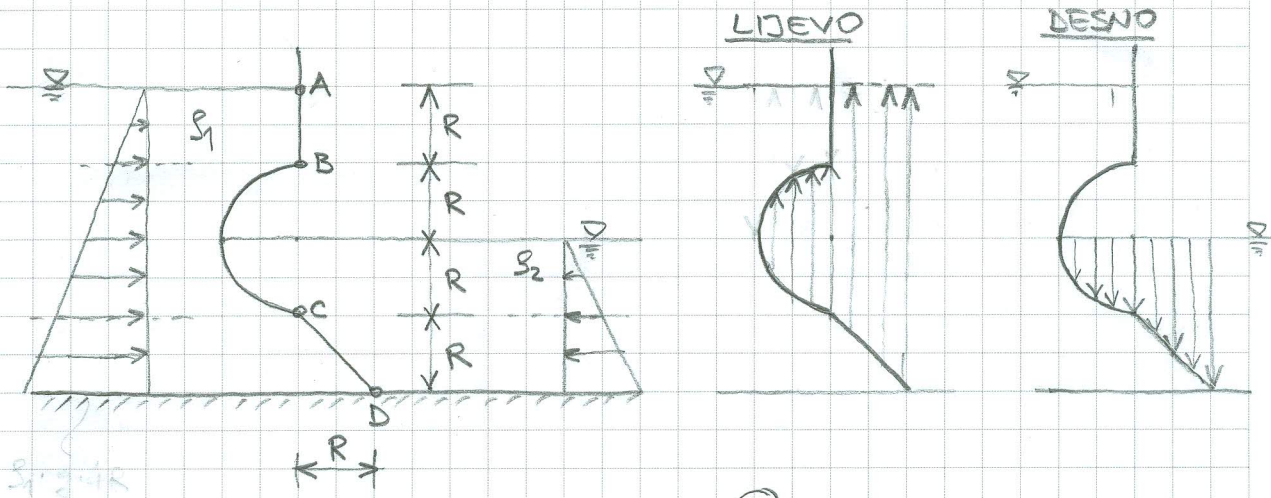
Teorija (15 bodova):

1. Objasnite Coriolisov koeficijent.
2. Napišite i objasnite zakon održanja količine gibanja.
3. Napišite i objasnite izraze za snagu pumpe i turbine.
4. Što je potencijal Girinskog?

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



POTREBNO JE NACRTATI DIJAGRAME HORIZONTALNE I VERTIK. KOMPONENTE TLAKA NA PLOHU ABCD. TAKODER TREBA ODREĐITI VELIČINU I SMJER + HVATIŠTE UKUPNE HIDROSTATSKE SILE KOJA DJELUJE NA POKRIVNEM PLOHU BC PO JEDINICI ŠIRINE. ZADANO JE: $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 850 \text{ kg/m}^3$; $R = 2 \text{ m}$



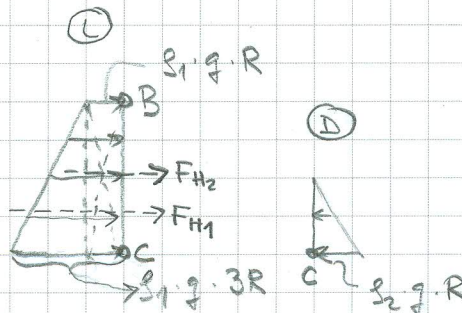
SILA NA PLOHU BC:

HORIZONTALNA KOMPONENTA:

$$F_H = F_{H1} + F_{H2} - F_{H3}$$

$$F_H = \rho_1 \cdot g \cdot (2R)^2 \cdot \frac{1}{2} + \rho_1 \cdot g \cdot R \cdot 2R + \rho_2 \cdot g \cdot R^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_H = \rho_1 \cdot g \cdot (2R^2 + 2R^2) - \rho_2 \cdot g \cdot \frac{R^2}{2} = 1,0 \cdot 9,81 \cdot (16 - 0,85 \cdot 9,81 \cdot 2) = \underline{149,28 \text{ kN}}$$

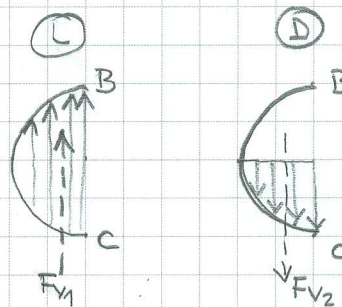


VERTIKALNA KOMPONENTA:

$$F_V = F_{V1} - F_{V2} = \rho_1 \cdot g \cdot \frac{R^2 \pi}{2} - \rho_2 \cdot g \cdot \frac{R^2 \pi}{4}$$

$$F_V = 1,0 \cdot 9,81 \cdot \frac{4 \pi}{2} - 0,85 \cdot 9,81 \cdot \frac{4 \pi}{4}$$

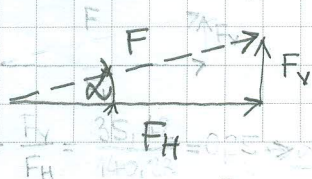
$$F_V = \underline{35,42 \text{ kN}}$$



REZULTANTNA SILA:

$$F = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{149,28^2 + 35,42^2} = \underline{154,68 \text{ kN}}$$

SMJER UKUPNE SILE:

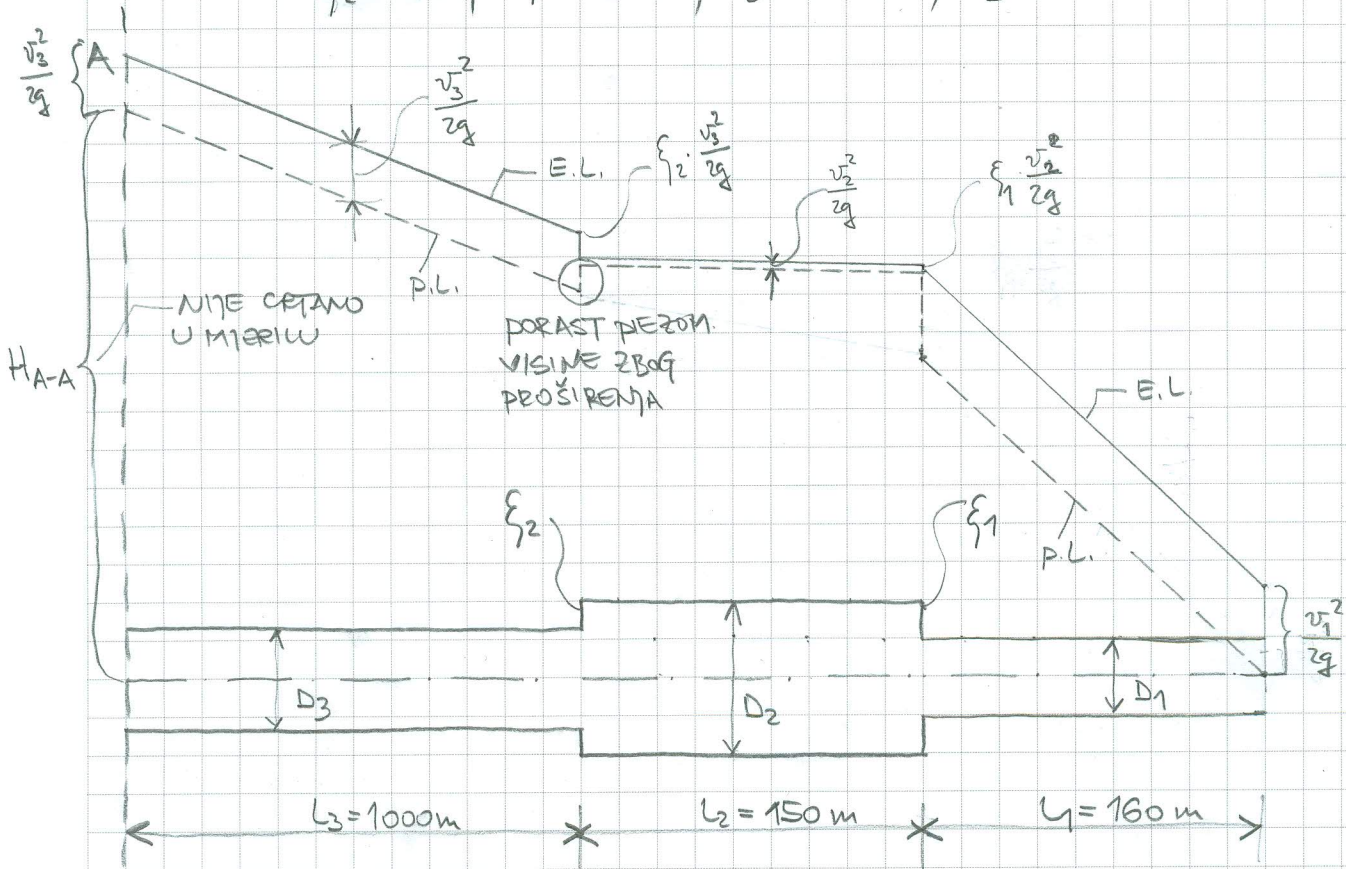


$$\tan \alpha = \frac{F_V}{F_H} = \frac{35,42}{149,28} = 0,2372 \Rightarrow \alpha = 14,17^\circ$$



NACRTAJTE ENERGETSKU I PIEZOMETARSKU UNIJU AKO KROZ CJEVOD PREMA SLICI PROTIJEČE 40 l/s PRI TEMPERATURI OD 15°C ($\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$). APSOLUTNA HIDRAULIČKA HEADAVOST JE $E = 0,2 \text{ m}$. KOLIKA JE PIEZOMETARSKA VISINA U PRESJECU A-A I NA POLOVICI CJEVI S PROMJEROM D_2 ?

ZADANO JE: $D_1 = 220 \text{ mm}$; $D_2 = 460 \text{ mm}$; $D_3 = 250 \text{ mm}$; $f_1 = 0,36$;
 $f_2 = 0,5$; $L_1 = 160 \text{ m}$; $L_2 = 150 \text{ m}$; $L_3 = 1000 \text{ m}$.



$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4Q}{D_1^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,04}{0,22^2 \pi} = 1,05 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = 0,056 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{4Q}{D_2^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,04}{0,46^2 \pi} = 0,24 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_2^2}{2g} = 0,003 \text{ m}$$

$$v_3 = \frac{Q}{A_3} = \frac{4Q}{D_3^2 \pi} = \frac{4 \cdot 0,04}{0,25^2 \pi} = 0,82 \text{ m/s} \rightarrow \frac{v_3^2}{2g} = 0,034 \text{ m}$$

$$\lambda_1: \frac{E}{D_1} = \frac{0,2}{220} = 0,0009; \quad Re = \frac{v_1 D_1}{\nu} = \frac{1,05 \cdot 0,22}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 2,02 \cdot 10^5 \rightarrow \lambda_1 = 0,0205$$

$$\frac{E}{D_2} = \frac{0,2}{460} = 0,00043; \quad Re = \frac{v_2 D_2}{\nu} = \frac{0,24 \cdot 0,46}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 9,68 \cdot 10^4 \rightarrow \lambda_2 = 0,0205$$

$$\frac{E}{D_3} = \frac{0,2}{250} = 0,0008; \quad Re = \frac{v_3 D_3}{\nu} = \frac{0,82 \cdot 0,25}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 1,79 \cdot 10^5 \rightarrow \lambda_3 = 0,0205$$

Tel: _____ Fax: _____ GSM: _____ e-mail: _____



PIEZOMETARSKA VISINA U PRESEKU A-A:

$$H_{A-A} = \frac{v_1^2}{2g} + \underbrace{\lambda_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} \cdot \frac{L_1}{D_1}}_{\Delta H_{\text{uvr}_1}} + \underbrace{\left\{ \frac{v_2^2}{2g} + \lambda_2 \cdot \frac{v_2^2}{2g} \cdot \frac{L_2}{D_2} \right\}}_{\Delta H_{\text{uvr}_2}} + \underbrace{\left\{ \frac{v_3^2}{2g} + \lambda_3 \cdot \frac{v_3^2}{2g} \cdot \frac{L_3}{D_3} \right\}}_{\Delta H_{\text{uvr}_3}} - \frac{v_3^2}{2g}$$

$$H_{A-A} = \frac{v_1^2}{2g} \left(\lambda_1 \cdot \frac{L_1}{D_1} + 1 \right) + \frac{v_2^2}{2g} \left(\left\{ \frac{v_2^2}{v_1^2} + \lambda_2 \cdot \frac{L_2}{D_2} \right\} \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left(\left\{ \frac{v_3^2}{v_1^2} + \lambda_3 \cdot \frac{L_3}{D_3} \right\} - 1 \right)$$

$$H_{A-A} = 0,056 \left(0,0205 \cdot \frac{160}{0,22} + 1 \right) + 0,003 \left(0,36 + 0,0205 \cdot \frac{150}{0,46} \right) + 0,034 \left(0,5 + 0,0205 \cdot \frac{1000}{0,25} - 1 \right)$$

$$H_{A-A} = 0,89 + 0,007 + 2,77 = \underline{\underline{3,69 \text{ m}}}$$

PIEZOMETARSKA VISINA NA POLOVICI CJEVI D₂:

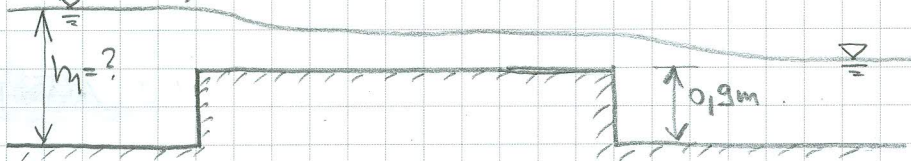
$$H_{D_2} = \frac{v_1^2}{2g} \left(\lambda_1 \cdot \frac{L_1}{D_1} + 1 \right) + \frac{v_2^2}{2g} \left(\left\{ \frac{v_2^2}{v_1^2} + \lambda_2 \cdot \frac{L_2/2}{D_2} \right\} - 1 \right)$$

$$H_{D_2} = 0,056 \left(0,0205 \cdot \frac{160}{0,22} + 1 \right) + 0,003 \left(0,36 + 0,0205 \cdot \frac{75}{0,46} - 1 \right)$$

$$H_{D_2} = 0,891 + 0,008 = \underline{\underline{0,90 \text{ m}}}$$



U PRAVOKUTNOM KORITU ŠIRINE $B=8\text{m}$ NALAZI SE ŠIROKI PRAG. KOLIKA MORA BITI UZVOJNA VISINA h_1 DA BI SE PREKO ŠIROKOG PRAGA PRELIVELA KOLIČINA OD $8,25\text{ m}^3/\text{s}$ NIŽVOJNO OD ŠIROKOG PRAGA FORMIRA SE VODNO lice I UMETI TEČENJA OVISNO O MZOVNIM RURNIM UVIJETIMA



KRITIČNA DUBINA NA PRAGU:

$$h_{KR} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}} = \sqrt[3]{\frac{8,25^2}{9,81 \cdot 8^2}} = 0,48\text{ m}$$

$$v_{KR} = \frac{Q}{A_{KR}} = \frac{8,25}{8 \cdot 0,48} = 2,15\text{ m/s}$$

J.K. $v_1 \cdot A_1 = v_1 \cdot h_1 \cdot B = 8,25 \Rightarrow h_1 = \frac{8,25}{v_1 \cdot B} = \frac{1,031}{v_1} \quad (1)$

B.J. $h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = 0,9 + h_{KR} + \frac{v_{KR}^2}{2g} = 0,9 + 0,48 + \frac{2,15^2}{2 \cdot 9,81} = 1,616$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{19,62} = 1,616$$

$$h_1 + 0,051 v_1^2 = 1,616 \quad (2)$$

$$\frac{1,031}{v_1} + 0,051 v_1^2 = 1,616 \quad / \cdot v_1$$

$$1,031 + 0,051 v_1^3 = 1,616 v_1$$

$$0,051 v_1^3 - 1,616 v_1 = -1,031$$

ITERACIJA:

| | |
|-------------|---------|
| v_1 | - 1,031 |
| 1 | - 1,565 |
| 0,9 | - 1,417 |
| 0,6 | - 0,959 |
| 0,65 | - 1,036 |

usvojimo: $v_1 = 0,65\text{ m/s} \Rightarrow h_1 = \frac{1,031}{0,65} = 1,586\text{ m}$



NA MODELU HIDROAVIONA IZRAĐENOM U MJERILU 1:25,
IZMJEŘENA JE SILA OTPORA $F_M = 1,8 \text{ N}$ PRI BRZINI KRETANJA
MODELA $v_M = 6 \text{ m/s}$. ^{KORISTEĆI PODOBNU SILU} VODRENTE SILU OTPORA ZA VRIJEME
KRETANJA HIDROAVIONA (U PRIRODNOJ VEUČINI).
GUSTOĆA VODE KOD ISPITIVANJA MODELA JE $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, A U PRIRODI
 $\rho_p = 1,024 \text{ kg/m}^3$. ZA KOJU BRZINU KRETANJA^M HIDROAVIONA VRIJEDI
OVA SILA OTPORA?

PROUDERVA SI:
SILA: $\frac{F_p}{F_M} = \frac{\rho_p}{\rho_M} \cdot \lambda^3 = \frac{1,024}{1,0} \cdot 25^3 = 16000$

$$F_p = F_M \cdot 16000 = 28800 \text{ N} = \underline{28,8 \text{ kN}}$$

BRZINA: $\frac{v_p}{v_M} = \sqrt{\lambda} = \sqrt{25} = 5$

$$v_p = v_M \cdot 5 = 6 \cdot 5 = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$$

