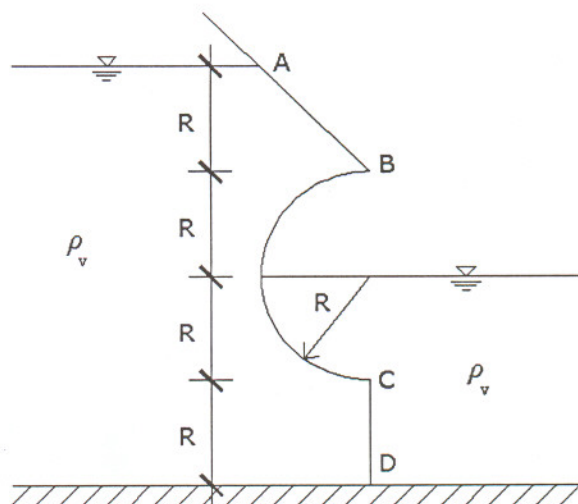


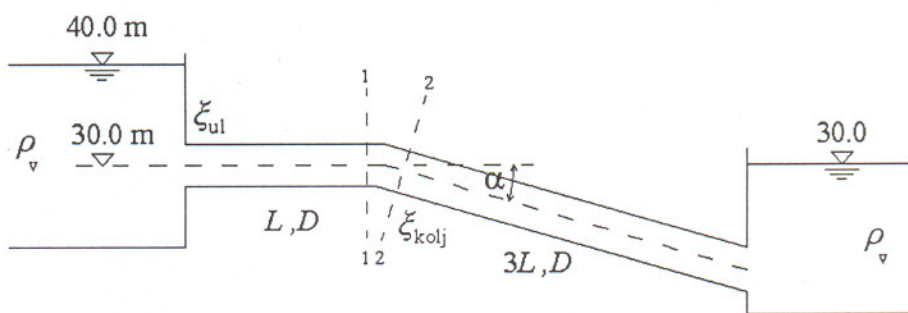
1. Za sistem na slici nacrtati horizontalni i vertikalni dijagram hidrostatskog tlaka vode, te odrediti rezultantnu hidrostatsku silu vode na polukružnu plohu BC po jedinici širine.

$R=3\text{m}$   
(25 bodova)



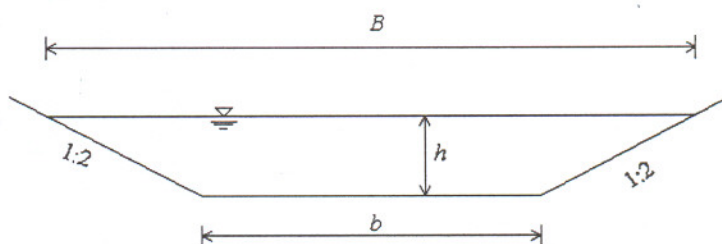
2. Kroz cjevovod prikazan na slici teče voda. Odrediti protok  $Q$ , tlak u osi cijevi u presjecima 1-1 i 2-2 neposredno prije i poslije koljena te hidrodinamičku silu na koljeno. Zanimariti težinu vode. Nacrtati tlačnu i energetska liniju. Pretpostaviti da je tečenje u cjevovodu potpuno turbulentno.

$D=0.5\text{m}$ ;  $L=25\text{m}$ ;  $\alpha=20^\circ$ ;  $\varepsilon=1.1\text{mm}$ ;  
 $\xi_{UL}=0.5$ ;  $\xi_{KOLJ}=0.2$   
(25 bodova)



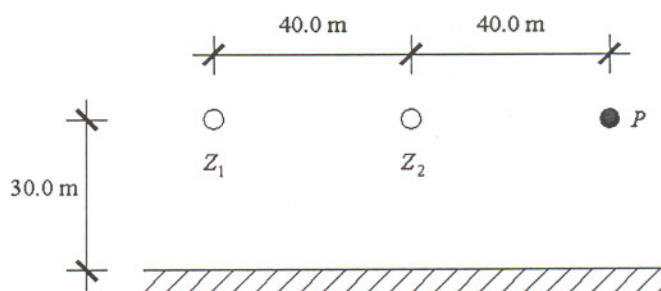
3. Uz protok vode  $Q=30\text{ m}^3/\text{s}$  za kanal prema slici potrebno je odrediti kritičnu dubinu, kao i režim tečenja za  $h=1.5\text{m}$ .

$b=10\text{m}$ ;  $\alpha=1.1$   
(20 bodova)



4. Iz dva potpuna zdenca, položaja u odnosu na nepropusnu granicu prema slici, radijusa utjecaja  $R=100\text{m}$ , crpi se količina od  $Q=0.03\text{ m}^3/\text{s}$ . Ako je debljina vodonosnika  $M=16.0\text{m}$  i koeficijent filtracije  $k=0.00025\text{m/s}$ , izračunajte sniženje u piezometru P. Pretpostavite tečenje pod tlakom.

(15 bodova)



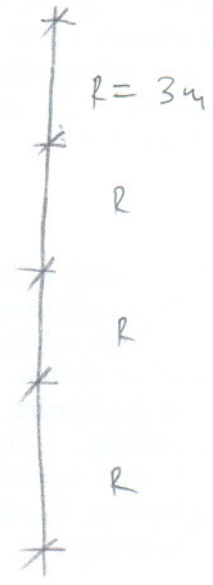
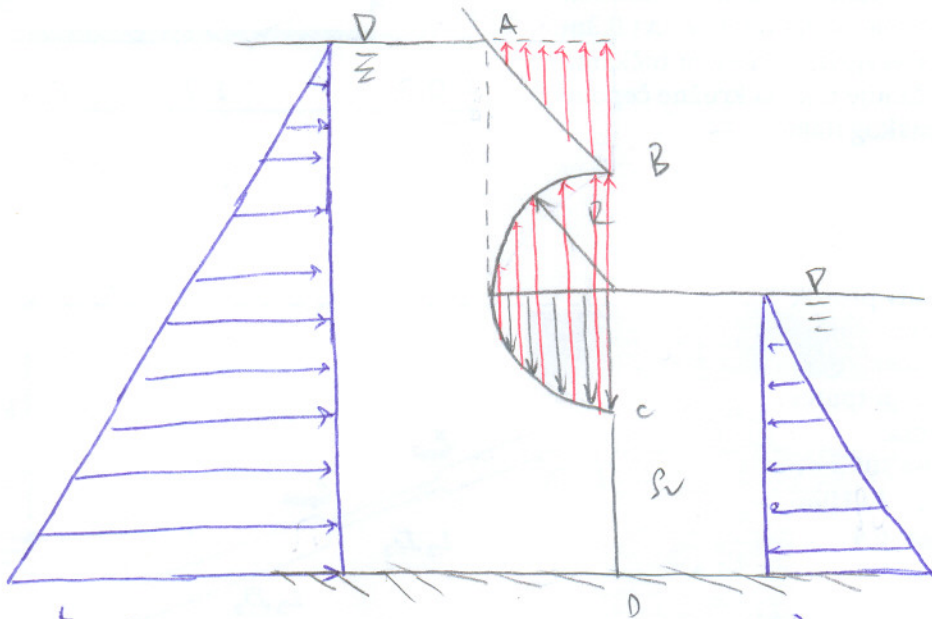
Teorija (15 bodova)

- Objasnite fizikalno značenje koeficijenta kontrakcije i koeficijenta brzina kod pojave istjecanja kroz otvore.
- Opišite Dupuitovu hipotezu i navedite jedan primjer gdje ona ne vrijedi.
- Objasnite pojam laminarnog i turbulentnog strujanja, te skicirajte karakteristične profile brzina za jedan i drugi tip strujanja, za strujanje u okrugloj cijevi.
- Što je to Reynoldsova sličnost?

Obavezno ispravno riješiti 1. i 2. zadatak

(1)

- HORIZONTALNA KOMP.
- VERTIKALNA KOMP. LIJEVO
- VERTIKALNA KOMP. DESNO



$$P_D^L = \rho \cdot g \cdot 4R$$

$$P_D^D = \rho \cdot g \cdot 2R$$

$$F_H^{B-C} = (P_B^L + P_C^L) \cdot \frac{1}{2} \cdot 2R - P_C^D \cdot \frac{1}{2} \cdot R$$

$$= (\rho \cdot g \cdot R + \rho \cdot g \cdot 3R) \cdot \frac{1}{2} \cdot 2R - \rho \cdot g \cdot R \cdot \frac{1}{2} \cdot R$$

$$= 4 \rho \cdot g \cdot R^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot g \cdot R^2$$

$$= 3,5 \rho \cdot g \cdot R^2$$

$$= 309,0 \text{ kW'}$$

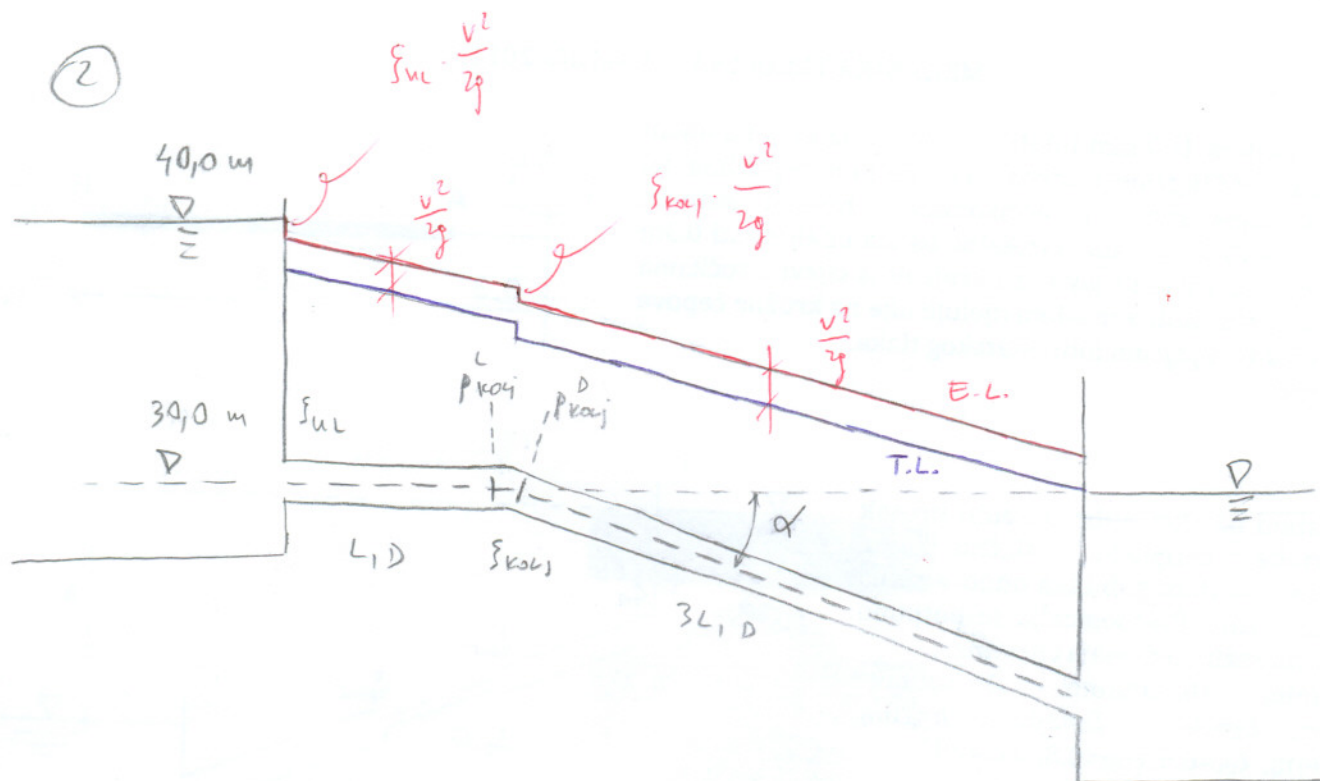
$$F_V^{B-C} = \rho \cdot g \cdot R^2 \pi \cdot \frac{1}{4}$$

$$= 69,3 \text{ kW'}$$

$$F^{B-C} = \sqrt{(F_H^{B-C})^2 + (F_V^{B-C})^2}$$

$$= 316,7 \text{ kW'}$$





B.J.

$$10 = \frac{v^2}{2g} \left( \sum_{ul} + \lambda \frac{L}{D} + \sum_{k_{olj}} + \lambda \frac{3L}{D} + 1 \right)$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{1,1}{500} = 0,0022 \Rightarrow \lambda \approx 0,024$$

$$D = 0,5 \text{ m}$$

$$L = 25 \text{ m}$$

$$\epsilon = 1,1 \text{ mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\sum_{ul} = 0,5$$

$$\sum_{k_{olj}} = 0,2$$

$$10 = \frac{v^2}{2g} \left( 0,5 + \underbrace{0,024 \cdot \frac{25}{0,5}}_{1,2} + 0,2 + \underbrace{0,024 \cdot \frac{75}{0,5}}_{3,6} + 1 \right)$$

$$10 = \frac{v^2}{2g} \cdot 6,5$$

$$\frac{v^2}{2g} = 1,54 \text{ m} \Rightarrow v = 5,5 \text{ m/s} \Rightarrow Q = v \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 1,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

HIDRODINAMIČKA SILA NA KOLJENO:

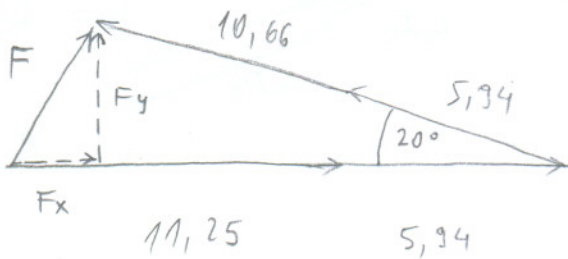
$$P_{k_{olj}}^L = \left[ 10 - \frac{v^2}{2g} \left( \sum_{ul} + \lambda \frac{L}{D} + 1 \right) \right] \cdot \rho g = 57,3 \text{ kPa}$$

$$P_{k_{olj}}^D = \left[ 10 - \frac{v^2}{2g} \left( \sum_{ul} + \lambda \frac{L}{D} + \sum_{k_{olj}} + 1 \right) \right] \cdot \rho g = 54,3 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{KOLJ}}^L \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 57,3 \cdot \frac{0,5^2 \pi}{4} = 11,25 \text{ kW}$$

$$P_{\text{KOLJ}}^D \cdot \frac{D^2 \pi}{4} = 54,3 \cdot \frac{0,5^2 \pi}{4} = 10,66 \text{ kW}$$

$$P_{\text{QV}} = 1 \cdot 1,08 \cdot 5,5 = 5,94 \text{ kW}$$



$$F_x = 11,25 + 5,94 - \cos 20^\circ (5,94 + 10,66)$$
$$= 1,59 \text{ kW}$$

$$F_y = \sin 20^\circ (5,94 + 10,66)$$
$$= 5,68 \text{ kW}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{1,59^2 + 5,68^2} = 5,9 \text{ kW}$$

3

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

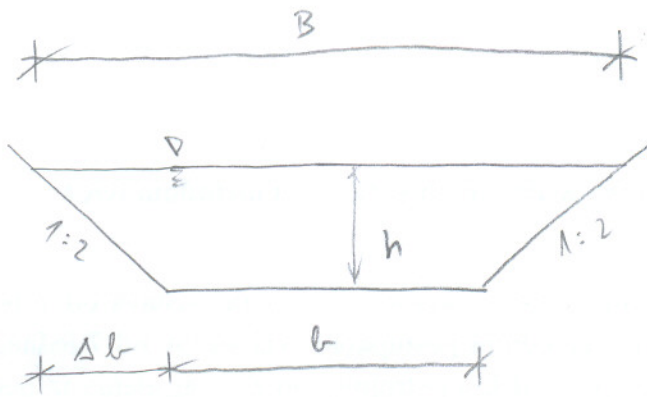
$$h = 2 \text{ m}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$B = b + 2\Delta b$$

$$= b + 2(2h)$$

$$= b + 4h$$



Kritični režim strujanja  $\rightarrow$  kritična dubina  $\rightarrow Fr^2 = 1$

Za trapezno ili bilo koje nepravokutno kruto vnađi:

$$Fr^2 = \frac{\alpha Q^2 B}{g A^3} = 1$$

$$\frac{\alpha Q^2 (b + 4h_{kr})}{g \left[ \frac{1}{2} (b + b + 4h_{kr}) \cdot h_{kr} \right]^3} = 1$$

$$1,1 \cdot 30^2 (10 + 4h_{kr}) = 9,81 \left[ 0,5 (20 + 4h_{kr}) \cdot h_{kr} \right]^3$$

$$9900 + 3960h_{kr} = 9,81 \left[ 10h_{kr} + 2h_{kr}^2 \right]^3$$

ITERACIJA:

$$h_{kr} = 1 \text{ m} \quad 13860 = 16951,68$$

$$h_{kr} = 0,5 \quad 11880 = 1632,1$$

$$h_{kr} = 0,8 \quad 13068 = 7839,9$$

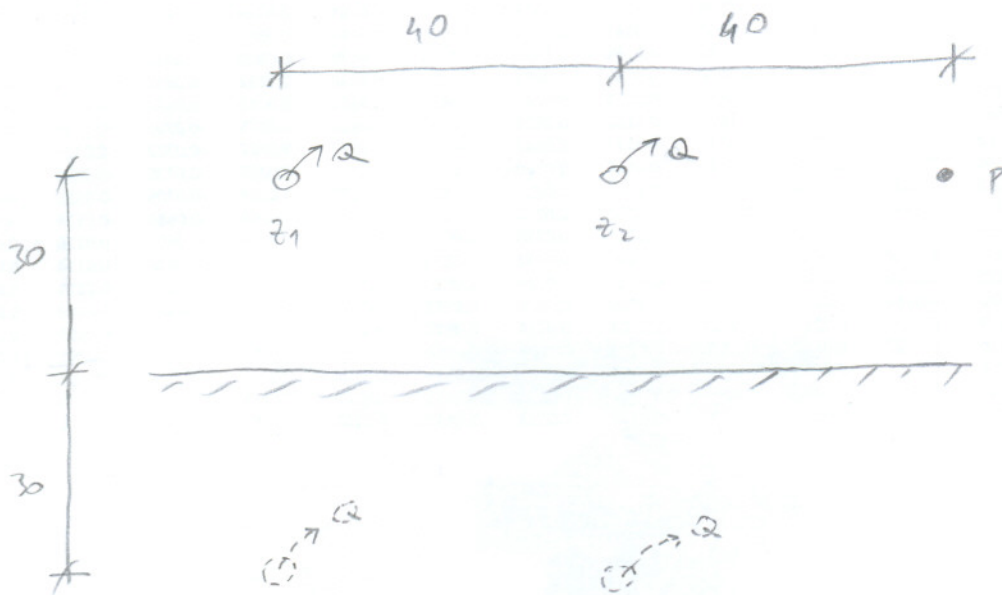
$$h_{kr} = 0,9 \quad 13464 = 11750,1$$

$$\boxed{h_{kr} = 0,94} \quad 13622,4 = 13661,6$$

$$h_1 > h_{kr}$$

$1,5 > 0,94 \rightarrow$  mimo tečije

4



$$R = 100$$

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

$$M = 16 \text{ m}$$

$$k = 0,00025 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = ?$$

Zdenici pod tlakom  $\rightarrow$  hincaran odnos količine koja se crpi i sniženja u nekoj tački  $s_0 = \frac{Q}{2\pi kM} \ln \frac{R}{r_0}$

$$\Delta p = \frac{Q}{2\pi kM} \left( \ln \frac{R}{40} + \ln \frac{R}{80} + \ln \frac{R}{\sqrt{40^2 + 60^2}} + \ln \frac{R}{\sqrt{80^2 + 60^2}} \right)$$

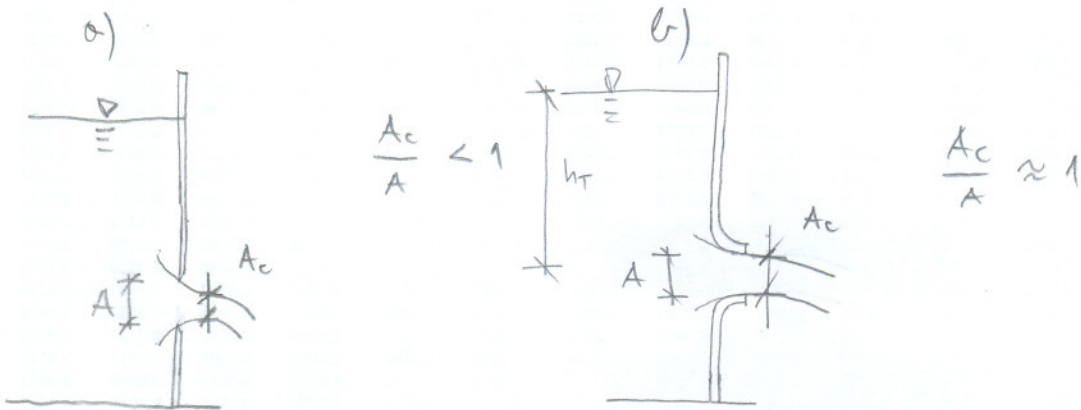
$$\Delta p = \frac{0,03}{2\pi \cdot 0,00025 \cdot 16} (0,916 + 0,223 + 0,327 + 0)$$

$$\Delta p = 1,194 \cdot 1,466$$

$$\Delta p = \underline{\underline{1,75 \text{ m}}}$$

# Teorija:

## ① Koficijent kontrakcije $c_c$



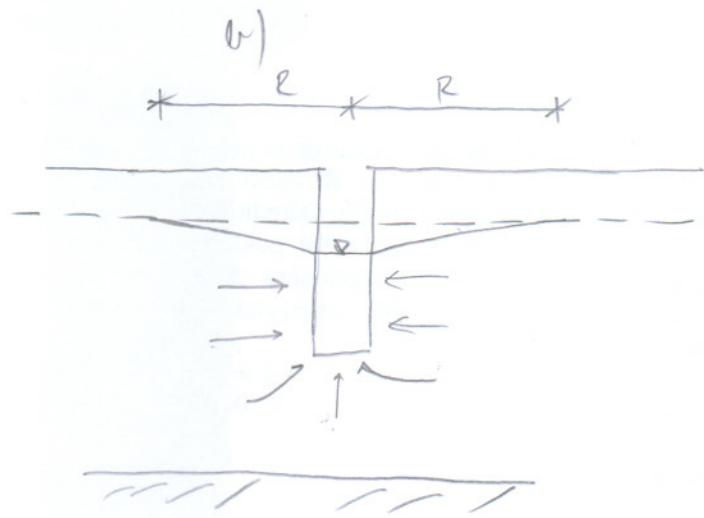
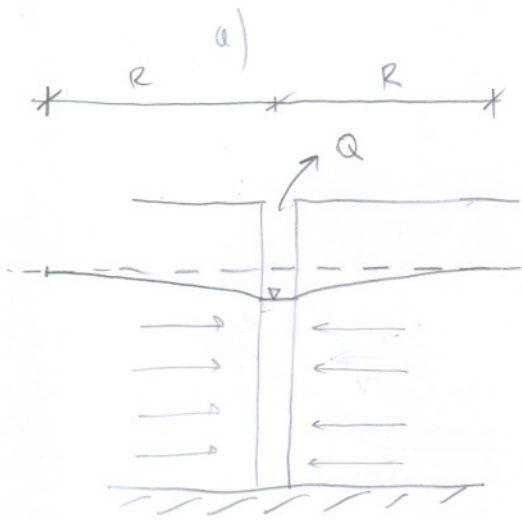
Koficijent kontrakcije je posledica delovanja sile inercije na istecanju ulaze. Fizikalno je moguće da čestice tekucine pri istecanju iz otvora trenutno izgube vertikalnu komponentu brzine tako da dolazi do zuteanja ulaza u odvodu na površini otvora neposredno po izlazu iz otvora. Pravilnim oblikovanjem otvora (b) koficijent kontrakcije se približava vrednosti 1.

Koficijent brine  $\varphi$  izlaza srednje brzine  $\bar{v}$  u preseku ulaza posred brine u sredini otvora  $\bar{v} = \varphi \sqrt{2gh_T}$

Ukupni koficijent istecanja je  $M = c_c \cdot \varphi$

②

Dupuitova hipoteza se odnosi na zamenjivanje vertikalne komponente brtve pri strujanju vode kroz vodovodnik prema zdenacu. U slučaju da je zdenac potpuni, Dupuitova hipoteza vrijedi (a).

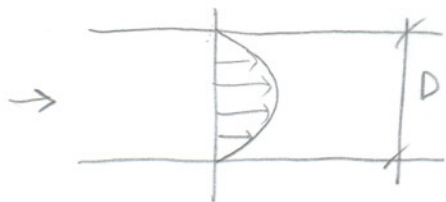


Dupuitova hipoteza ne vrijedi kod nepotpunih zdenaca.



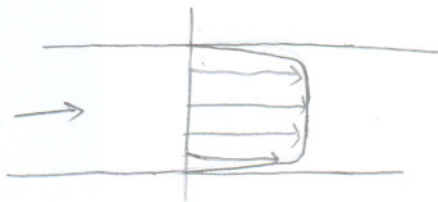
③ laminarna ili uslojena strujanje (a) je strujanje tekućine u slojevima (laminama) koji su međusobno paralelni. Karakteriziraju ga male brzine, odnosno male vrijednosti Reynoldsovog broja kod turbulentnog strujanja (b) ne mogu se uočiti paralelni slojevi tekućine zbog izmješavanja.

a)



$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \leq 2320$$

b)



$$Re \gg$$

④

Reynoldsove slicnost se koristi kod kojih su dominantne sile inercije i viskoznosti (većinom se koristi za linijske objekte poput cijevoda)

$$Re_m = Re_p$$

$$\frac{v_m \cdot L_m}{\nu_m} = \frac{v_p \cdot L_p}{\nu_p}$$