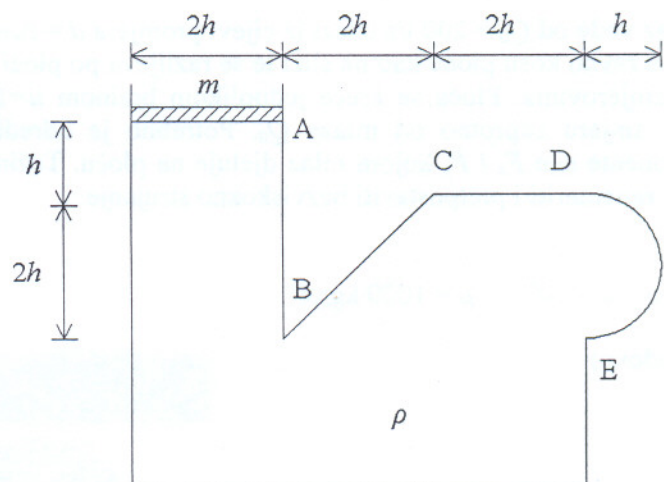


1. Potrebno je izračunati vrijednosti vertikalnih i horizontalnih komponenti sila tlakova po 1 m¹ širine posude po konturama posude AB, BC, CD, DE. Izračunati rezultantnu silu F_{AE} od točke A do točke E te nacrtati horizontalne i vertikalne komponente dijagrama tlaka za konturu posude od A do E. Masa poklopca iznosi $m = 320 \text{ kg/m}^1$.



Zadano : $h = 0.4 \text{ m}$; $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

(20 bodova)

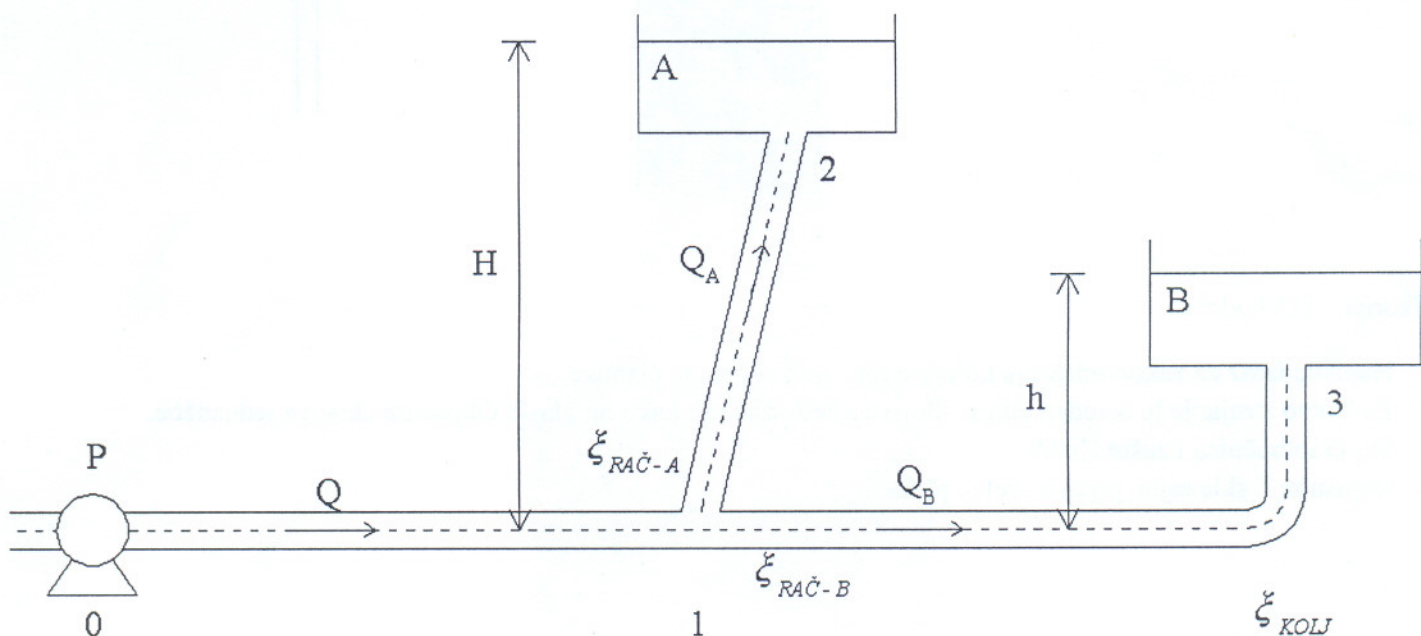
2. Pumpa P dobavlja vodu protokom Q u spremnike A i B prema slici. Treba odrediti visinu H razine vode u spremniku A i tlak točno na izlazu iz pumpe P. Režim tečenja u cijevima pretpostavite kao potpuno turbulentni.

Zadano : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $Q_0 = 49 \text{ l/s}$, $Q_A = 29 \text{ l/s}$, $Q_B = 20 \text{ l/s}$, $h = 12.4 \text{ m}$,

$L_{0-1} = 150 \text{ m}$, $L_{1-2} = 52 \text{ m}$, $L_{1-KOLJ} = 100 \text{ m}$, $L_{KOLJ-3} = 30 \text{ m}$,

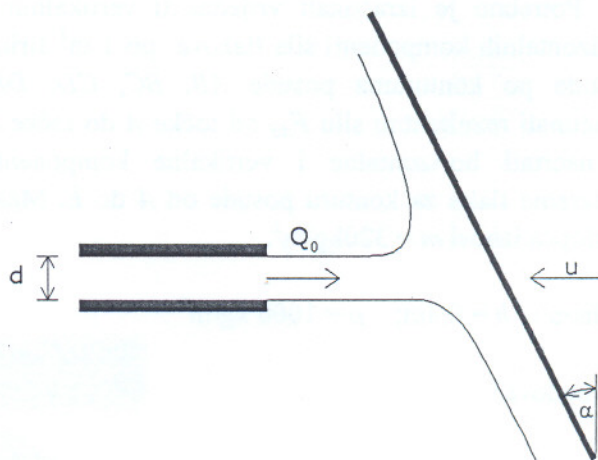
D (sve cijevi) = 15 mm, $\varepsilon = 0.02 \text{ mm}$, $\zeta_{RAC-A} = f(v_0) = 0.4$, $\zeta_{RAC-B} = f(v_0) = 0.2$, $\zeta_{KOLJ} = 0.6$.

(25 bodova)



Obavezno riješiti 1. i 2. zadatak!

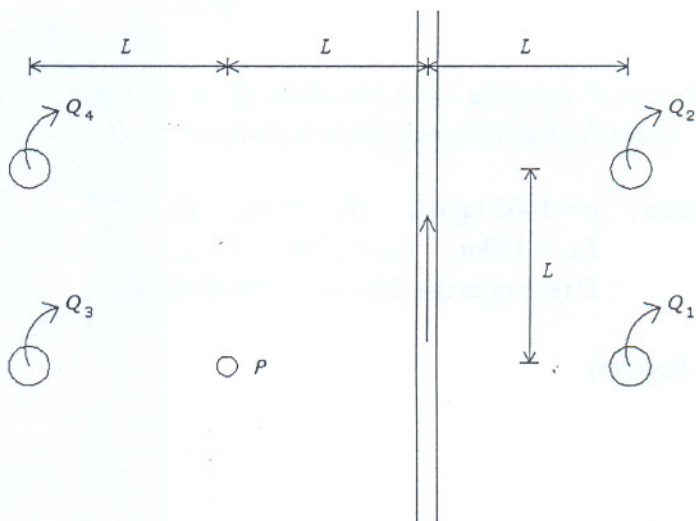
3. Mlaz vode od $Q_0 = 200$ l/s izlazi iz cijevi promjera $d = 8$ cm, udara u ravnu kosu ploču kao na slici te se razlijeva po ploči u svim smjerovima. Ploča se kreće jednolikom brzinom $u = 13$ m/s u smjeru suprotno od mlaza Q_0 . Potrebno je odrediti komponente sile F_x i F_y kojom mlaz djeluje na ploču. Težinu mlaza zanemariti i pretpostaviti bezviskozno strujanje.



Zadano : $\alpha = 30^\circ$; $\rho = 1000$ kg/m³

(20 bodova)

4. U vodonosnik sa slobodnim vodnim licem ($k = 0,002$ m/s) postavljena su četiri zdenca, po dva sa svake strane vodotoka. Potencijal vodonosnog sloja prije početka crpljenja iznosi $H_0 = 20$ m, a međusobne udaljenosti zdenaca definirane su na slici. Iz zdenaca se crpe količine $Q_1 = Q_3 = 0,01$ m³/s i $Q_2 = Q_4 = 0,015$ m³/s. Potrebno je odrediti sniženje u piezometru P ako je radijus utjecaja zdenaca $R = 500$ m, a $L = 50$ m.

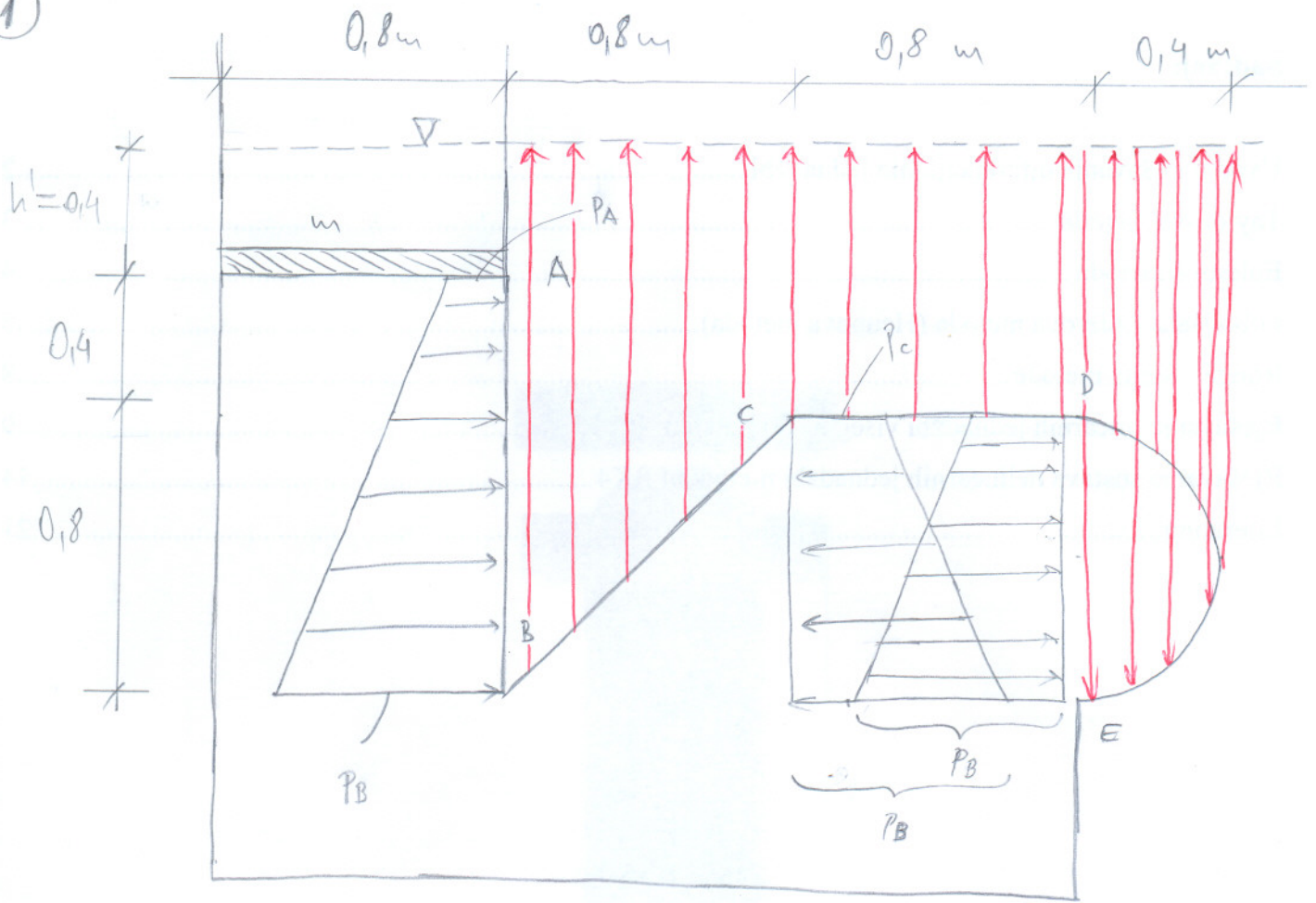


(20 bodova)

Teorija (15 bodova)

1. Napišite izraz za zakon održanja količine gibanja i objasnite članove.
2. Za kakvo strujanje je izveden Hagen-Poiseuilleov zakon i kako on glasi? Objasnite članove jednadžbe.
3. Što je to bučnica i zašto služi?
4. Objasnite i skicirajte pojavu vrelnе plohe.

①



$$m = 320 \text{ kg}$$

$$P_A = \frac{320 \cdot 9,81}{0,8} = 3,924 \text{ kPa} \quad \rightarrow \text{v.v.l} \quad h' = \frac{P_A}{\rho g} = 0,4 \text{ m}$$

$$P_B = P_A + \rho g \cdot 1,2 = 15,696 \text{ kPa} = P_E$$

$$P_C = P_A + \rho g \cdot 0,4 = 7,848 \text{ kPa} = P_D$$

$$F_{HAB} = \frac{P_A + P_B}{2} \cdot 1,2 = 11,77 \text{ kN}$$

$$-F_{HBC} = F_{HDE} = \frac{P_C + P_E}{2} \cdot 0,8 = 9,418 \text{ kN}$$

$$F_{HAE} = 11,77 \text{ kN}$$

$$F_{VBC} = \frac{P_B + P_C}{2} \cdot 0,8 = 9,418 \text{ kN}$$

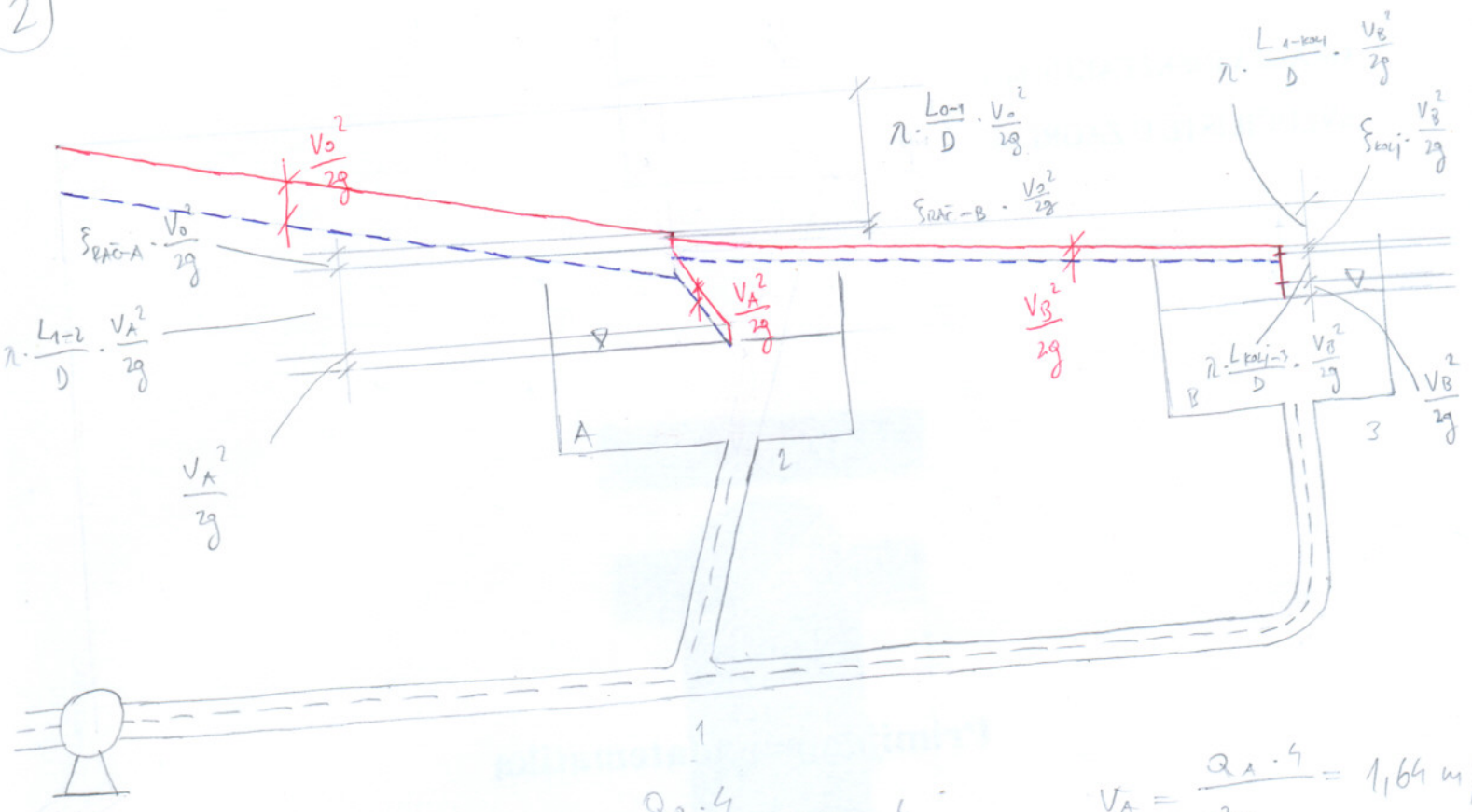
$$F_{VCD} = P_C \cdot 0,8 = 6,278 \text{ kN}$$

$$F_{VDE} = -\rho g \cdot 0,4^2 \pi \cdot \frac{1}{2} = -2,466 \text{ kN}$$

$$F_{AE} = \sqrt{11,77^2 + 13,23^2} = 17,71 \text{ kN}$$

$$F_{VAE} = 13,23 \text{ kN}$$

2



$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,02}{150} = 0,00013$$

$$\lambda = 0,0127 \text{ (ocitnica)}$$

$$V_0 = \frac{Q_0 \cdot 4}{D^2 \pi} = 2,77 \text{ m/s}$$

$$V_A = \frac{Q_A \cdot 4}{D^2 \pi} = 1,64 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{Q_B \cdot 4}{D^2 \pi} = 1,13 \text{ m/s}$$

0-3

$$\frac{P_0}{\rho g} + \frac{V_0^2}{2g} = h + \frac{V_0^2}{2g} \left(\lambda \frac{L_{01}}{D} + \sum K_{RAC-B} \right) + \frac{V_B^2}{2g} \left(\lambda \frac{L_{12}}{D} + \sum K_{KOL} + 1 \right)$$

$$\frac{P_0}{\rho g} = -\frac{2,77^2}{2g} + 12,4 + \frac{2,77^2}{2g} \left(0,0127 \cdot \frac{150}{0,15} + 0,2 \right) + \frac{1,13^2}{2g} \left(0,0127 \cdot \frac{130}{0,15} + 0,6 + 1 \right)$$

$$\frac{P_0}{\rho g} = -0,39 + 12,4 + 0,39(12,7 + 0,2) + 0,065(11,0 + 0,6 + 1)$$

$$\frac{P_0}{\rho g} = 17,86 \text{ m} \rightarrow P_0 = \rho g \cdot 17,86 = 175,2 \text{ kPa}$$

Tlak potlona u točki "0" do li
 tekuje 0 → 3 bilo s korekcijskim
 kije su zadane

0-2

$$\frac{p_0}{\rho g} + \frac{v_0^2}{2g} = H + \frac{v_0^2}{2g} \left(\lambda \frac{L_{01}}{D} + \sum_{PAE-A} \right) + \frac{v_A^2}{2g} \left(\lambda \frac{L_{12}}{D} + 1 \right)$$

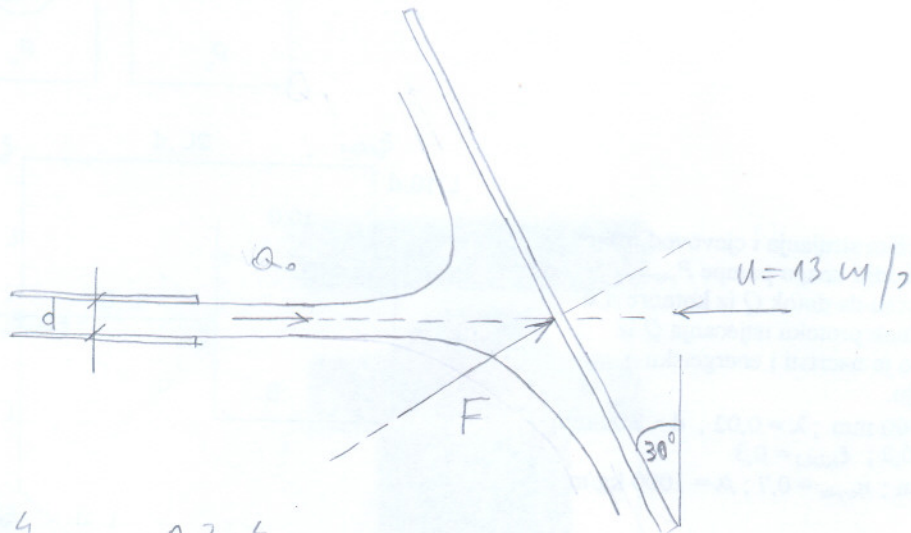
$$17,86 + 0,39 - 0,39 (12,7 + 0,4) - \frac{1,64^2}{2g} \left(0,0127 \cdot \frac{52}{0,15} + 1 \right) = H$$

$$H = 17,86 + 0,39 - 4,95 - 0,16 - 0,137 (4,43 + 1)$$

$$H = 13,14 - 0,603 - 0,137$$

$$H = \underline{\underline{12,4 \text{ m}}}$$

3



$$v_0 = \frac{Q_0 \cdot 4}{d^2 \pi} = \frac{0,2 \cdot 4}{0,02^2 \pi} = 39,79 \text{ m/s}$$

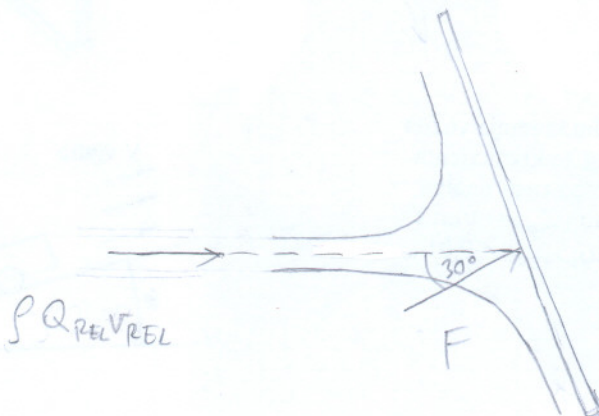
Bezviskano, strujanje \rightarrow sila F donita u ploču!

Relativna brza

$$v_{REL} = v_0 + u = 52,79 \text{ m/s}$$

Relativni protok

$$Q_{REL} = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot v_{REL} = 0,265 \text{ m}^3/\text{s}$$



$$F = \rho Q_{REL} \cdot v_{REL} \cdot \cos 30^\circ = 12,12 \text{ kN}$$

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 12,12 \cdot \cos 30^\circ = 10,5 \text{ kN}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 12,12 \cdot \sin 30^\circ = 6,06 \text{ kN}$$

(4)

$$\Delta\phi = \frac{Q_3}{2\pi} \ln \frac{R}{L} + \frac{Q_4}{2\pi} \ln \frac{R}{L\sqrt{2}} - \frac{Q_3}{2\pi} \ln \frac{R}{3L} - \frac{Q_4}{2\pi} \ln \frac{R}{L\sqrt{10}}$$

$$= \frac{0,01}{2\pi} \left(\ln \frac{500}{50} - \ln \frac{500}{150} \right) + \frac{0,015}{2\pi} \left(\ln \frac{500}{50\sqrt{2}} - \ln \frac{500}{50\sqrt{10}} \right)$$

$$= 0,00175 + 0,00192$$

$$= 0,00367$$

$$\Delta\phi = \frac{k (H_0^2 - h_p^2)}{2}$$

$$H_0^2 - h_p^2 = \frac{0,00367 \cdot 2}{0,002} = 3,67$$

$$h_p = \sqrt{H_0^2 - 3,67} = \sqrt{20^2 - 3,67} = 19,91 \text{ m}$$

$$s_p = H_0 - h_p = 20 - 19,91$$

$$s_p = 0,09 \text{ m}$$