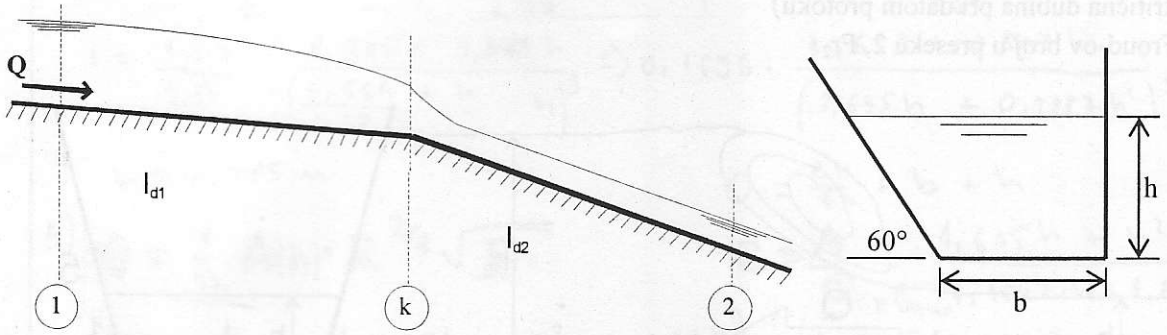
ZADACI ZA OVERU PRISUSTVA NA VEŽBAMA

(Napomena: slike kotirati u metrima, a ne u opštim brojevima)

ZADATAK 7.1

Betonski kanal trapeznog poprečnog preseka sastoji se iz dva segmenta različitih podužnih nagiba: $I_{d1} = \beta/40$ ‰ i $I_{d1} = (\beta+5*\alpha)$ ‰. Maningov koeficijent hrapavosti iznosi $n = 0.016\ m^{-1/3}s$, a širina kanala u dnu $b = 0.05*\beta$ [m]. Tečenje u kanalu je ustaljeno, a protok je $Q = (\alpha+\beta)/30\ m^3/s$. Odrediti:

a) Kritičnu dubinu, koja se formira u preseku k,
b) Normalne dubine u obe deonice kanala i
c) Režime tečenja na osnovu vrednosti Fr broja u presecima 1 i 2.

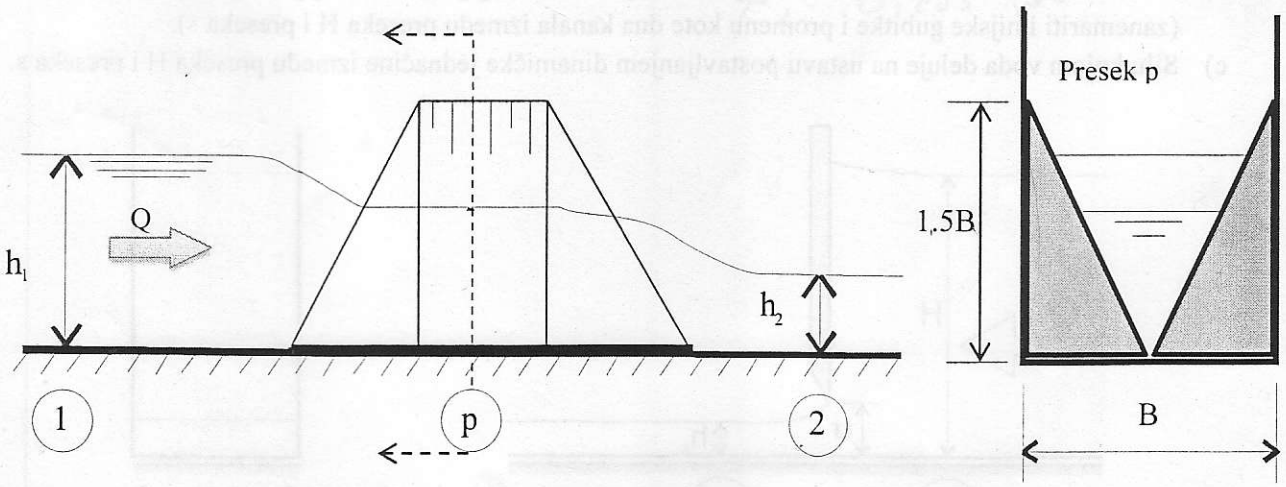


ZADATAK 7.2

U horizontalnom kanalu pravougaonog poprečnog preseka, širine $B = \beta/25$ m, nalazi se bočno suženje u okviru kog se formira kritična dubina $h_{kr} = (\alpha+\beta)/45$ m. Odrediti:

a) Protok u kanalu,
b) Dubine u presecima 1 i 2, tako da je tečenje ispred suženja u mirnom a iza suženja u burnom režimu. Gubitak energije of preseka 1 do preseka p iznosi 25% brzinske visine u preseku p, a gubitak energije između preseka p i preseka 2 je 15% brzinske visine u preseku 2.

Napomena: Voditi računa da je dubina u preseku 1 veća, a u preseku 2 manja od kritične dubine koja se ostvaruje u suženju.



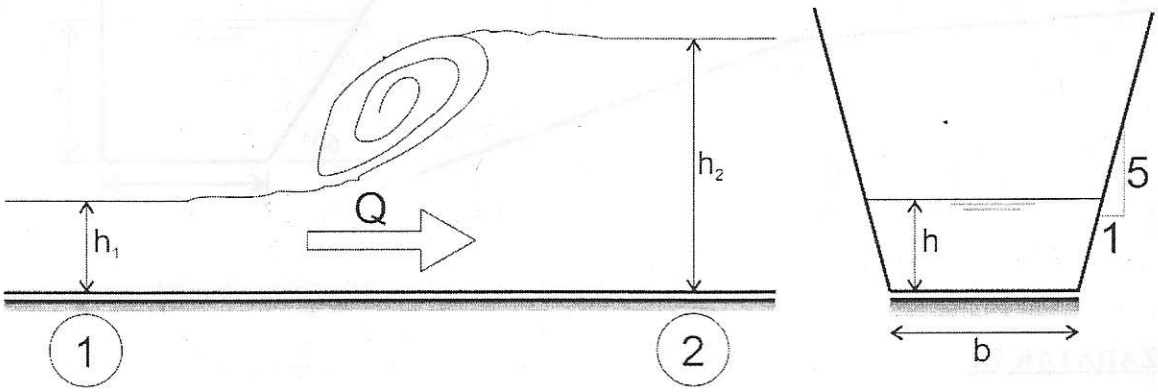
Okrenuti stranu!

ZADACI ZA DOMAĆI RAD

ZADATAK 7.3

U kanalu trapeznog poprečnog preseka širine u dnu b = β/5 [m] formira se hidraulički skok između preseka 1 i 2. Ako je pri protoku od Q = (α+β)/2 m^3/s određen Froud-ov broj u preseku 1 Fr_1 = β/5, izračunati:

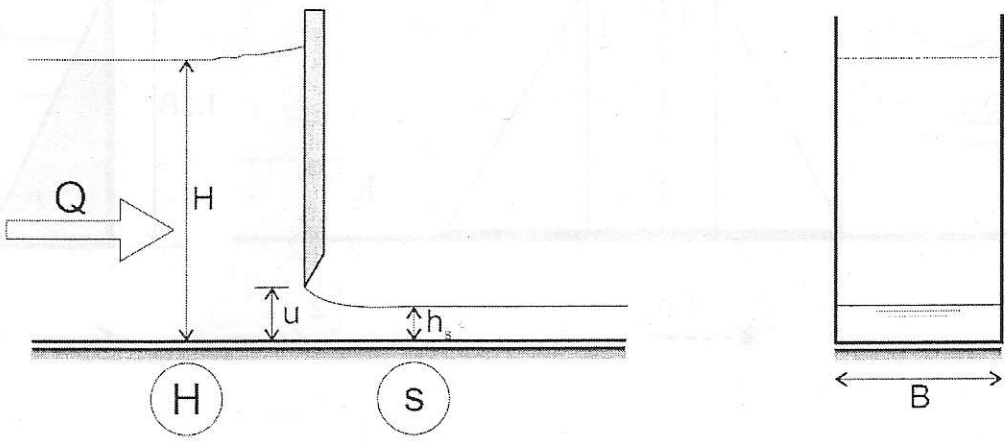
a) Dubinu u preseku 1, h_1,
b) Kritičnu dubinu h_{kr} pri izmerenom protoku Q,
c) Dubinu u preseku 2, h_2, koja je konjugovana dubini h_1 (imaju istu vrednost funkcije hidrauličkog skoka Φ). Dubinu h_2 odrediti očitavanjem sa dijagrama funkcije skoka. Dijagram funkcije skoka nacrtati na osnovu sračunatih vrednosti za dubine: h = 0.10h_{kr}, 0.25h_{kr}, 0.50h_{kr}, h_{kr}, 3h_{kr}, 5h_{kr} (h_{kr} kritična dubina pri datom protoku)
d) Froud-ov broj u preseku 2, Fr_2.



ZADATAK 7.4

U kanalu pravougaonog poprečnog preseka širine B = 1.0+β/30 m postavljena je ustava. Merena je dubina vode u kanalu ispred ustave (u preseku H) i ona iznosi H = 4.0+ β/40 m. Odrediti:

a) Dubinu u suženom preseku iza ustave h_s, ako je otvorenost ustave u = 0.5+ β/150 m i koeficijent kontrakcije mlaza C_A = 0.70.
b) Protok koji protiče ispod ustave, ako je koeficijent lokalnog gubitka energije na ustavi ξ = 0.15 (zanemariti linijske gubitke i promenu kote dna kanala između preseka H i preseka s).
c) Silu kojom voda deluje na ustavu postavljanjem dinamičke jednačine između preseka H i preseka s.



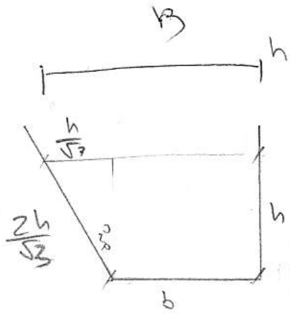
7.1

$I_{d1} = 8{,}17 \cdot 10^{-4}$ $Q = 1{,}29 \; m^3/s$

$I_{d2} = 0{,}0627$

$n = 0{,}016 \; m^{-\frac{1}{3}} s$

$b = 1{,}635$



$h = \frac{a\sqrt{3}}{2}$

$a = \frac{2h}{\sqrt{3}}$

O – оквашени обим попр. пресека

R – хидраулички радијус

a) $Fr = \frac{Q^2 B}{g A^3}$ → $Fr = 1$ – критична дубина

$B = b + \frac{h}{\sqrt{3}} = 1{,}635 + \frac{h}{\sqrt{3}}$

$A = \frac{b + b + \frac{h}{\sqrt{3}}}{2} \cdot h = \frac{2b\sqrt{3} + h}{2\sqrt{3}} \cdot h = bh + \frac{h^2}{2\sqrt{3}} = 1{,}635h + h^2 \cdot 0{,}2887$

$1 = \frac{1{,}29^2}{9{,}81} \cdot \frac{1{,}635 + 0{,}577h}{\left(\frac{5{,}664 + h}{2\sqrt{3}} \cdot h\right)^3} \Rightarrow 0{,}1696 \cdot \frac{1{,}635 + 0{,}577h}{(1{,}635h + 0{,}2887h^2)^3} = 1$

$h = 0{,}385 \, m$

$O = \frac{2h}{\sqrt{3}} + b + h$

b) $Q = \frac{1}{n} A(h) \cdot R^{2/3} \sqrt{I_d}$

$R = \frac{A}{O_{оквaш}} = \frac{1{,}635h + h^2 \cdot 0{,}2887}{1{,}1547 \cdot h + 1{,}635 + h}$

$1{,}29 = \frac{1}{0{,}016} \cdot (1{,}635h + h^2 \cdot 0{,}2887) \cdot \left(\frac{1{,}635h + h^2 \cdot 0{,}2887}{1{,}1547h + 1{,}635 + h}\right)^{2/3} \cdot 0{,}0286$

$\sqrt{I_{d1}}$

$\sqrt{I_{d2}} = 0{,}2504$

$h_1 = 0{,}41 \, m$ $h_2 = 0{,}175$ – норм. дубине и сад се оствари нове фр.

c) $Fr_1 = \frac{Q^3 B_1}{g A_1^3} = 0{,}2009 < 1$ миран режим

$B_1 = 1{,}635 + \frac{0{,}41}{\sqrt{3}} = 2{,}045$

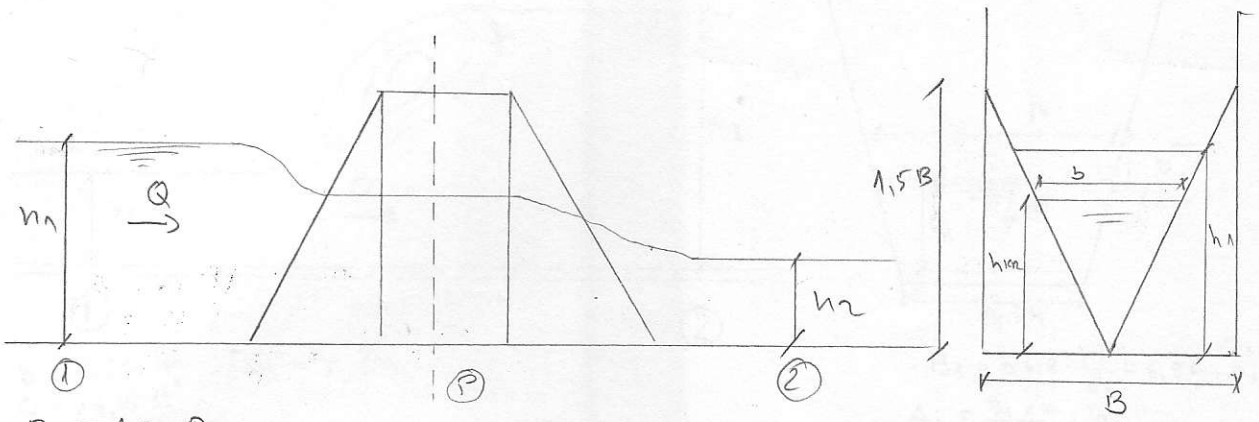
$A_1 = 1{,}635 \cdot 0{,}41 + 0{,}41^2 \cdot 0{,}2887 = 1{,}306$

$Fr_2 = \frac{Q^3 B_2}{g A_2^3} = 14{,}797 > 1$ бурни режим

$B_2 = 1{,}736 \, m$

$A_2 = 0{,}295 \, m^2$

7.2



$B = 1,308\,m$

$h_{kr} = 0,86\,m$

a) $\frac{b}{h_{kr}} = \frac{B}{1,5B} \Rightarrow b = \frac{h_{kr}}{1,5} \Rightarrow b = 0,573\,m$ (слични от триъгълна)

$A_p = \frac{b \cdot h_{kr}}{2} \Rightarrow A_p = 0,247\,m^2$

$Fr = 1$

$1 = \frac{Q^2 B}{g A^3} \Rightarrow Q^2 = \frac{g A^3}{b} \Rightarrow \boxed{Q = 0,508 \frac{m^3}{s}}$

b) $E_1 = E_p + \Delta E_{1-p}$

$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_{kr} + \frac{v_p^2}{2g} + \frac{25}{100}\frac{v_p^2}{2g}$

$h_1 + \frac{0,15^{-1}}{h_1^2} \cdot \frac{1}{2g} = 0,86 + \frac{2,054^2}{2g} + \frac{25}{100} \cdot \frac{2,054^2}{2g}$

$h_1 + \frac{4,696 \cdot 10^{-3}}{h_1^2} = 1,1296$

$\boxed{h_1 = 1,123\,m}$

$A_1 = h_1 \cdot B$

$A_p = 0,247\,m^2$

$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{Q}{h_1 B} \Rightarrow v_1 = \frac{0,388}{h_1}$

$v_p = \frac{Q}{A_p} \Rightarrow v_p = 2,054 \frac{m}{s}$

$E_p = E_2 + \Delta E_{p-2}$

$h_{kr} + \frac{v_p^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{15}{100}\frac{v_2^2}{2g}$

$0,86 + \frac{2,054^2}{2 \cdot 9,81} = h_2 + \frac{1}{h_2^2}\left(\frac{0,388^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{15}{100} \cdot \frac{0,388^2}{2 \cdot 9,81}\right)$

$1,074 = h_2 + \frac{8,82 \cdot 10^{-3}}{h_2^2}$

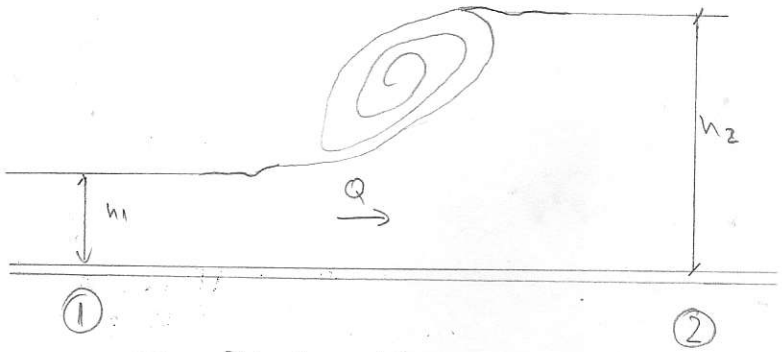
$\boxed{h_2 = 0,095\,m}$

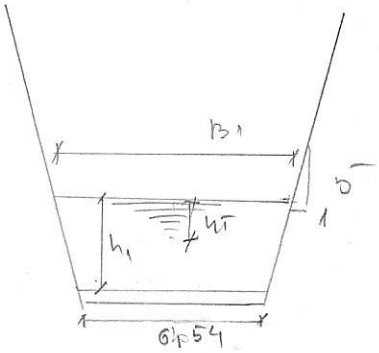
$A_2 = B \cdot h_2$

$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{Q}{h_2 \cdot B} \Rightarrow v_2 = \frac{0,388}{h_2}$

Наташа Миловановић 198/13

7.3





$b = 6{,}54\ m \quad Fr_1 = 6{,}54$

$Q = 19{,}35\ \frac{m^3}{s}$

$B_1 = b + 2 \cdot \frac{h_1}{5} = 6{,}54 + 0{,}4 h_1$

$A_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot h_1$

$v_1 = \frac{Q}{A_1}$

a) $Fr_1 = \frac{Q^2 \cdot B_1}{g A_1^3} \Rightarrow \frac{A_1^3}{B_1} = \frac{Q^2}{Fr_1 \cdot g}$

$\left(\frac{(B_1 + b) \cdot h_1}{2}\right)^3 \cdot \frac{1}{b + 2\frac{h_1}{5}} = \frac{Q^2}{Fr_1 \cdot g} = 5{,}836$

$\left(\frac{(1{,}3\,084 + 0{,}4 h_1) \cdot h_1}{2}\right)^3 \cdot \frac{1}{6{,}54 + 0{,}4 h_1} = 5{,}836 \Rightarrow \boxed{h_1 = 0{,}512\ m}$

b) $Fr = 1 = \frac{Q^2 B}{g A^3} \Rightarrow \frac{A^3}{B} = \frac{Q^2}{g} = 38{,}14$

$B = b + 2 \cdot \frac{h_{KK}}{5}$

$A = \frac{B + b}{2} \cdot h_{KK}$

$(2 \cdot 6{,}54 + 0{,}4 h_{KK})^3 \cdot \frac{1}{8} h_{KK}^3 = (6{,}54 + 0{,}4 h_{KK}) \cdot 38{,}14$

$\boxed{h_{KK} = 0{,}953\ m}$

c) $\Phi(h) = h_T \cdot A + \frac{Q^2}{A g} \qquad h_T = h - z_T \qquad z_T = \frac{z_\square A_\square + 2 \cdot z_\triangle \cdot A_\triangle}{A_\square + 2 A_\triangle}$

$z_T = \frac{\frac{h}{2} \cdot b \cdot h + 2 \cdot \frac{1}{3} h \cdot \frac{\frac{1}{2} h \cdot h}{2}}{b \cdot h + 2 \cdot \frac{1}{2} h \cdot h} = \frac{3{,}27 h^2 + 0{,}133 h^3}{6{,}54 h + 0{,}2 h^2} \Rightarrow z_T = \frac{3{,}27 h + 0{,}133 h^2}{6{,}54 + 0{,}2 h}$

$h_T = h - z_T = \frac{6{,}54 h + 0{,}2 h^2 - 3{,}27 h - 0{,}133 h^2}{6{,}54 + 0{,}2 h} \Rightarrow h_T = \frac{3{,}27 h + 0{,}067 h^2}{6{,}54 + 0{,}2 h}$

$A = \frac{B + b}{2} \cdot h = \frac{2b + 0{,}4 h}{2} \cdot h \Rightarrow A = (6{,}54 + 0{,}2 h) h$

$\Phi(h) = \frac{0{,}067 h^2 + 3{,}27 h}{6{,}54 + 0{,}2 h} \cdot (6{,}54 + 0{,}2 h) h + \frac{19{,}35^2}{9{,}81 \cdot h \cdot (6{,}54 + 0{,}2 h)}$

$\Phi(h) = 0{,}067 h^3 + 3{,}27 h^2 + \frac{38{,}164}{6{,}54 h + 0{,}2 h^2}$

$\Phi(h_1) = 12{,}089$

$\Phi(h_{KK}) = 8{,}978$

$\Phi(0{,}1 h_{KK}) = 61{,}089$

$\Phi(0{,}25 h_{KK}) = 24{,}504$

$\Phi(0{,}5 h_{KK}) = 12{,}82$

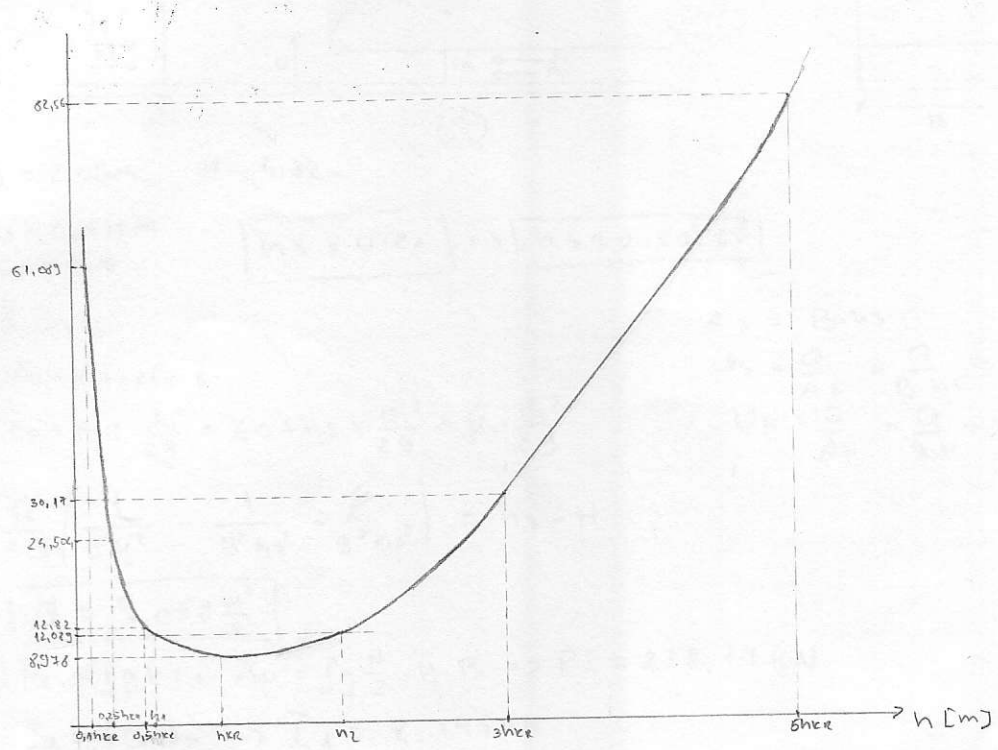
$\Phi(3 h_{KK}) = 30{,}14$

$\Phi(5 h_{KK}) = 82{,}56$

7.3

Насиавак

c)



$h_2 \approx 1,7,5\,m$

d) $Fr_2 = \frac{Q^2 B_2}{g A_2^3}$

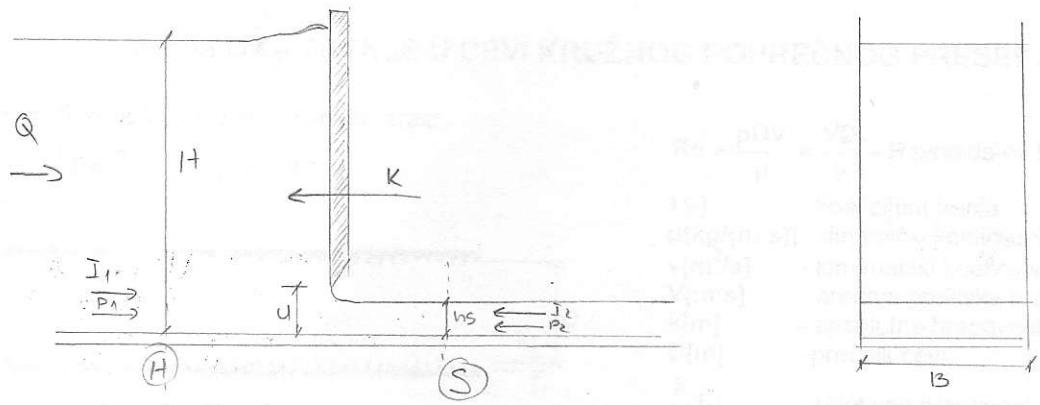
$B_2 = b + \frac{2}{5} \cdot h_2 \Rightarrow B_2 = 7,24\,m$

$A_2 = \frac{B_2 + b}{2} \cdot h_2 \Rightarrow A_2 = 12,057\,m^2$

$Fr_2 \doteq 0,158$

Наташа Миловановић 198/13

7.41



$B = 2{,}09\,m \qquad H = 4{,}82$

a) $u = 0{,}718\,m$
$C_A = 0{,}4$

$$h_s = u \cdot C_A \Rightarrow h_s = 0{,}5026\,m$$

b) $\xi = 0{,}15$

$$E_H = E_S + \Delta E_{H-S}$$

$$z_0 + H + \frac{v_H^2}{2g} = z_0 + h_s + \frac{v_s^2}{2g} + \xi \cdot \frac{v_s^2}{2g}$$

$$\frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{B^2H^2} - \frac{1}{B^2h_s^2} - \frac{\xi}{B^2h_s^2}\right) = h_s - H$$

$$Q = 9{,}058\,\frac{m^3}{s}$$

$A_s = B \cdot h_s$

$$v_s = \frac{Q}{A_s} = \frac{Q}{B \cdot h_s} \Rightarrow v_s = 8{,}62\,\frac{m}{s}$$

$$v_H = \frac{Q}{A_H} = \frac{Q}{B \cdot H} \Rightarrow v_H = 0{,}899\,\frac{m}{s}$$

c) $P_1 = \rho g h_{T1} \cdot A_H = \rho g \frac{H}{2} \cdot H \cdot B \Rightarrow P_1 = 238{,}17\,kN$

$I_1 = \rho Q v_H \Rightarrow I_1 = 8{,}143\,kN$

$P_2 = \rho g h_{T2} A_S = \rho g \frac{h_s}{2} B \cdot h_s \Rightarrow P_2 = 2{,}589\,kN$

$I_2 = \rho Q v_s = \rho Q \cdot \frac{Q}{B \cdot h_s} \Rightarrow I_2 = 78{,}079\,kN$

$$\vec{I_1} + \vec{I_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{K} = 0$$

$$-K = 165{,}645\,kN$$

✓

Наташа Миловановић 198/13