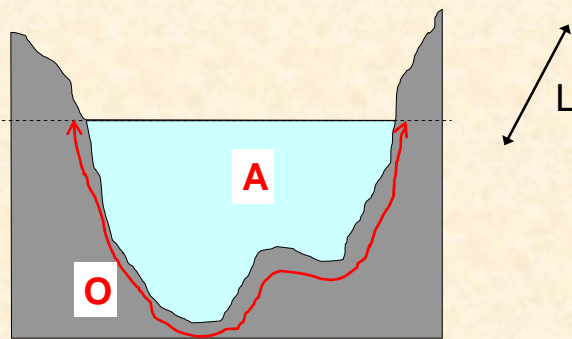


- na slobodnoj površini hidrostati ki pritisak je u ravnoteži sa atmosferskim, pa je pijeziometarska linija jednaka liniji slobodne površine

- nagib dna korita obi no se ozna ava sa $i = \sin(\alpha)$

- bitna razlika je skrivena: kod slobodnog toka nivo vode se slobodno mijenja, pa se mijenja i hidrauli ki radijus. To zna i da koeficijent otpora (turbulentni tok u hidrauli ki hrapavom režimu) zavisi od dubine toka! Kod cijevi je on konstantan!



$$R_h = \frac{A}{O}$$

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h$$

Definicije padova:

pad dna korita:
$$I = \frac{z_1 - z_2}{L}$$

pad vodnog lica:

$$I_0 = \frac{z_{h1} - z_{h2}}{L} \quad z_{h1} = h_1 + z_1 \quad z_{h2} = h_2 + z_2$$

pad energetske linije:
$$I_E = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta h}{L}$$

Jednoliko te enje

- hidrauli ke karakteristike toka jednake su po cijeloj njegovoj dužini (presjek, nagib, koef. otpora!)
- protok Q i srednja brzina su je konstantni
- pad energetske linije (I_E) jednak je padu dna korita I
- dubina vodotoka koja odgovara jednolikom te enju naziva se normalna dubina, h_0

- sila trenja raspoređena je po okvašenoj površini korita OL ,
tj.:

$$F_t = c_f \rho \frac{v^2}{2} OL$$

- a gubitak energije je

$$\Delta h = \frac{F}{\rho g A} = c_f \frac{v^2}{2g} \frac{L}{R_h}$$

iz prethodne formule nalazimo srednju brzinu izmeđ u dva presjeka:

$$v = \sqrt{\frac{2g}{c_f}} \sqrt{R_h I_E} = C \sqrt{R_h I_E}$$

ovo je Chezy-eva formula (Chezy 1769 pokusima)

i o ito je

$$C = \sqrt{\frac{2g}{c_f}}$$

C se određuje pomoću nekoliko aproksimativnih formula:

Manning-ova formula:
$$C = \frac{1}{n} R_h^{\frac{1}{6}}$$

n [$\text{sm}^{-1/3}$] je Manning-ov koeficijent hrapavosti

Manning-ova formula za srednju brzinu:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{\frac{2}{3}} \sqrt{I_E}$$

Manning-ov koeficijent za razne površine :

površina:	n [sm ^{-1/3}]
posebno glatka	0,009
beton	0,014
zemlja	0,028
stari zemljani kanal	>0,04

Veza koeficijenta trenja za cijev i za otvoreni tok 1

Chezy-ovu i Darcy-Wiesbach-ovu formulu možemo povezati. Za to ih obe izrazimo kao pad energetske linije I_E :

Chezy-eva f.:

$$I_E = \frac{v^2}{C^2 R_h}$$

Darcy-Wiesbach-ova
f. (okrugla cijev,
 $I_E = \Delta h/L$):

$$I_E = \frac{\lambda}{4R_h} \frac{v^2}{2g}$$

pa na kraju nalazimo vezu koeficijenta trenja cijevi i Chezy-evog koeficijenta:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$$

Odnosno

$$\lambda = \frac{8g}{C^2}$$

C izrazimo preko Manning-ove formule:

$$\lambda = \frac{8gn^2}{R_h^{\frac{1}{3}}}$$

a R_h preko pre nika cijevi ($R_h=d/4$):

$$\lambda = \frac{125n^2}{\sqrt[3]{d}}$$

Ovo je Manning-ova formula za koeficijent trenja cijevi

- ona se vrlo često koristi u praksi jer je jednostavna
- važi za hidrauli ki hrapavu cijev
- rezultati koje ona daje unutar su greške koju neta nosti u poznavanju hrapavosti cijevi izazivaju kod Colebrook-White-ove formule (da ne bude zabune, ni n nije sasvim ta no poznat!)

Proticaj

$$Q = Av = AC\sqrt{R_h I_E} = k_0\sqrt{I_E}$$

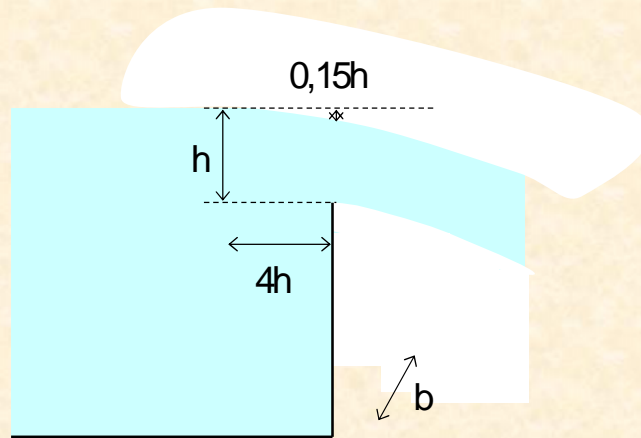
gdje je $k_0 = AC\sqrt{R_h}$

tzv. **modul protoka** ili propusna karakteristika pri jednolikom strujanju

$$k_0 = \frac{1}{n}AR_h^{\frac{2}{3}}$$

Prelivi

Preliv je prepreka u toku preko koje dolazi do preliivanja vode.



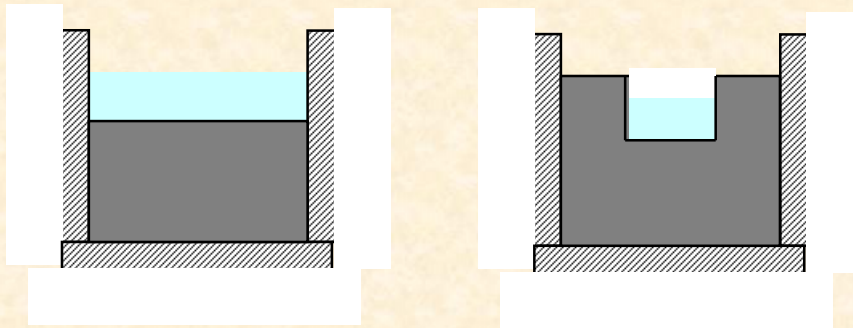
Kod prora una preliiva polazimo od formule za istjecanje kroz veliki otvor:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

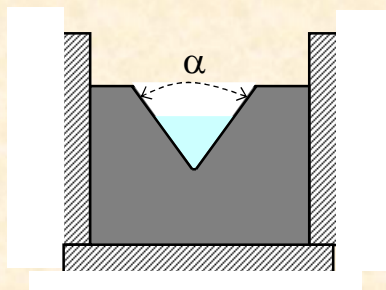
Tu uzimamo da je gornji rub "otvora" iznad površine vode ($h_1=0$, $h_2=h$), što rezultira jednostavnijom formulom:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} h^{\frac{3}{2}}$$

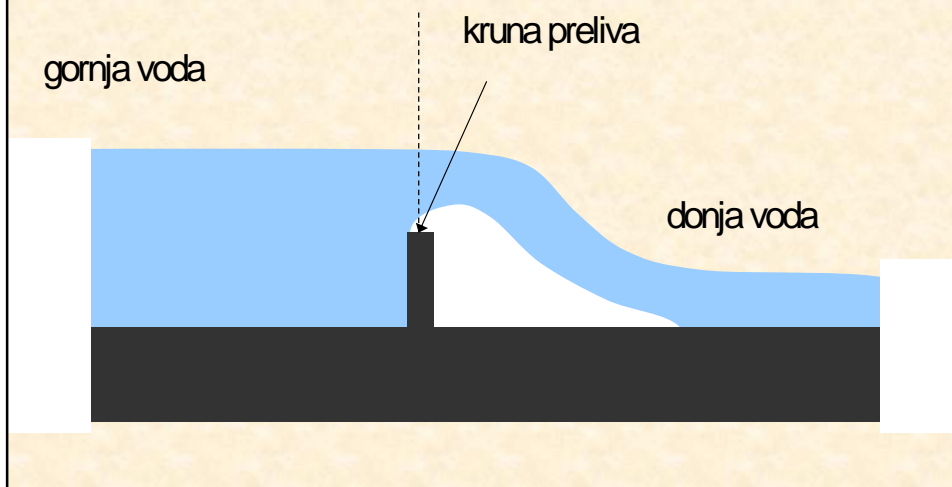
Visina h mora se meriti na nekoj udaljenosti ispred samog preliva (bar 4 puta ve oj od visine h) da se izbjegne greška zbog spuštanja nivoa vode na samom prelivu! Preliva ima raznih vrsta:



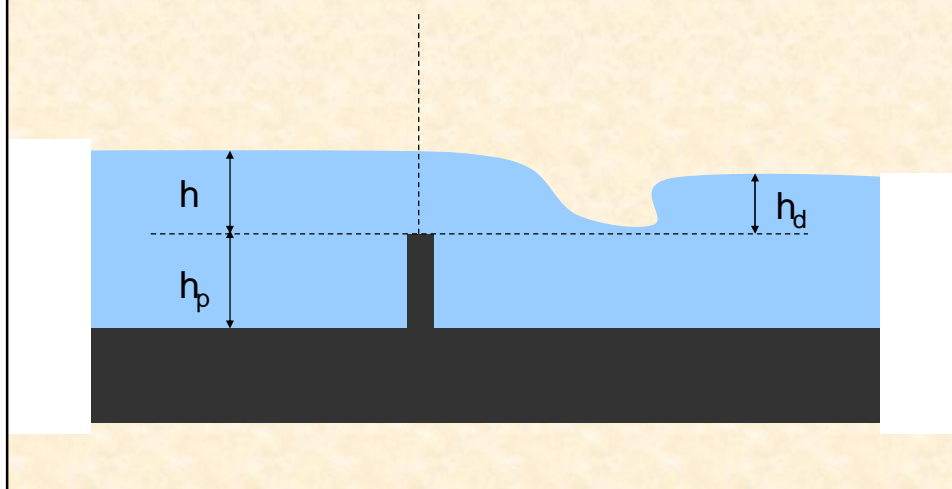
Za merenje malih protoka koriste se i prelievi trougaonog presjeka:



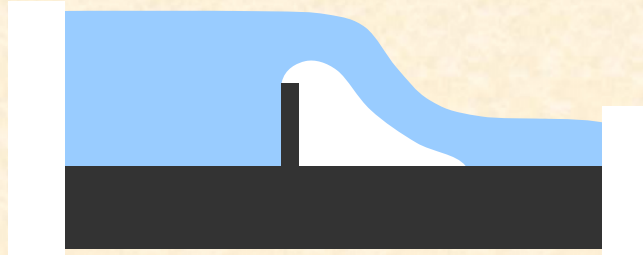
Kod nepotopljenog preliva donja voda nema uticaj na protok.



Preliv je potopljen ako gornja voda ima uticaj na protok. U tom sluaju površina donje vode je viša od krune preliva.



Nepotopljeni oštrovi ni preliv

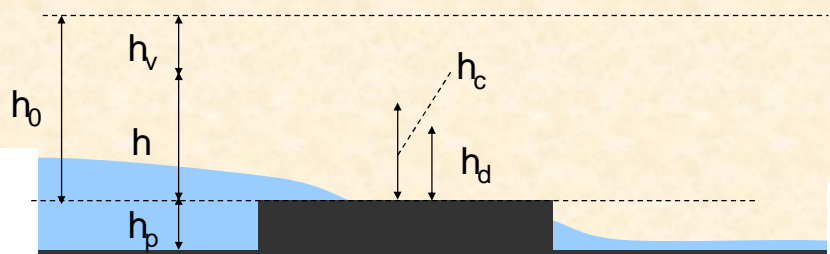


$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2gh}^{\frac{3}{2}}$$

$$\mu = \mu_0 \left[1 + 0,55 \left(\frac{h}{h + h_p} \right)^2 \right]$$

Nepotopljeni preliv sa širokim pragom

Preliv sa širokim pragom je nepotopljen ako je dubina vode na njemu (h) manja od kritične dubine h_c .



$$Q = \mu b \sqrt{2gh_0}^{\frac{3}{2}}$$