

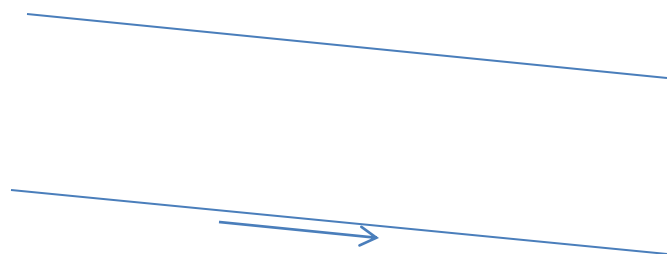
# **HIDRAULIKA TEČENJA U OTVORENIM KANALIMA**

# TEČENJE U OTVORENIM TOKOVIMA

## PODELA

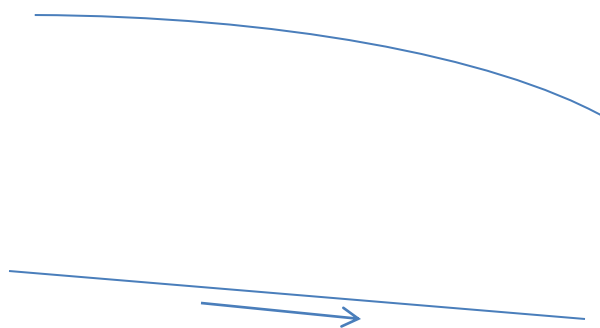


- Jednoliko tečenje: nema promene hidrauličkih parametara (dubina, brzine, protok) duž kanala.



$$\frac{\partial h}{\partial x} = 0$$

Nejednoliko tečenje: ima promene hidrauličkih parametara (dubina, brzine, protok) duž kanala.



$$\frac{\partial h}{\partial x} \neq 0$$

- Ustaljeno tečenje: nema promene hidrauličkih parametara (dubina, brzine, protok) u nekom poprečnom preseku kanala, tokom vremena.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$$

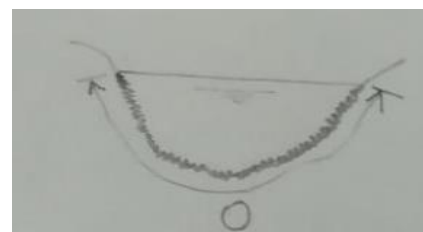
- Neustaljeno tečenje: ima promene hidrauličkih parametara (dubina, brzine, protok) u nekom poprečnom preseku kanala, tokom vremena.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0$$

- Najjednostavniji vid tečenje je ustaljeno jednoliko tečenje. Za ustaljeno tečenje protok u kanalu se dobija preko Šezi-Maningove formule:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$

- Gde je:
- Q - protok ( $m^3/s$ )
- n - maningov koeficijent ( $m^{-1/3}s$ )
- A - površina poprečnog preseka kanala ( $m^2$ )
- R - hidraulički radijus (m)
- I - nagib dna kanala (/)
- O - okvašeni obim (ukupna dužina na kojoj voda dodiruje dno i bokove korita)



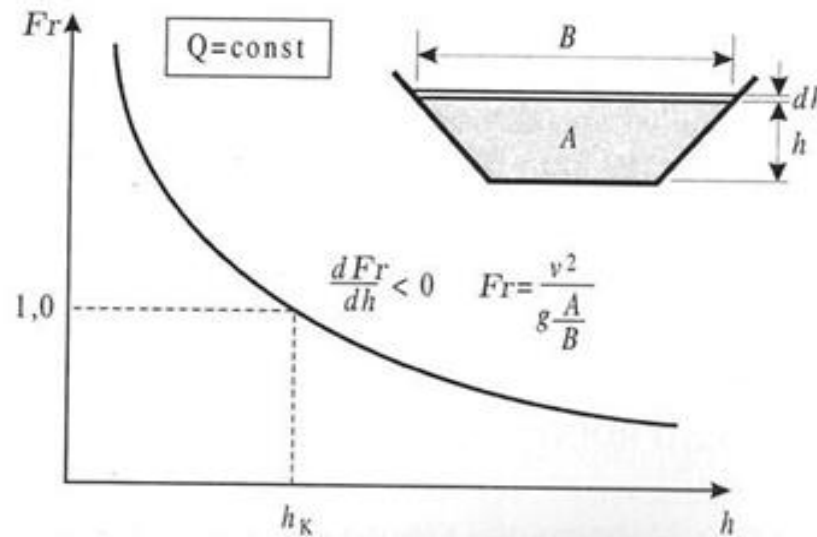
- Dubina koja se uspostavlja u kanalu se naziva normalna dubina.
- Režim tečenja u kanalu može biti miran i buran.
- Režim je miran ako je normalna dubina u kanalu veća od kritične, odnosno ako je Frudov broj manji od jedinice.
- Režim je buran ako je normalna dubina u kanalu manja od kritične, odnosno ako je Frudov broj veći od jedinice.
- Frudov broj se računa po sledećoj formuli:

$$F_r = \frac{Q^2 B}{g A^3}$$

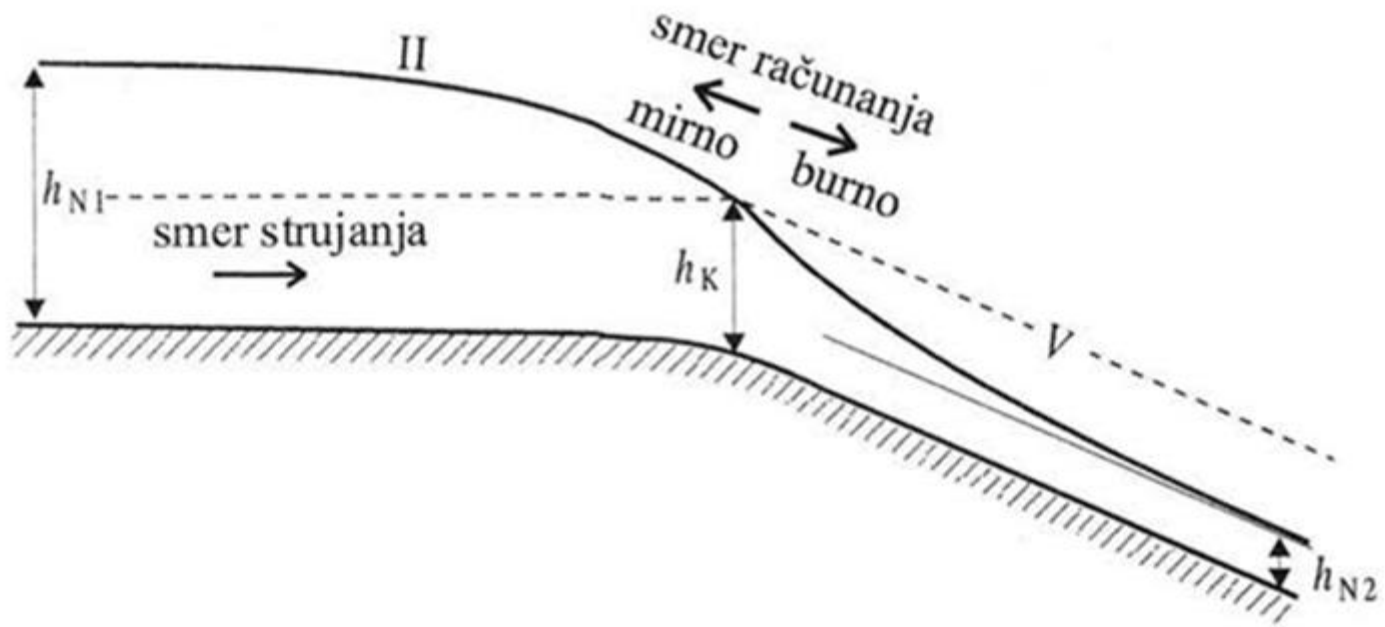
- gde je:
- B - širina vodenog ogledala,
- g - gravitaciono ubrzanje.

- Kako kritična dubina predstavlja granicu između mirnog i burnog režima, ona će se dobiti ako je Frudov broj jednak jedinici.

ako je  $Fr = 1 \Rightarrow h = h_{kr}$

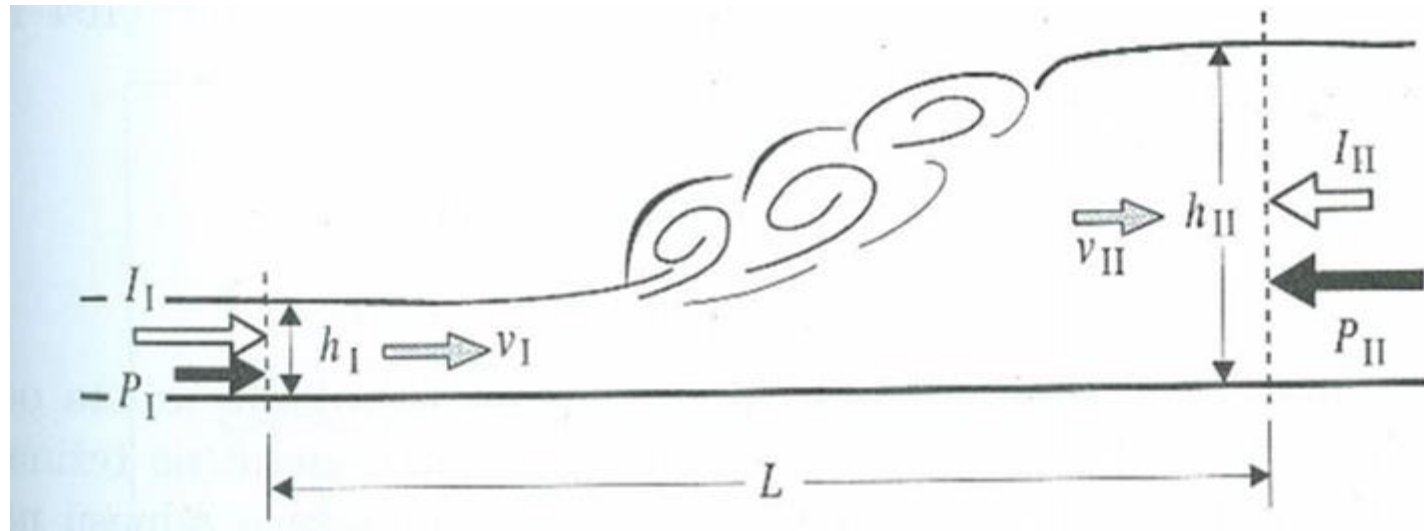


- Prelazak iz mirnog u buran režim se ostvaruje preko kritične dubine:

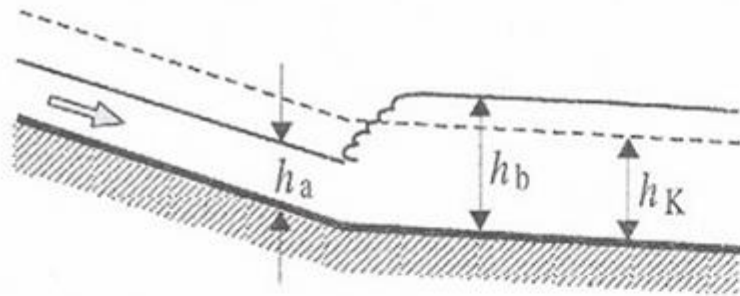




- Prelazak iz burnog u miran režim se ostvaruje preko hidrauličkog skoka:

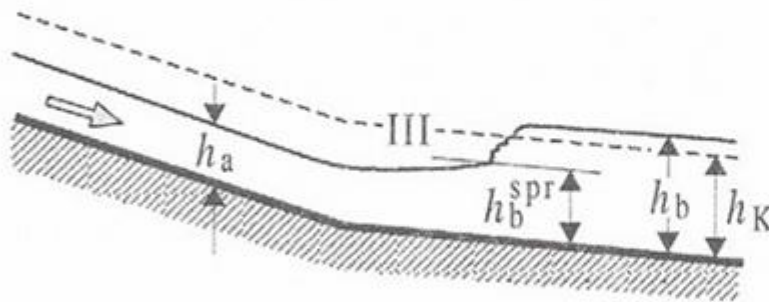


- Položaj hidrauličkog skoka u zavisnosti od dubina:



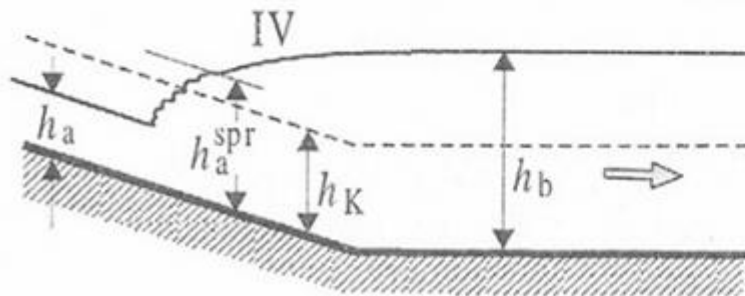
$$h_a = h_b^{\text{spr}}$$

$$h_b = h_a^{\text{spr}}$$



$$h_a < h_b^{\text{spr}} < h_K < h_b < h_a^{\text{spr}}$$

$\uparrow$  skok  $\uparrow$



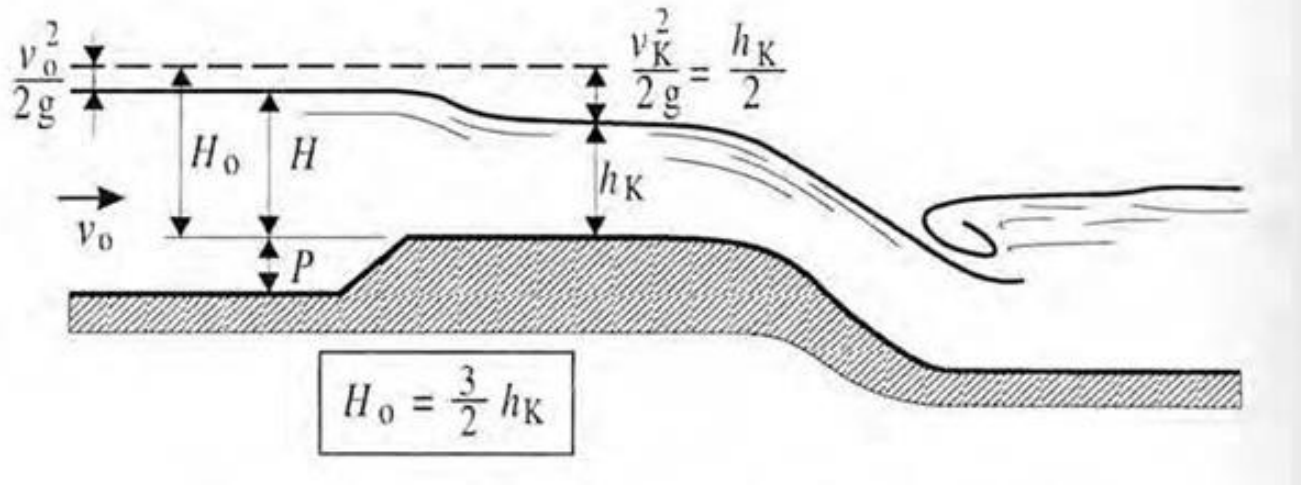
$$h_b^{\text{spr}} < h_a < h_K < h_a^{\text{spr}} < h_b$$

$\uparrow$  skok  $\uparrow$

# Prelivanje

- Naziv preliv pripada objektu preko kojeg voda preliva.

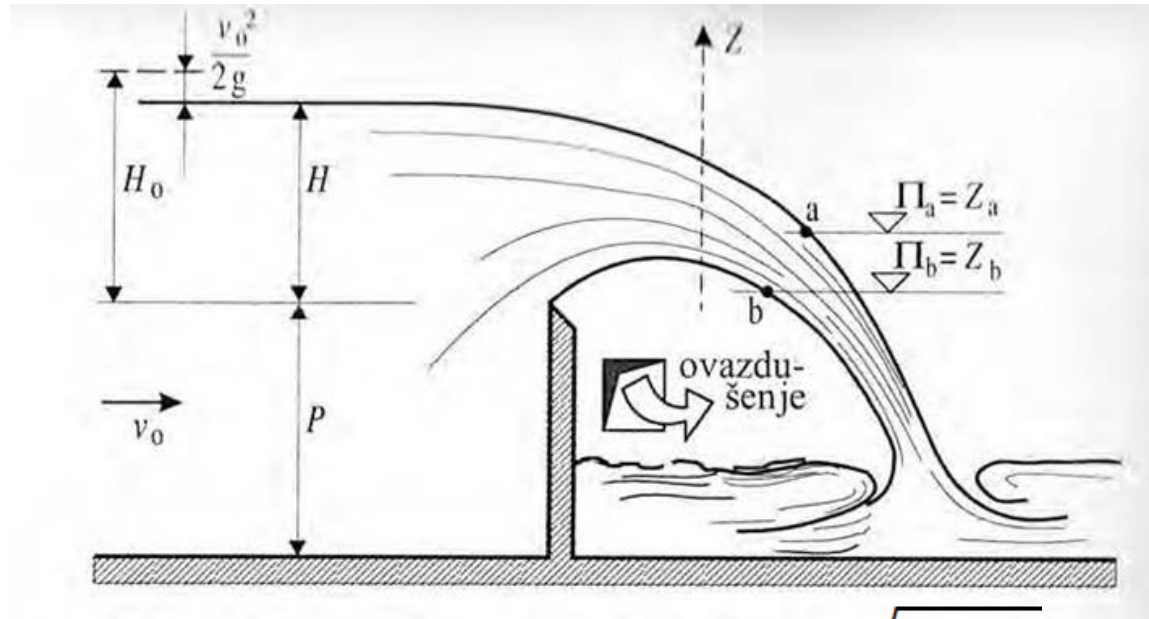
## Prelivanje preko širokog praga



Brzina na pragu jednaka je kritičnoj brzini:

$$v_K = \sqrt{2g(H_0 - h_K)}$$

# Prelivanje preko preliva



Protok preko preliva se računa po formuli:  $Q = mB\sqrt{2gH^3}$

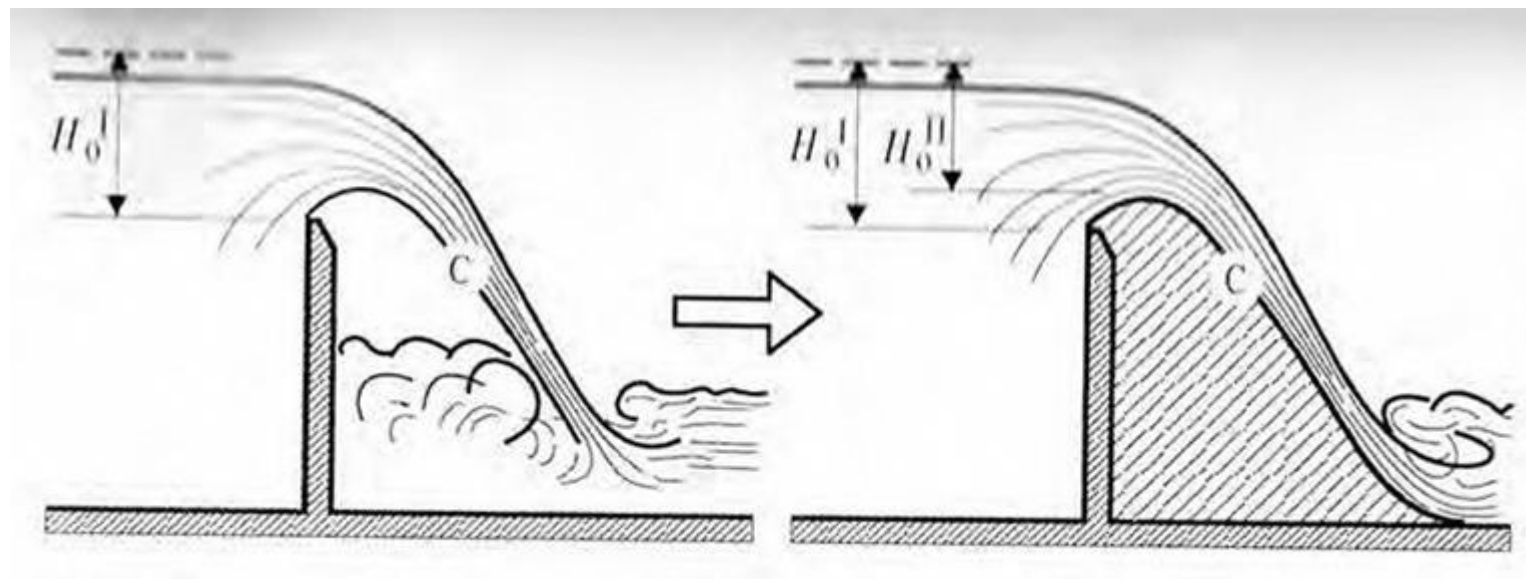
pri čemu je:

$m$  - koeficijent prelivanja

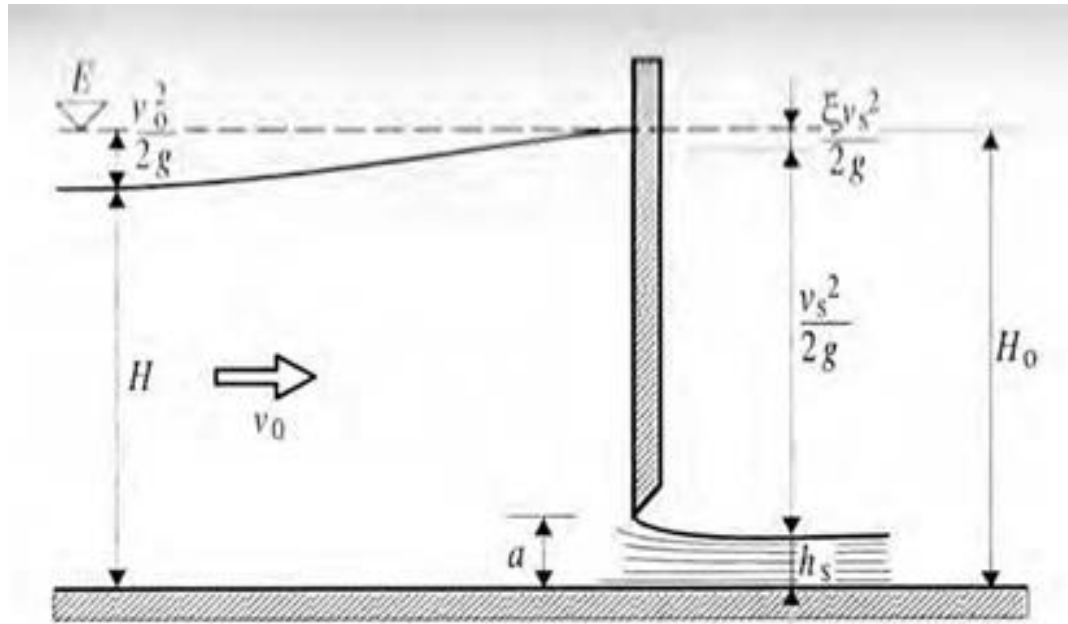
$B$  - širina preliva

$H$  - visina prelivanja

- Koeficijent prelivanja zavisi od oblika preлива
- Za oštroični preliv  $m=0.42$
- Za oblikovani preliv  $m=0.49$



# Isticanje ispod ustave



Protok ispod ustave se računa po formuli:  $Q = C_Q B a \sqrt{2g(H_0 - h_s)}$

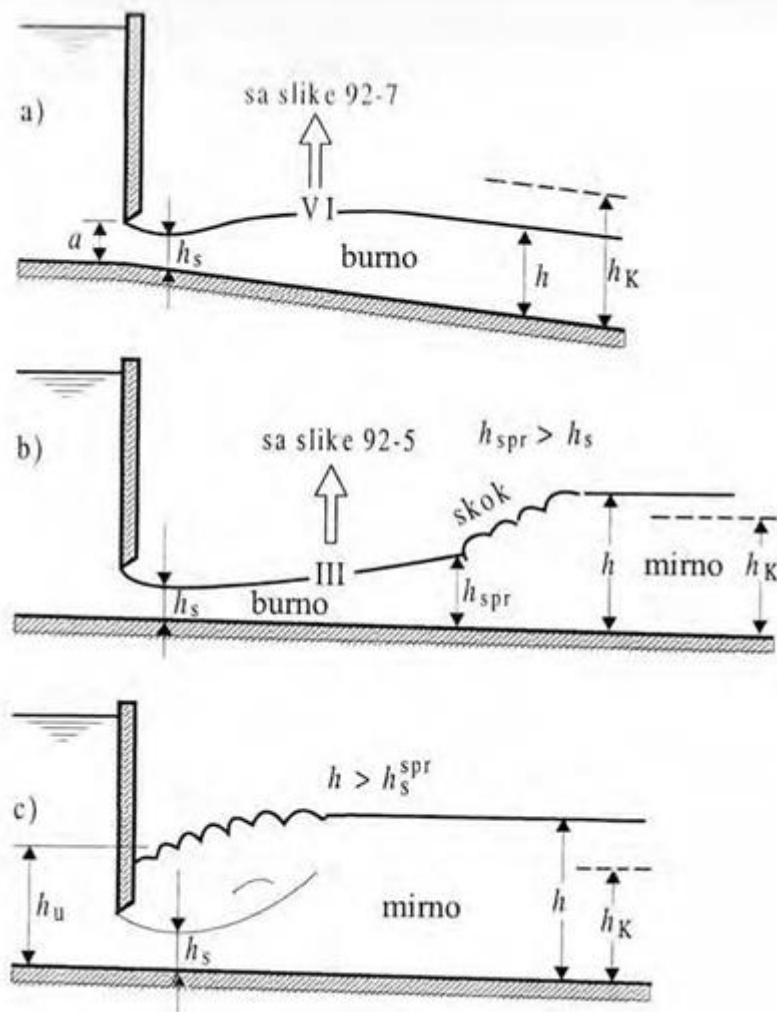
gde je:

$C_Q$  - koeficijent isticanja

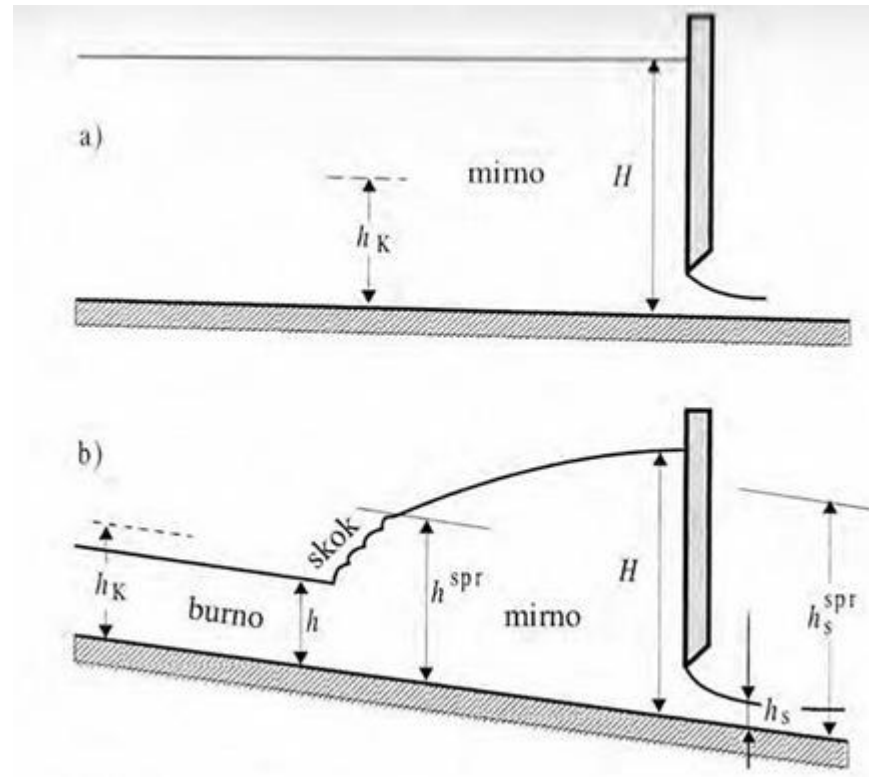
$a$  - otvor ustave

$h_s$  - dubina vode iza ustave

- Isticanje ispod ustave može biti potopljeno i nepotopljeno:



- Uticaj ustave na nivo vode uzvodno od ustave:





Za proračun neustaljenog tečenja vode, koriste se **Saint Venant-**ove jednačine. Njima se opisuje jednodimenzionalno tečenje, samo u slučajevima kod kojih važe određene pretpostavke:

1. Nivo slobodne površine se ne menja previše naglo
2. Promena nivoa slobodne površine poprečno na struju nema značajnog uticaja na propagaciju talasa (što znači da se može pretpostaviti da je nivo slobodne površine upravno na struju horizontalan)
3. Neuniformnost brzina po poprečnom preseku struje ne utiče značajno na propagaciju talasa (što znači da se može pretpostaviti konstantna brzina po poprečnom preseku)
4. Gubici na trenje u neustaljenom tečenju ne razlikuju se značajno od onih u ustaljenom tečenju (što znači da se mogu koristiti formule za trenje koje važe za ustaljeno tečenje)
5. Prosečni pad dna u podužnom pravcu je mali.

Saint Venant-ove jednačine su:

- Jednačina održanja mase:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

- Jednačina količine kretanja:

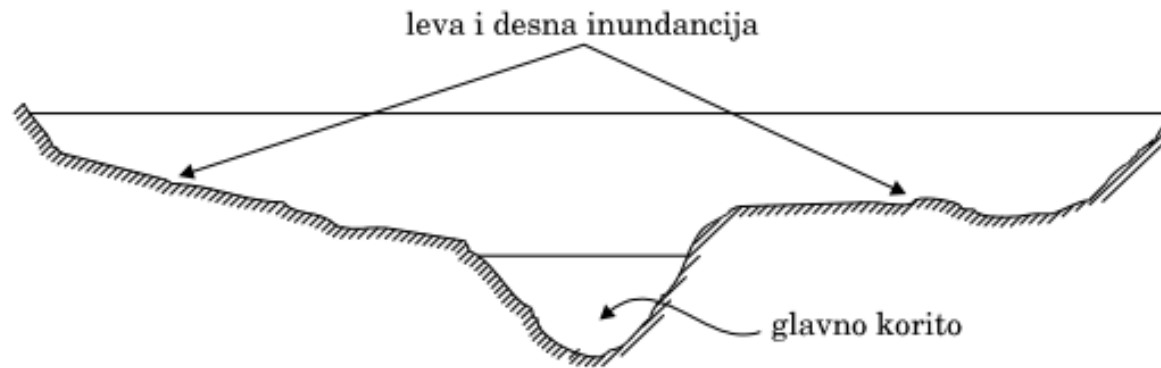
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \left( \frac{\partial h}{\partial x} - S_0 \right) + gAS_f = 0$$

U predstavljenim jednačinama koriste se:

- $Q$ - protok
- $A$ - površina poprečnog preseka
- $g$ - gravitaciono ubrzanje
- $h$ - dubina
- $S_0$  – nagib dna
- $S_f$  – nagib linije energije

# Složeni preseki

- Pod složenim preseccima ovde se, pre svega, misli na složene preseke u prirodnim vodotocima, ali se slični primeri mogu naći i kod kanala.



- Voda većim delom godine teče kroz glavno korito, osim u kišnim periodima kada ispuni i inundacije.
- Kod složenih korita se propusna moć glavnog korita i inundacija značajno razlikuju. Tečenje u inundaciji je, zbog velikog trenja, znatno sporije od tečenja u glavnom toku.

- Protok se kod složenog korita računa na sledeći način:

$$Q = K \sqrt{S_f}$$

Pri čemu je:

K – propusna moć korita

f- koeficijent hrapavosti

$$K = A \sqrt{\frac{8gR}{f}}$$

S<sub>f</sub> – nagib trenja.

$$S_f = \frac{Q^2}{K^2}$$