



**Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu**

# **Modeliranje hidrauličkog skoka u kanalu sa promenjivim nagibom dna u iRIC-u 2.1**

**Mehanika fluida –doktorske studije**

**Seminarski rad**

**25/06/2013**

**Damnjanović Marijana**

# Sadržaj:

- Hidraulički skok
- Geometrija kanala
- Analitičko rešenje
- Hidraulički skok uzvodno od preloma dna kanala
- Hidraulički skok nizvodno od preloma dna kanala
- Zaključak

# Hidraulički skok:

- Hidraulički skok je stojeći talas kojim se spaja uzvodno, burno i nizvodno, mirno tečenje.
- Dinamička jednačina:

$$P_1 + I_1 = P_2 + I_2$$

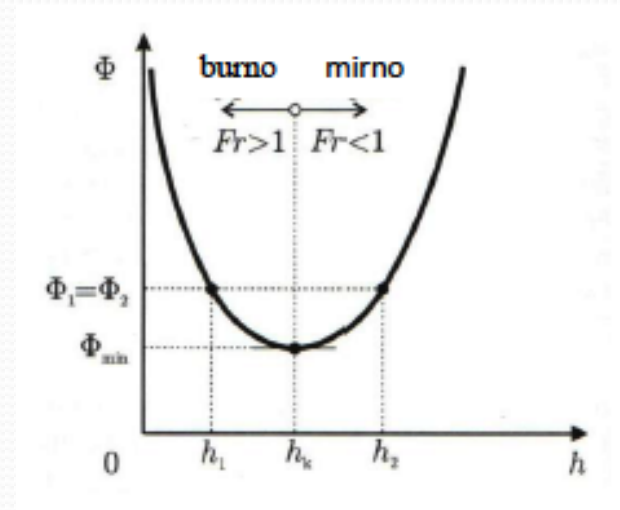
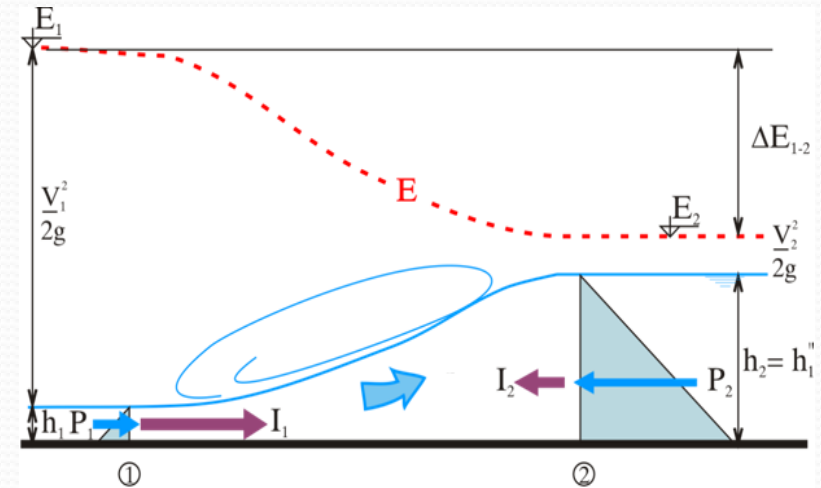
$$\rho g h_{t1} A_1 + \rho Q V_1 = \rho g h_{t2} A_2 + \rho Q V_2$$

- Funkcija hidrauličkog skoka:

$$S(h_1) + \frac{Q}{gA_1} = S(h_2) + \frac{Q}{gA_2} \quad \rightarrow \quad \Phi(h_1) = \Phi(h_2)$$

- Jednačina skoka za pravougaono korito:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} [\sqrt{1 + 8Fr_1} - 1]$$



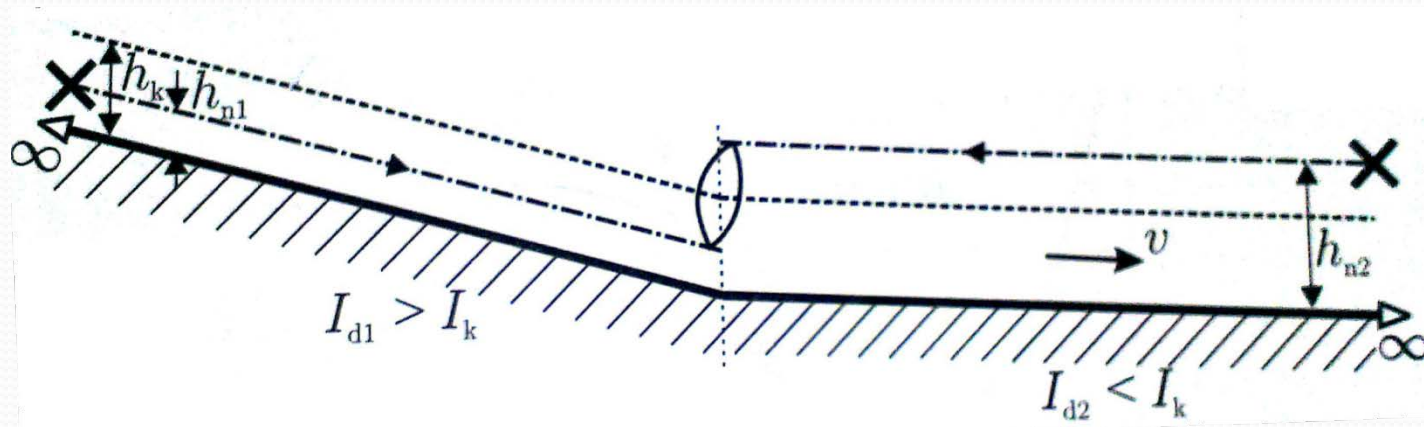
## Hidraulički skok:

- U slučaju da se kanal sa nagibom dna ( $I_d > I_k$ ) nastavlja na kanal sa manjim nagibom ( $I_d < I_k$ ), u blizini ove promene podužnog profila dna pojaviće se hidraulički skok.
- Za zadatu geometriju i protok, u zavisnosti od odnosa uzvodne i nizvodne dubine, položaj skoka može biti:
  - na mestu promene nagiba
  - uzvodno od promene nagiba i
  - nizvodno od promene nagiba.

# Hidraulički skok na mestu preloma dna kanala:

- Ako su dubine neposredno ispred i iza skoka konjugovane (spregnute).
- Normalne dubine sračunate za date padove zadovoljavaju jednačinu hidrauličkog skoka:

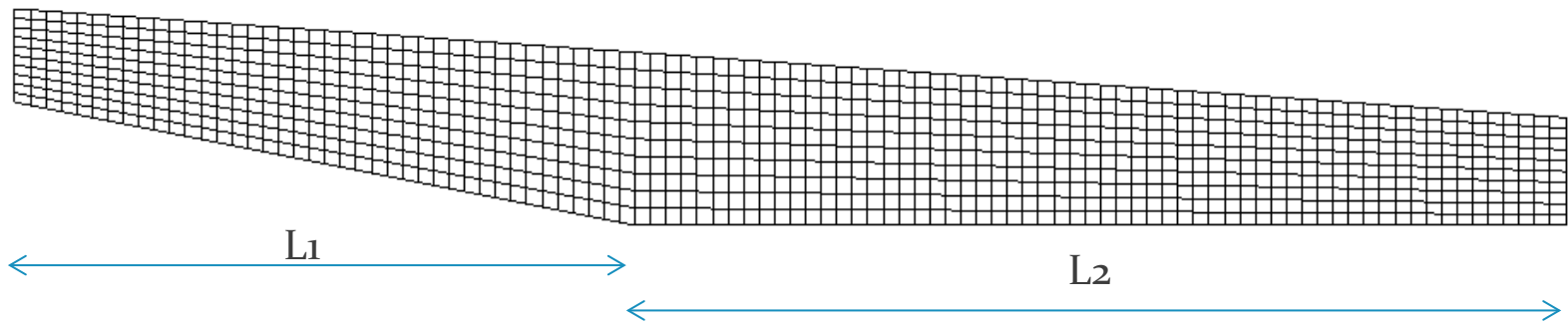
$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} [\sqrt{1 + 8Fr_1} - 1]$$



# Geometrija kanala :

- Geometrija kanala:

$$L_1 = 20 \text{ m} ; I_{d1}=0,2 ; L_2 = 30 \text{ m} ; I_{d2}=0 ; B=5 \text{ m}$$



- Proračun je sproveden za dve “rezolucije” računске mreže:
  - $dx=0,5 \text{ m}$
  - $dx=0,2 \text{ m}$

# Analičko rešenje:

- Polazni podaci:

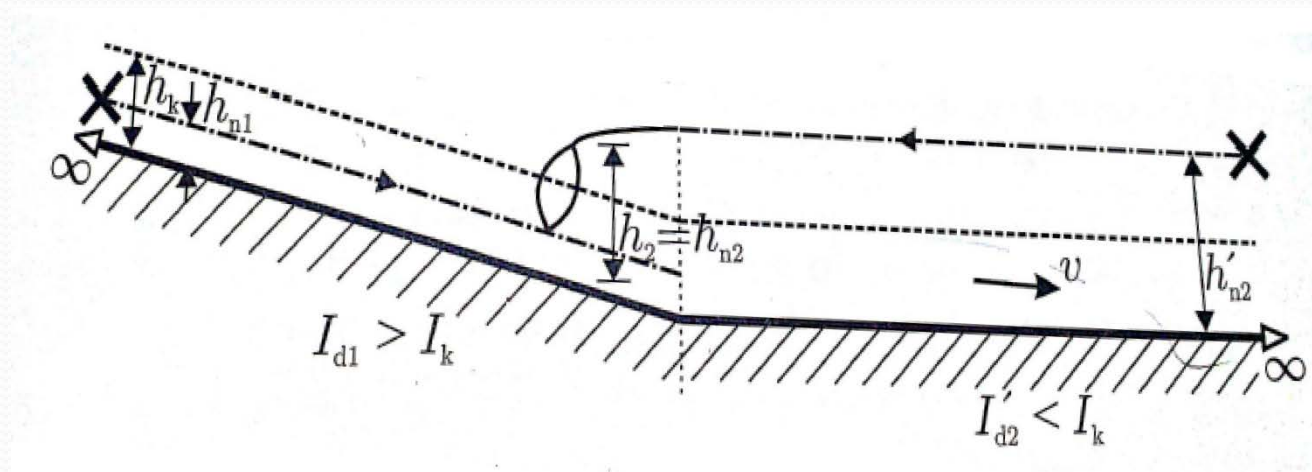
$$L_1 = 20 \text{ m} ; I_{d1}=0,2 ; L_2 = 30 \text{ m} ; I_{d2}=0 ; B=5 \text{ m} ; Q=55 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Kritična dubina:  $h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}} \rightarrow h_{kr}=2,31 \text{ m}$
- Uzvodna dubina:  $Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \sqrt{I_d} \rightarrow h_1=1,05 \text{ m}$
- Dubina nizvodno od skoka (spregnuta dubina):

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left[ \sqrt{1 + 8 \left( \frac{h_{kr}}{h_1} \right)^3} - 1 \right] \rightarrow h_2=4,35 \text{ m} !!!!$$

## Hidraulički skok uzvodno od preloma dna kanala:

- Ako je sračunata konjugovana dubina  $h_{n2}'$  manja od normalne dubine  $h_{n2}$ , na delu kanala sa blagim nagibom, skok će se formirati na strmom delu kanala (navučeni skok).



- U iRIC-u su zadati granični uslovi:  $Q=55 \text{ m}^3/\text{s}$  i  $h_{n2}=5 \text{ m}$

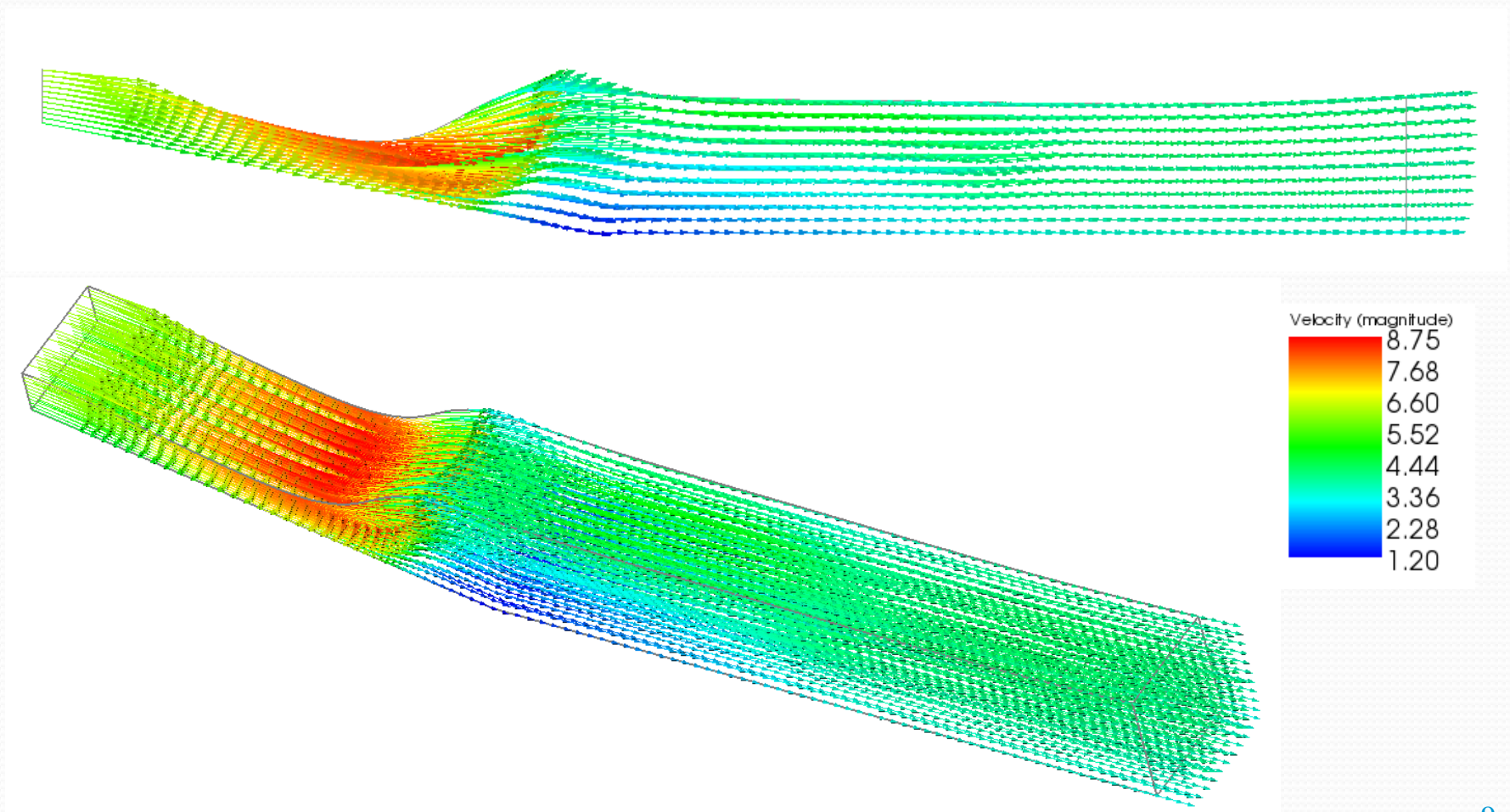
$$T_{uk} = 10 \text{ s} ; dt = 0,0025 \text{ s (za } dx=0,5 \text{ m)}$$

$$dt = 0,005 \text{ s (za } dx=0,2 \text{ m)}$$



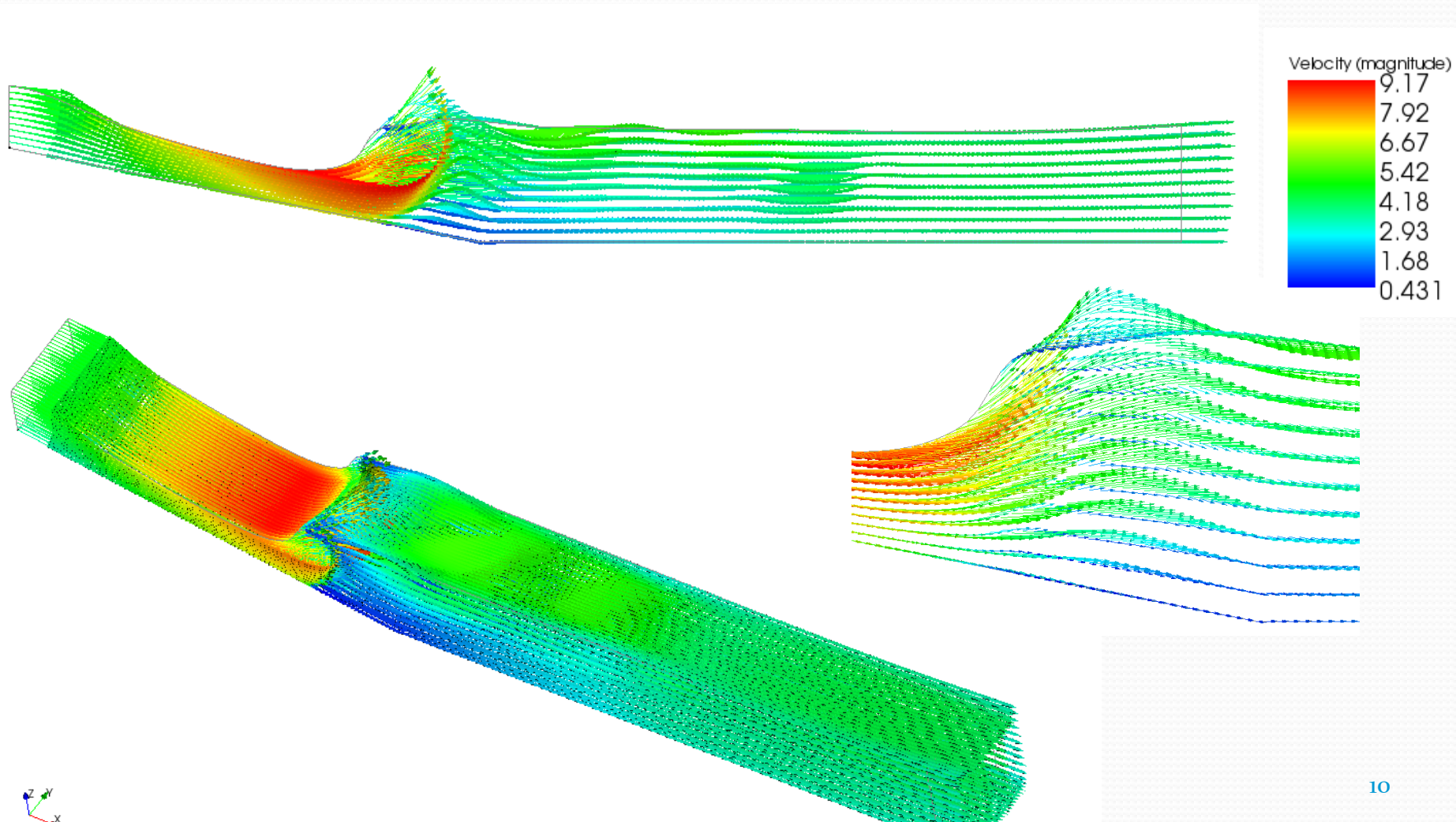
# Hidraulički skok uzvodno od preloma dna kanala :

- Raspored brzina za  $dx=0,5$  m:



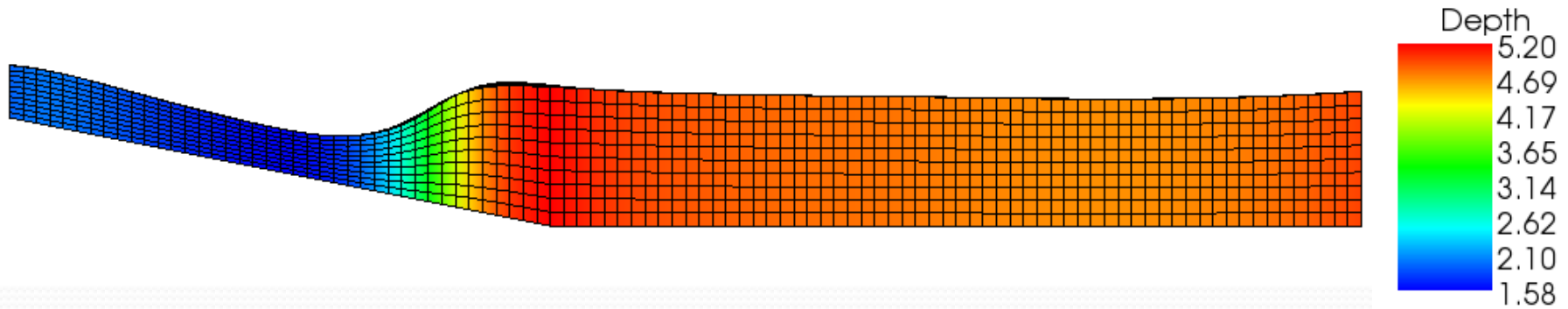
# Hidraulički skok uzvodno od preloma dna kanala :

- Raspored brzina za  $dx=0,2$  m:

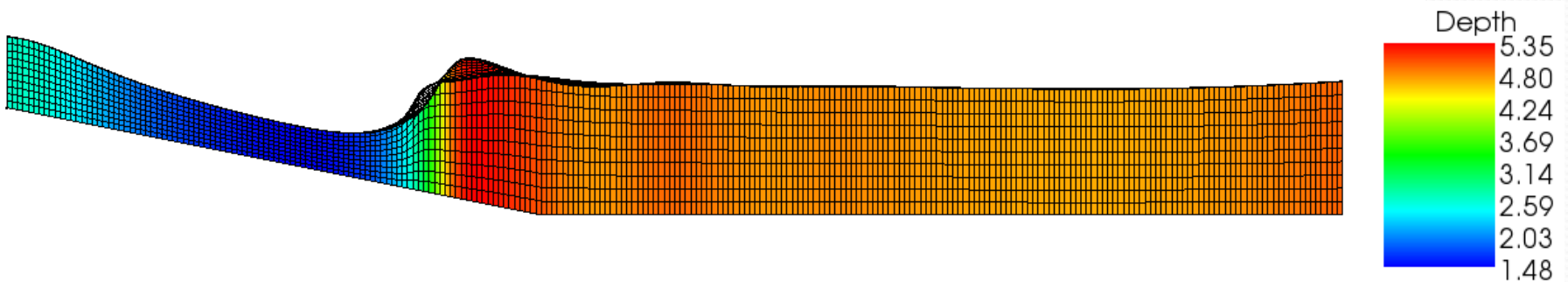


# Hidraulički skok uzvodno od preloma dna kanala :

- Dubine za  $dx=0,5$  m:

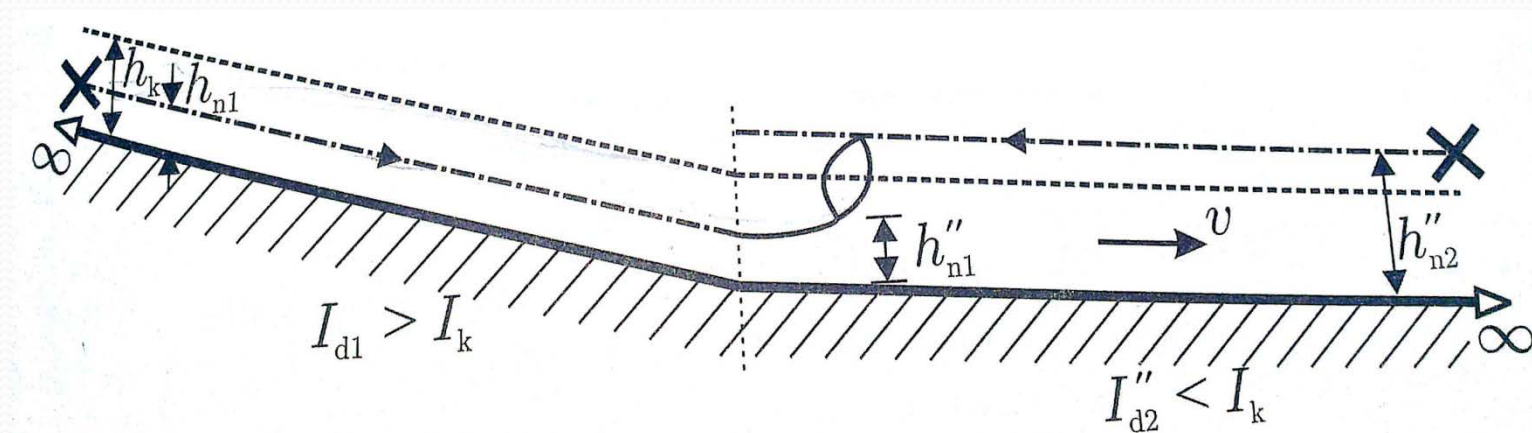


- Dubine za  $dx=0,2$  m:



## Hidraulički skok nizvodno od preloma dna kanala:

- Ako je sračunata konjugovana dubina  $h_{n2}'$  veća od normalne dubine  $h_{n2}$ , na delu kanala sa blagim nagibom ( $i$  veća od  $h_{kr}$ ), skok će se formirati na nizvodnom delu kanala (odbačeni skok).



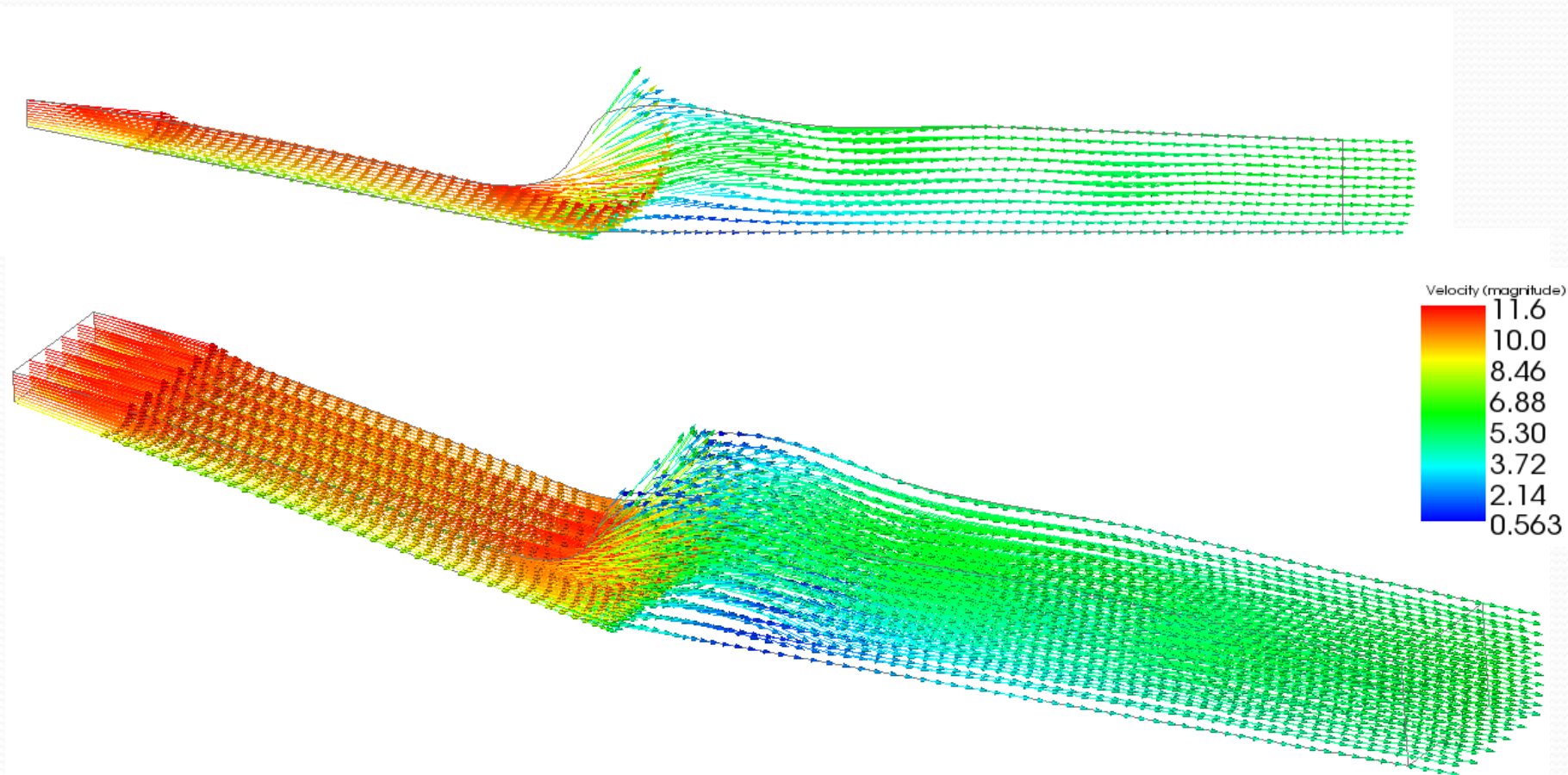
- U iRIC-u su zadati granični uslovi:  $Q=55 \text{ m}^3/\text{s}$  i  $h_{n2}=3,5 \text{ m}$

$$T_{uk} = 10 \text{ s} ; dt = 0,0025 \text{ s (za } dx=0,5 \text{ m)}$$

$$dt = 0,005 \text{ s (za } dx=0,2 \text{ m)}$$

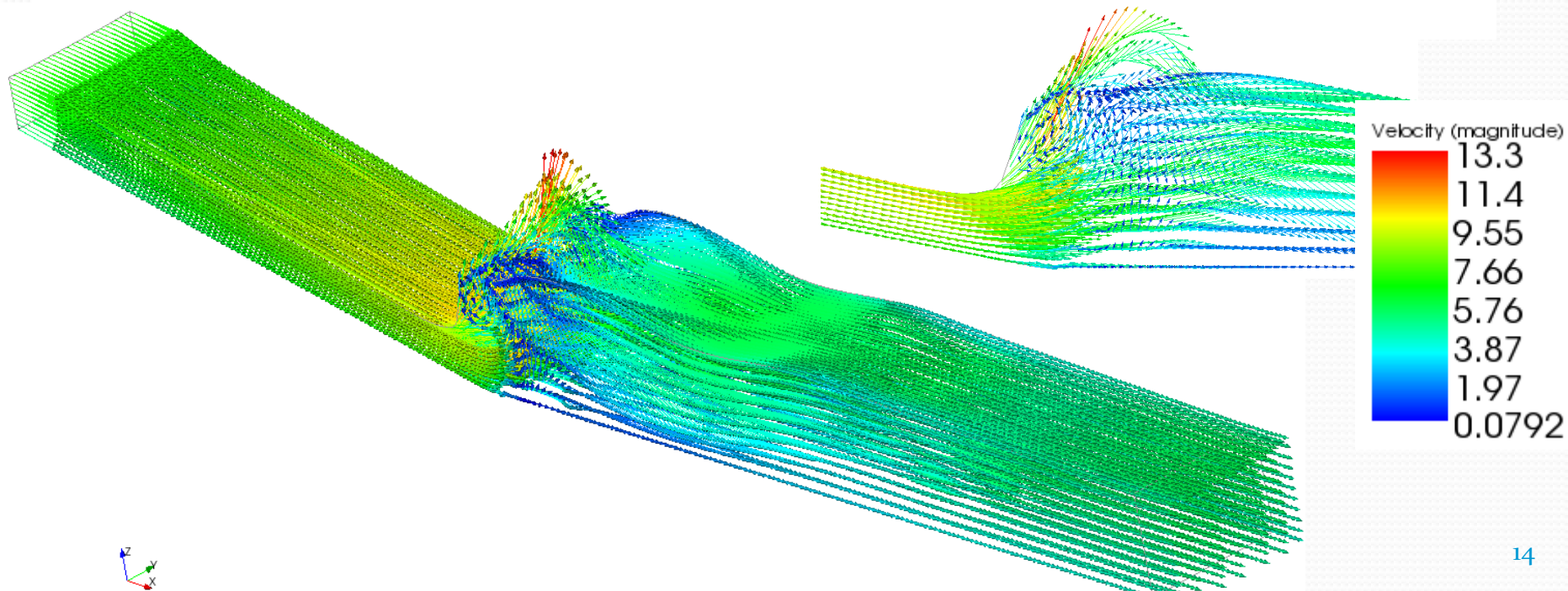
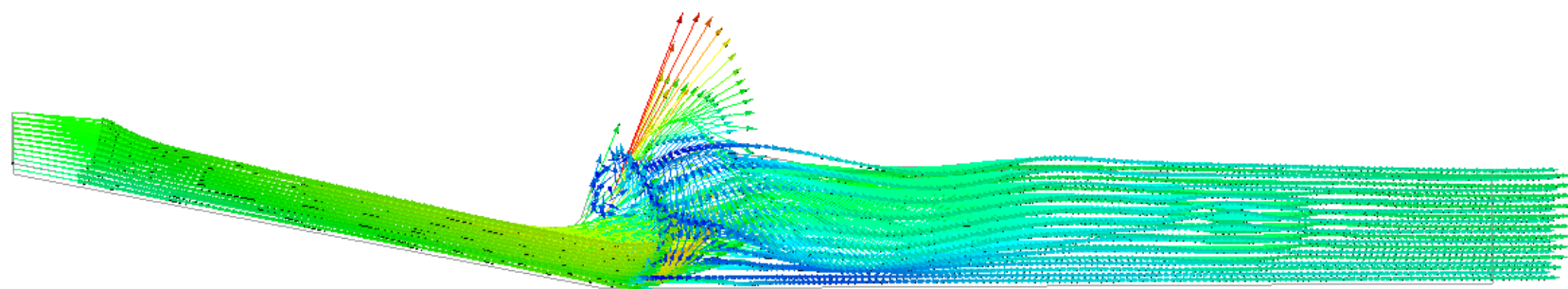
# Hidraulički skok nizvodno od preloma dna kanala :

- Raspored brzina za  $dx=0,5$  m:



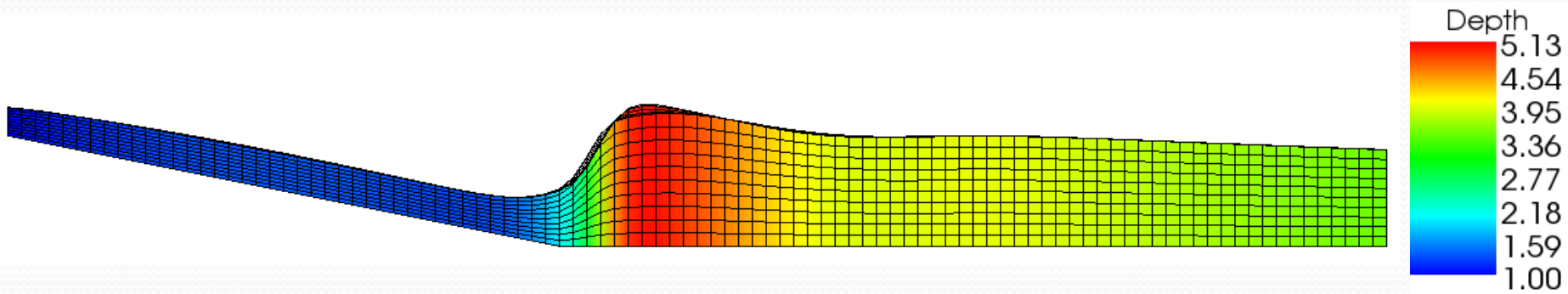
# Hidraulički skok nizvodno od preloma dna kanala :

- Raspored brzina za  $dx=0,2$  m:

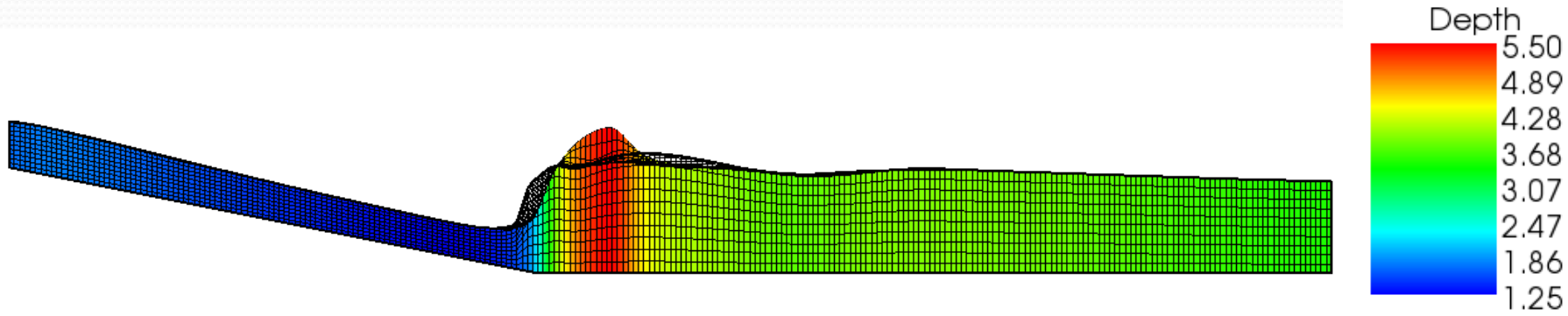


# Hidraulički skok nizvodno od preloma dna kanala :

- Dubine za  $dx=0,5$  m:



- Dubine za  $dx=0,2$  m:



## Zaključak:

- Rezultati za dve gustine mreže se razlikuju.
- Razlika nije drastična, ali je strujna slika приметно drugačija.
- Ipak, uzimajući u obzir da je u toku rada uočeno da je proračun dosta nestabilan, postavlja se pitanje: Koliko program verno simulira hidraulički skok?



## Komentari za nastavak rada:

- Proveriti položaj navučenog skoka sa „ručnim“ rešavanjem.
- Odbačeni skok – uticaj gustine mreže na lokaciju.
- Pustiti račun malo duže, pa namestiti da odbačeni skok postepeno putuje duž kanala.
- Uticaj trenja po dnu i bokovima na rezultat (mesto) odbačenog skoka?