



Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet
Katedra za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo



**Predmet: Mehanika fluida – napredni kurs
(doktorske studije)**

Primer korišćenja CFD softvera

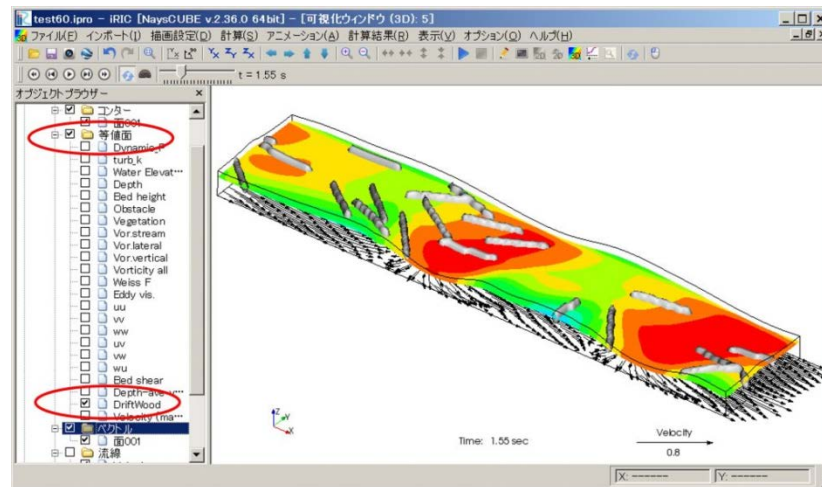
Student:
Luka Stojadinović

Profesor:
Prof. dr Dušan Prodanović

Mart, 2019

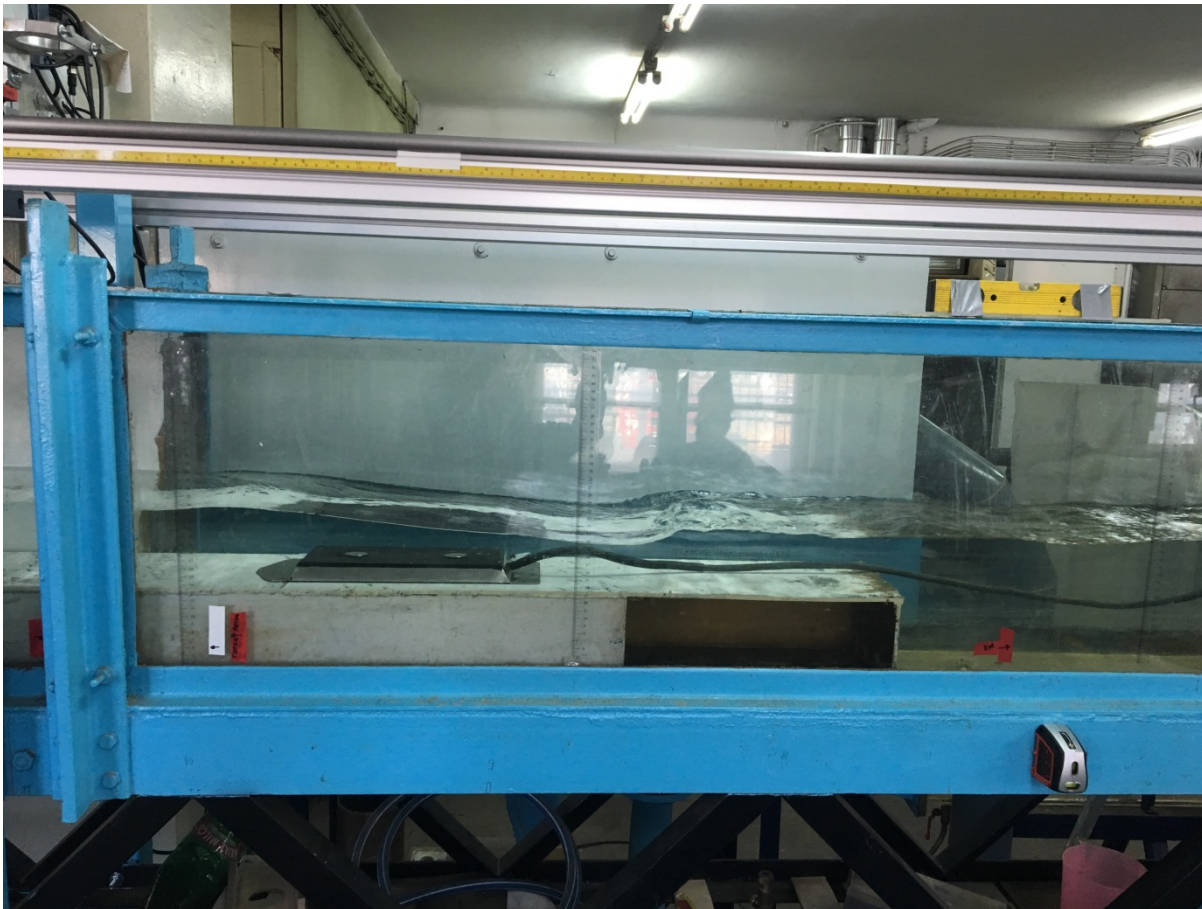
Postavka problema

Korišćenjem iRIC NaysCube solvera, ponoviti tečenje iz hidrauličkog kanala



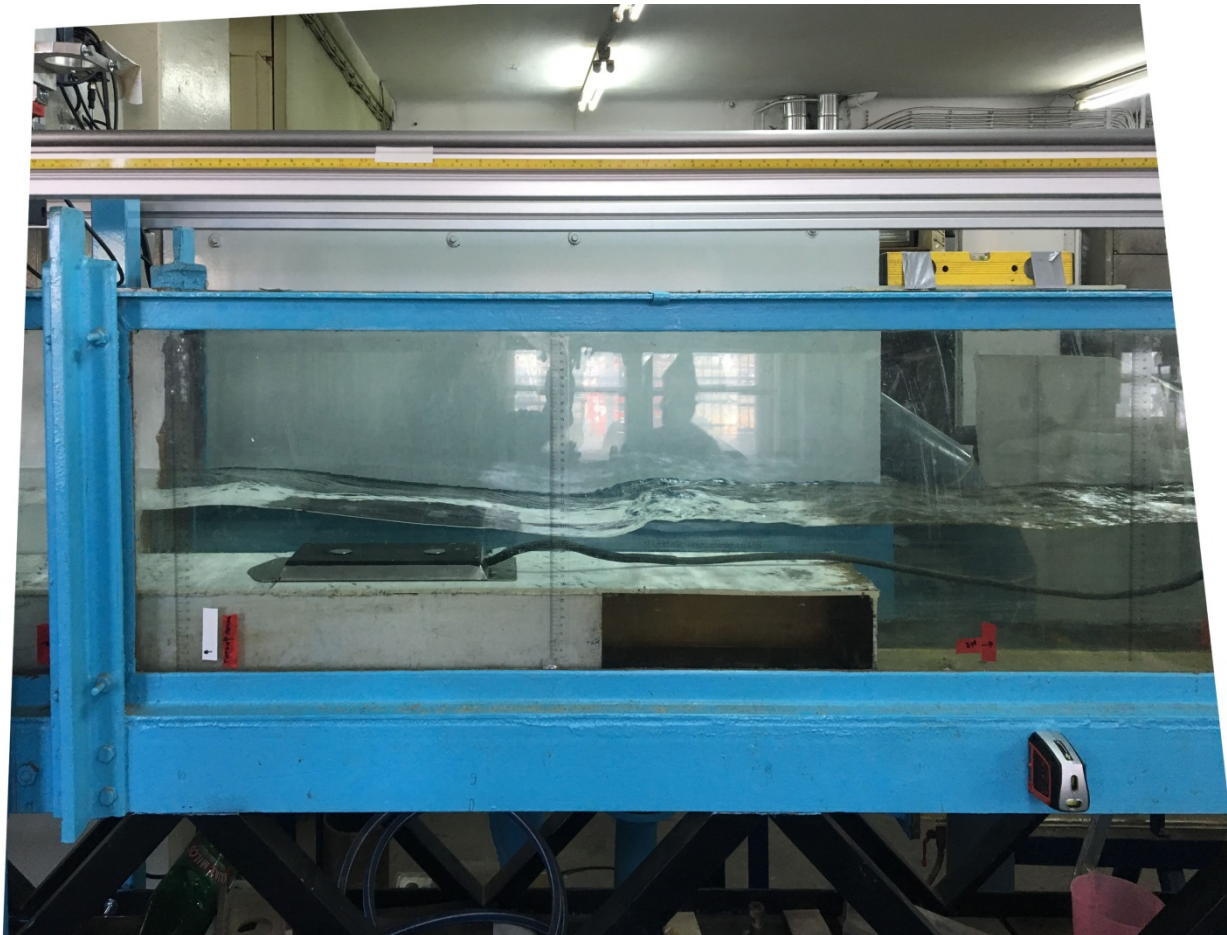
Postavka problema

- Originalna slika:



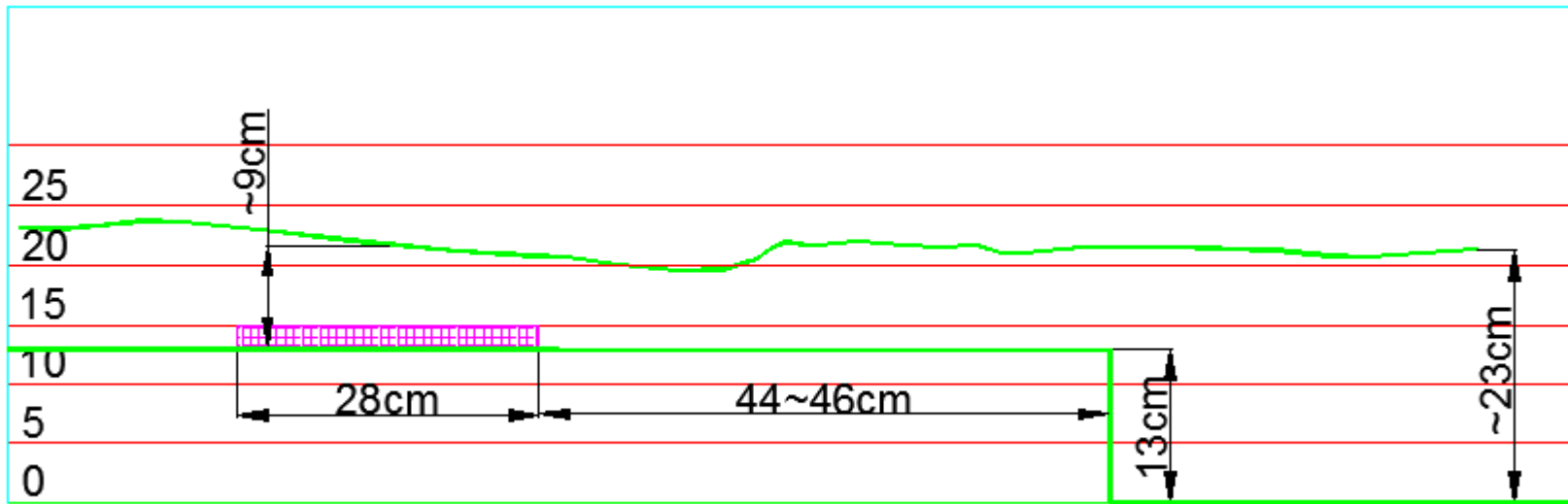
Postavka problema

- Promena perspektive:



Postavka problema

- Uz dodatak odokativne metode dolazi se do sledeće skice problema:



Metodologija

Osnovna ideja:

Kreirati geometriju, varirati koeficijente hrapavosti i granične uslove (ulazni protok, nizvodna kota) dok se ne ponovi zadata situacija

Dodatna ideja:

Softver je open-source, možda ovo može da se automatizuje?

Međutim, pre variranja hrapavosti i graničnih uslova, potrebno je da bar neki proračun „prođe“, a to je i najveći deo posla....

```
q=      1  1.501996186326194E-002
q=     11  1.509709611158178E-002
q=     21  1.498383881262911E-002
q=     31  1.553704952127649E-002
q=     41  1.548635508639725E-002
q=     51  1.551179207738521E-002
q=     61  1.539099518887579E-002
q=     71  1.621426280817109E-002
q=     81  1.433368668897006E-002
q=     91  1.434750177935078E-002
q=    101  1.428696131152315E-002
istat final=      1
icgns   =      1
openfile=Case1.cgn
Good Bye!
```

Osnove proračuna

Definisanje svih potrebnih elemenata deli se u 3 koraka:

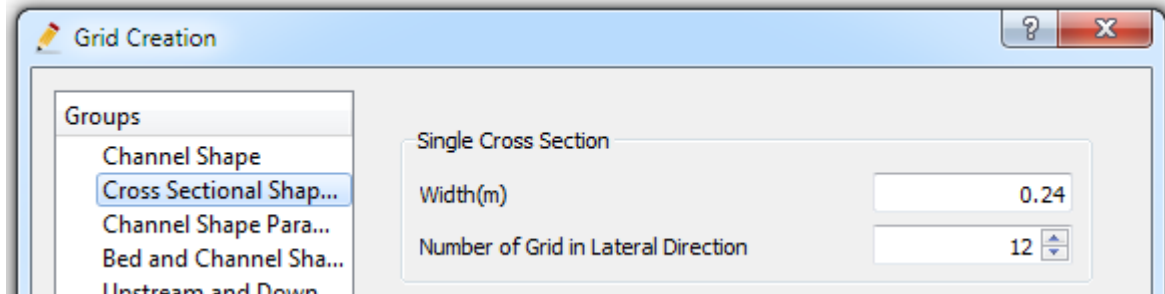
1. Definisanje 2D geometrije (grida)
2. Dodavanje treće dimenzije
3. Definisanje parametara solvera

Različite kombinacije dok proračun ne prođe !

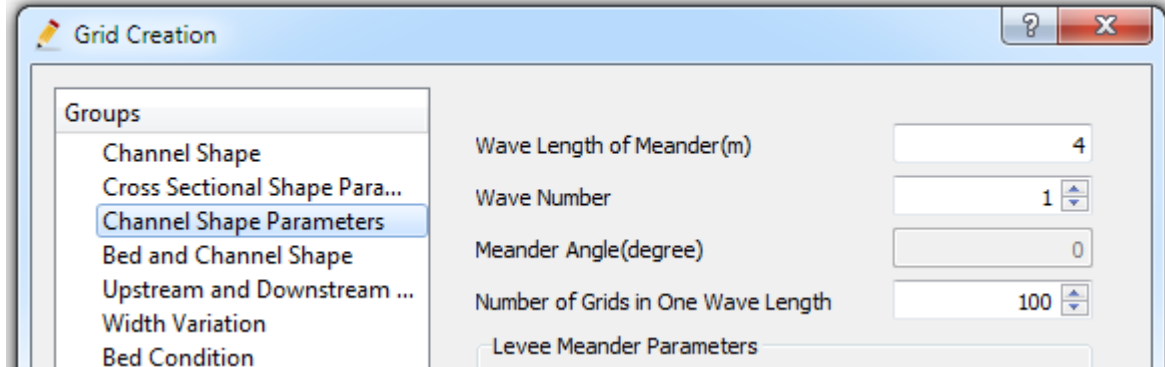
The screenshot shows the iRIC software interface. The 'Grid' menu is highlighted with a red box and labeled '1'. The 'Object Browser' on the left shows a tree view with 'Grid (101 x 13 = 1313)' selected and highlighted with a red box, labeled '2'. The 'Calculation Condition' menu is highlighted with a red box and labeled '3'. A red arrow points from the '3' label to a text box. Below the interface, a 2D grid visualization is shown, split into blue and red sections, with a value '0.997096' displayed below it.

I iz malo sreće i dosta čekanja, pregled rezultata.....

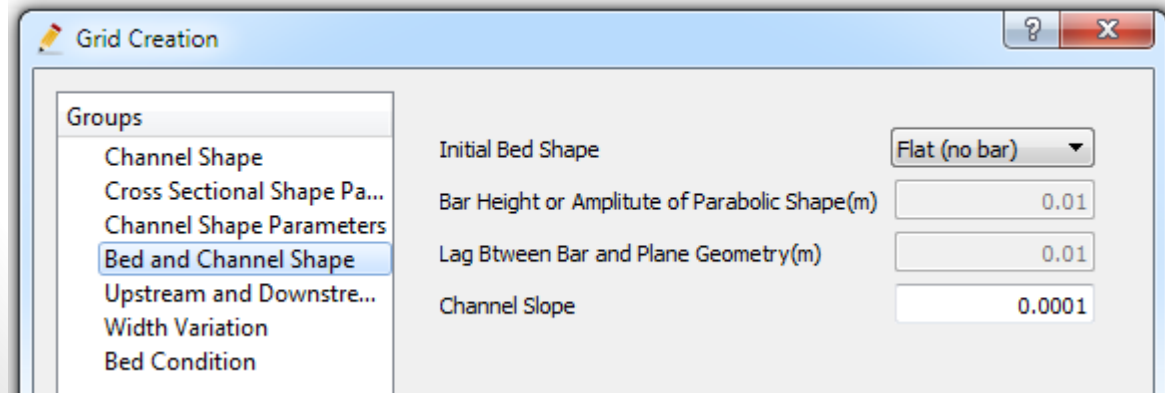
2D Grid



Definisanje
poprečnog
preseka:
 $dy = 2 \text{ cm}$



Definisanje dužine
kanala
 $dx = 4 \text{ cm}$



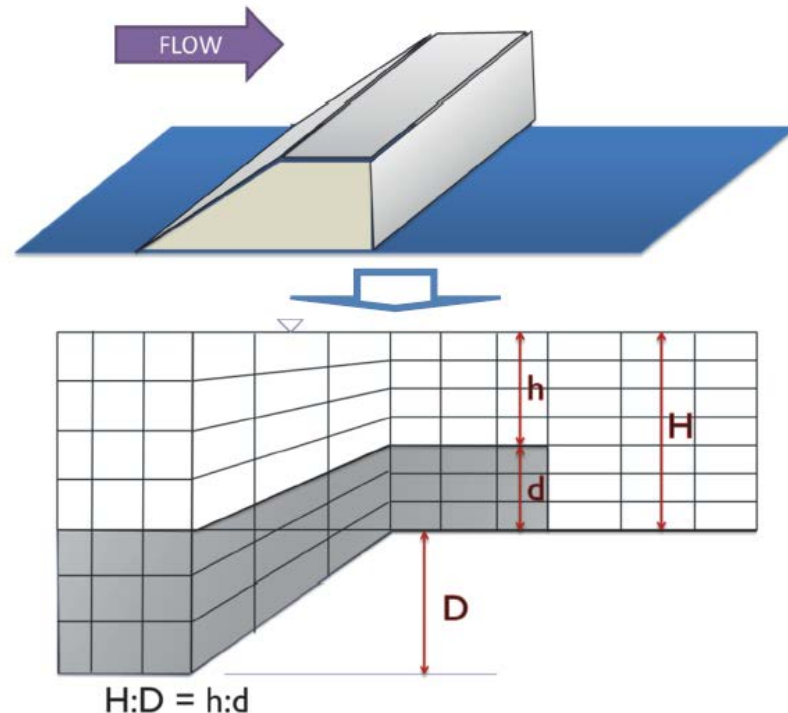
Nagib kanala –
zvanično je 0 ali za
svaki slučaj neka
mala vrednost

Treća dimenzija

Dno može da se podigne pomoću opcije bed elevation – simuliranje praga
Bed elevation – zadaje se u metrima

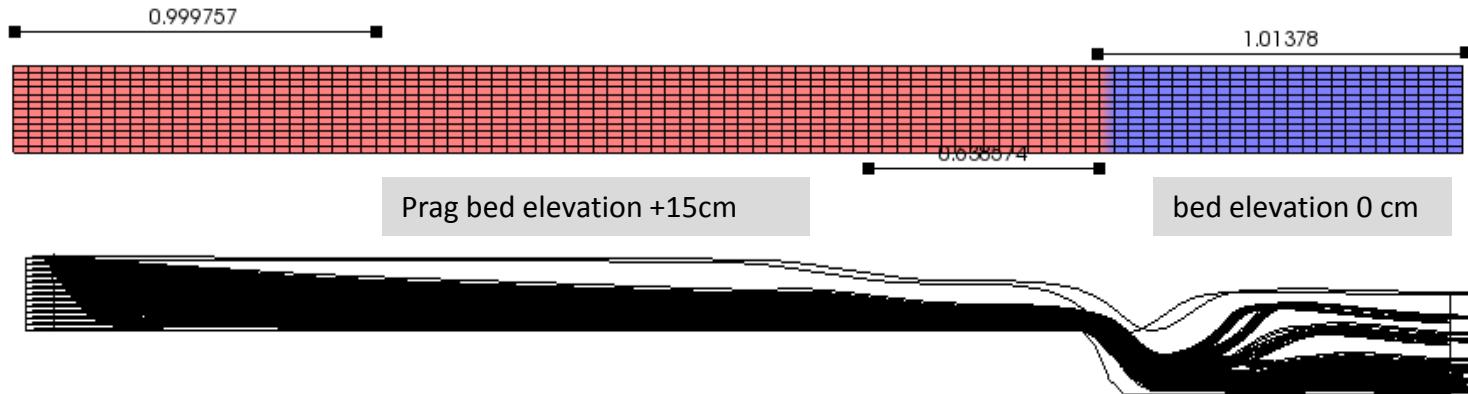
Moguće je zadati ćelije koje su prepreke (obstacle) – sonda
Zadaje se preko broja ćelija u vertikalnom pravcu – **ovde treba biti oprezan**

Broj potopljenih ćelija se okvirno zadaje na osnovu dubine vode i kasnije zadatog broja slojeva (u parametrima proračuna)

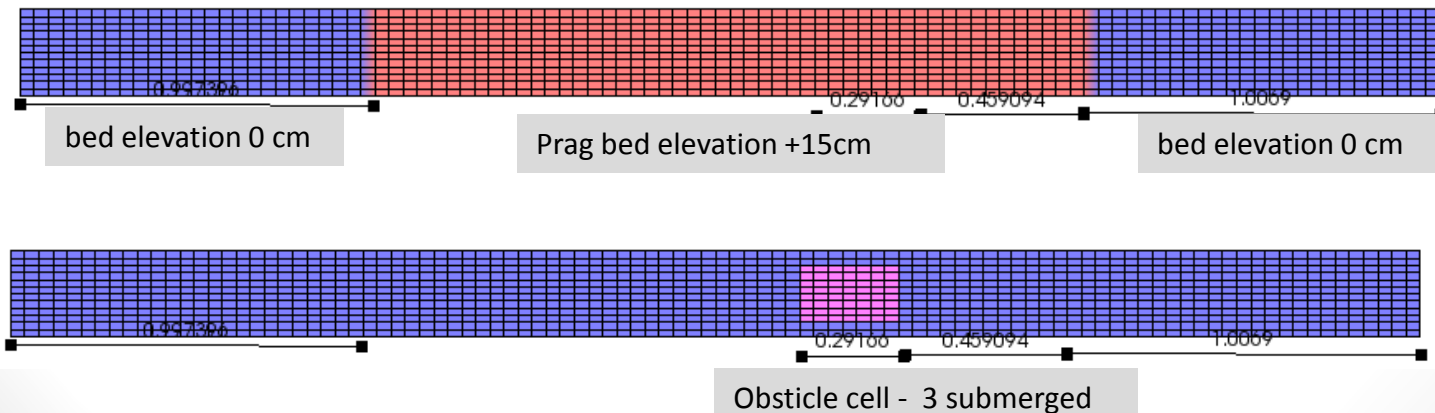


Treća dimenzija

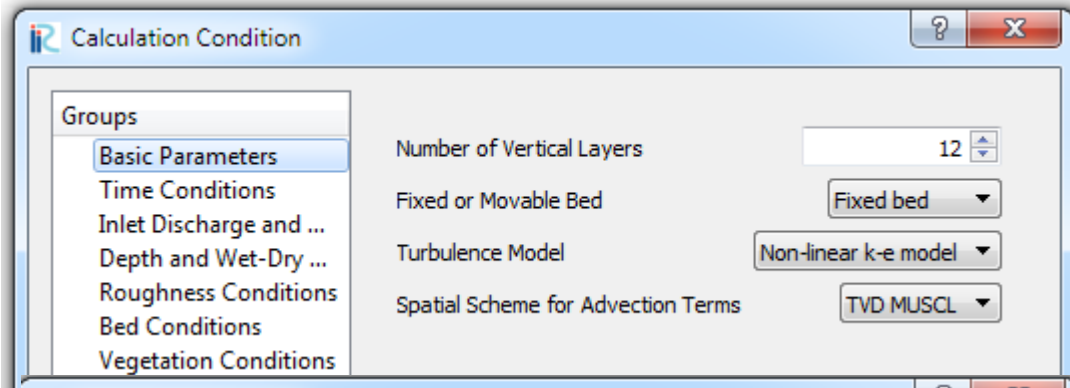
Prvi pokušaj – ne prolazi. Verovatno zbog previsoke početne dubine vode na uzvodnom kraju



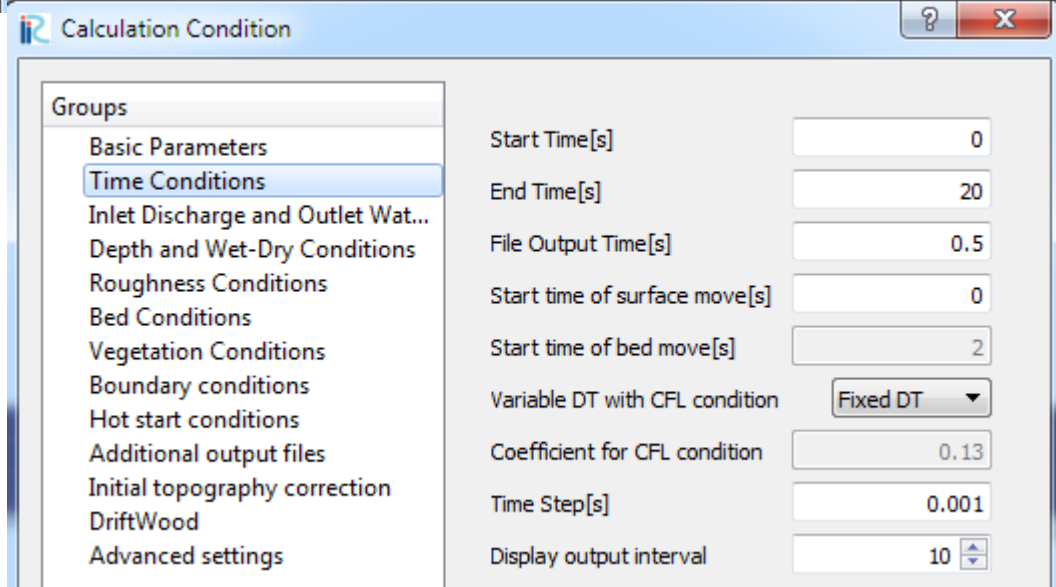
Ali pošto druga varijanta prolazi, prva se nije ni razmatrala dalje...



Parametri proračuna

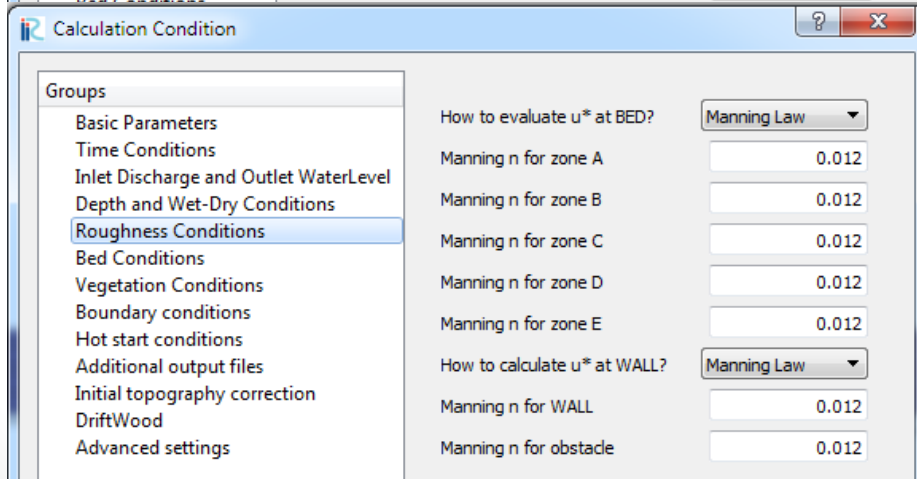
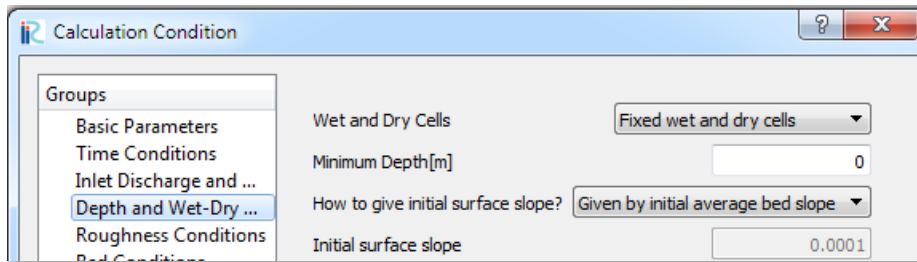
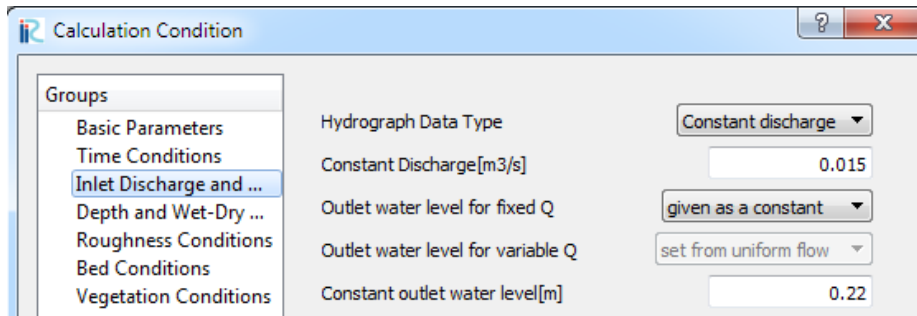


Nizvodna dubina
 $\approx 0,24\text{m}$, broj
slojeva 12 $\rightarrow dz = 2$
cm



$dt = 0,001\text{s}$
Log prikaz – 10 da
bi rezultati mogli da
se prate

Parametri proračuna



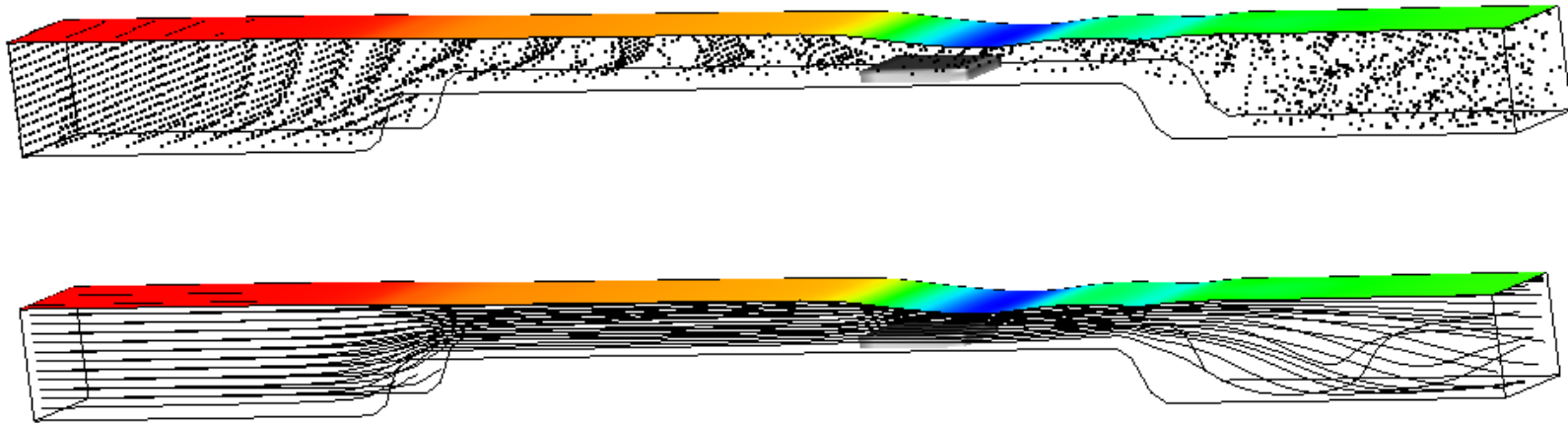
Kritična dubina na sondi
($Fr=1$) – h oko 9 cm \rightarrow Q
oko 15 l/s (kombinacije od
12 do 18)

Nivodna dubina od 22 do
24 cm

Početni nagib površine
vode – bitan parametar za
prolazak proračuna

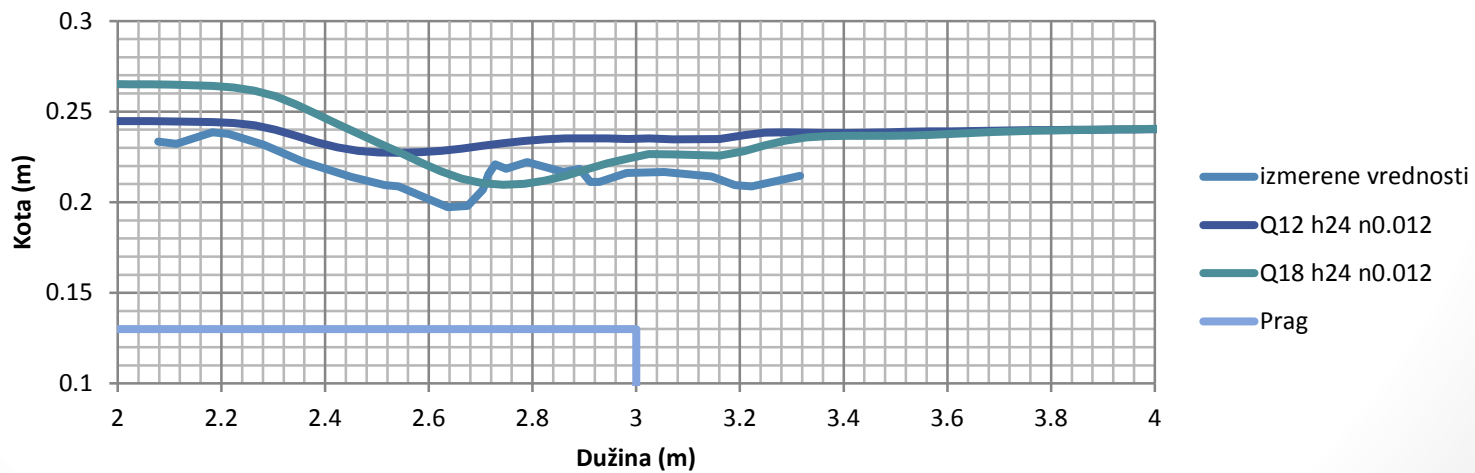
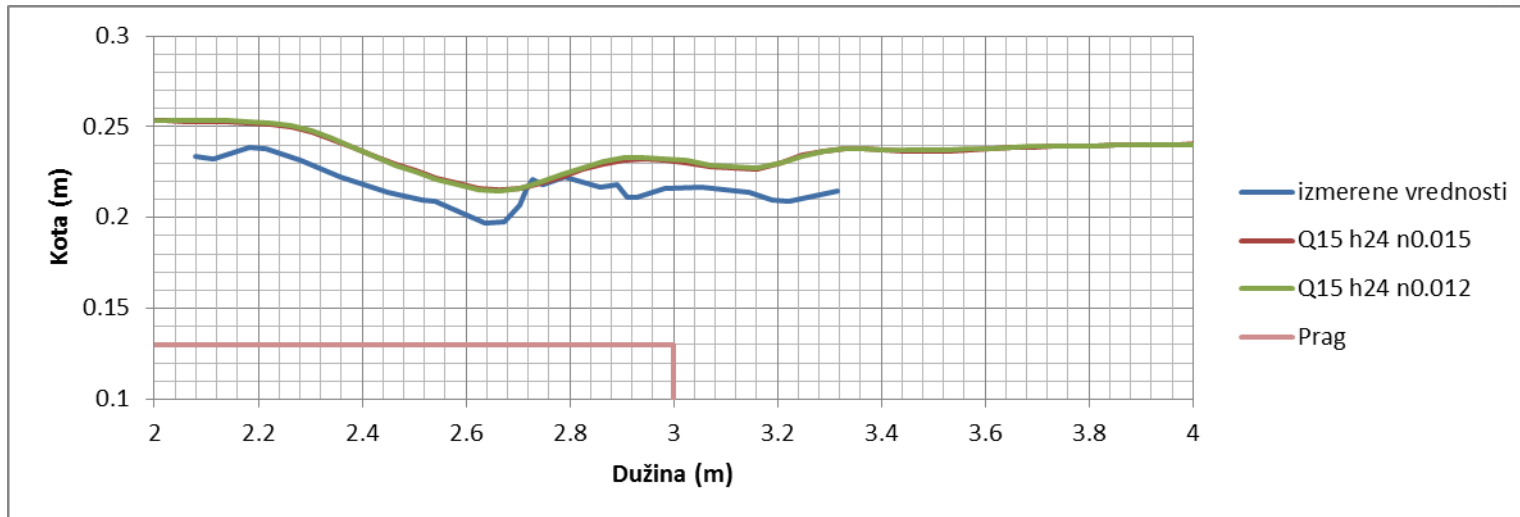
Hrapavost dna, zida, sonde

Prvi rezultati

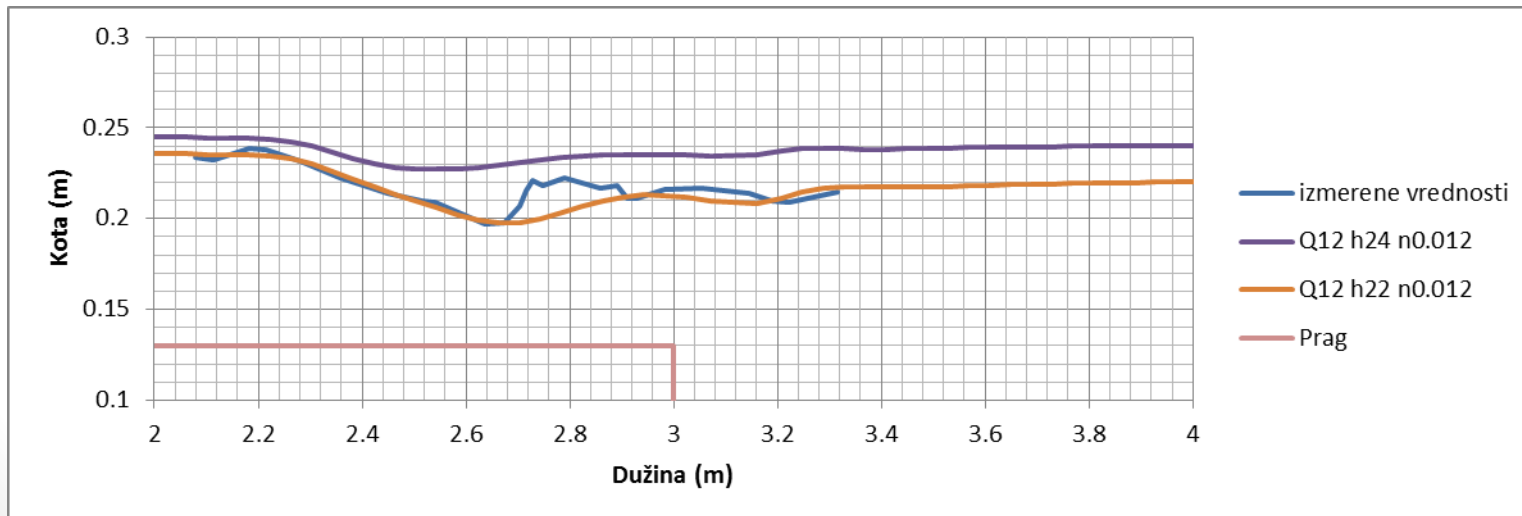
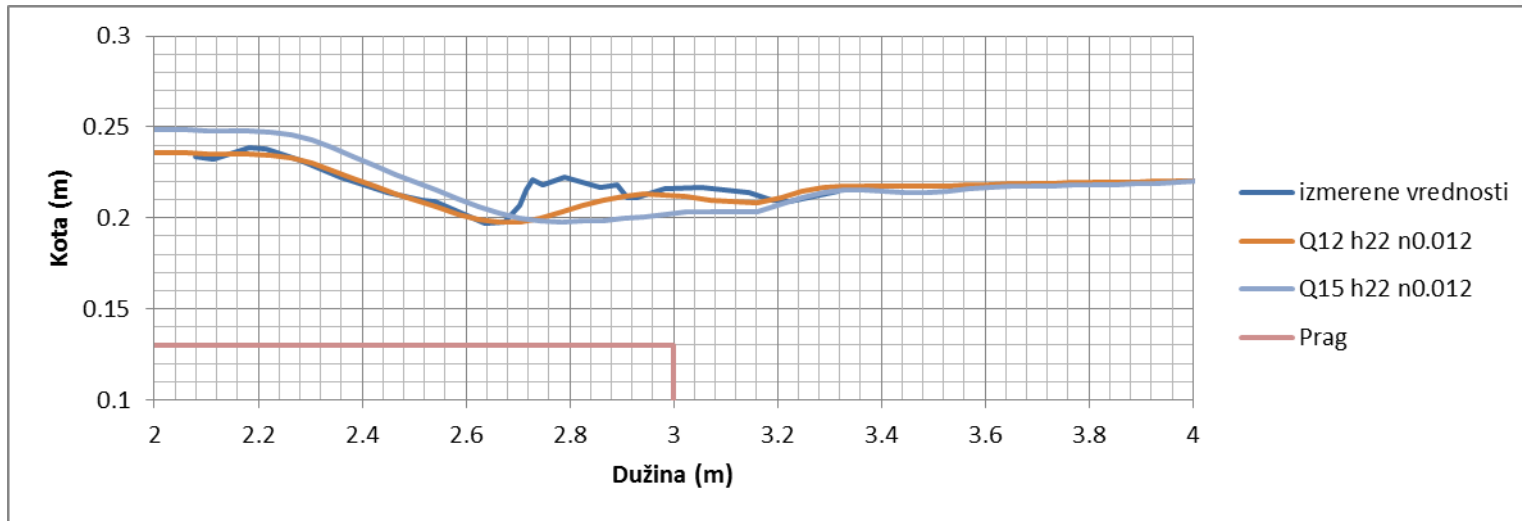


Na dalje sledi „štetovanje“ rezultata – varijacija hrapavosti i graničnih uslova....

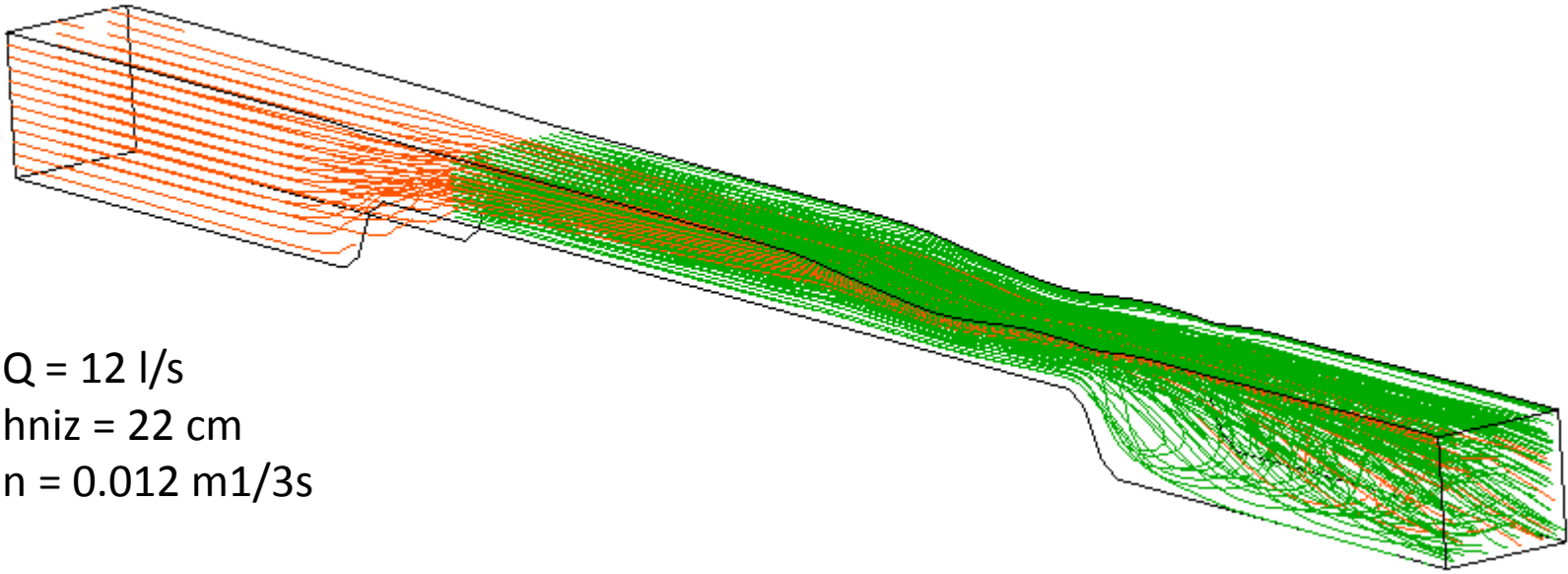
Uticaj hrapavosti/protoka



Uticaj nizvodne kote/protoka



Usvojeni rezultat

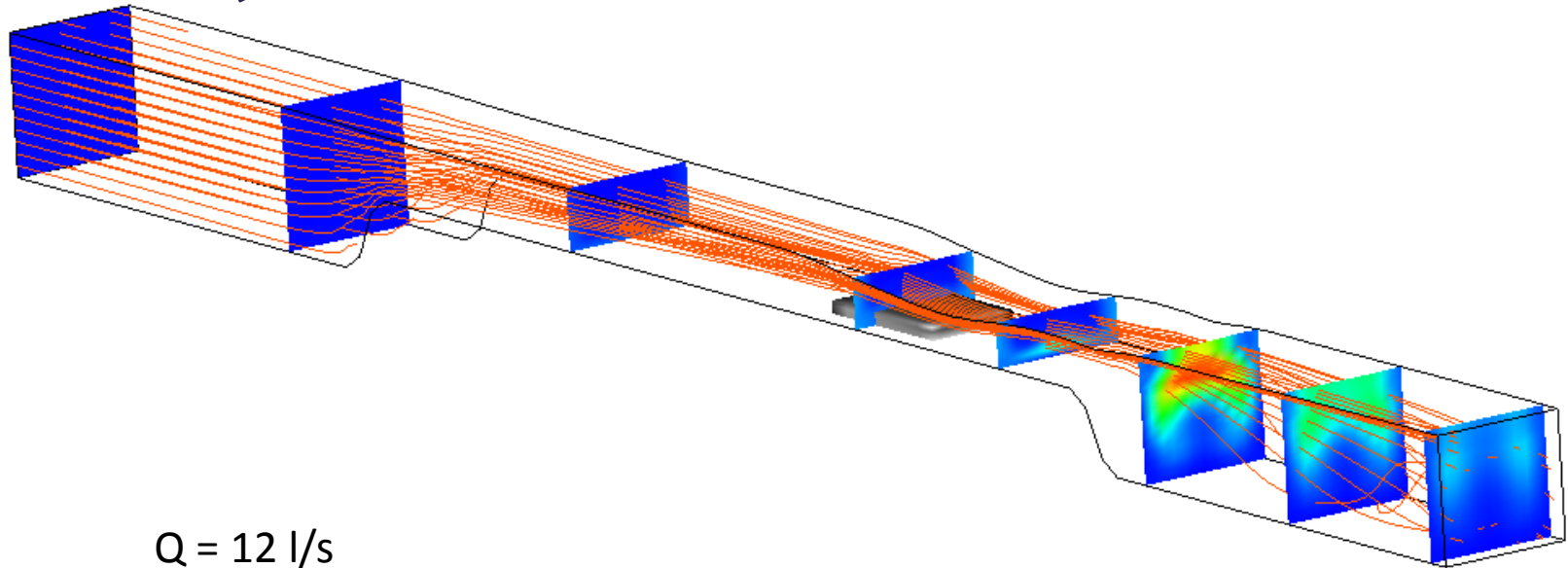


$Q = 12 \text{ l/s}$

$h_{niz} = 22 \text{ cm}$

$n = 0.012 \text{ m}^{1/3}\text{s}$

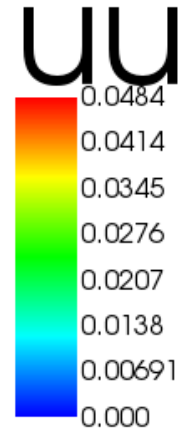
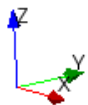
Usvojeni rezultat



$Q = 12 \text{ l/s}$

$h_{niz} = 22 \text{ cm}$

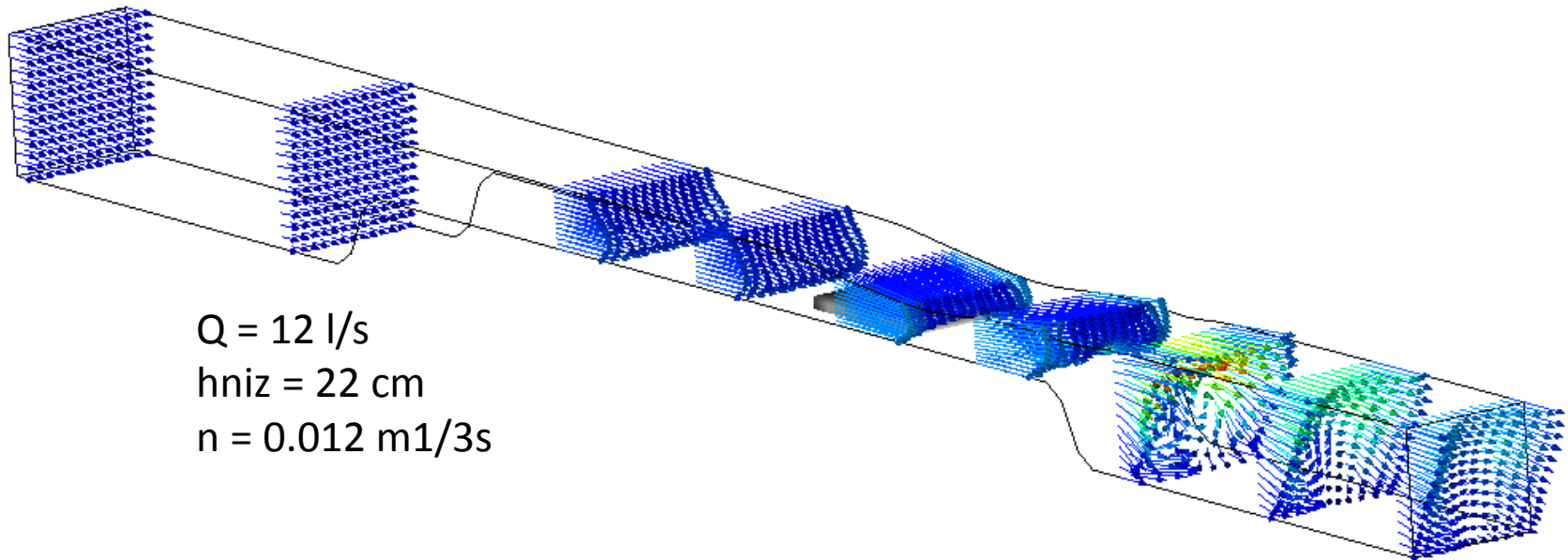
$n = 0.012 \text{ m}^{1/3}\text{s}$



Time: 20 sec



Usvojeni rezultat



$Q = 12 \text{ l/s}$
 $h_{niz} = 22 \text{ cm}$
 $n = 0.012 \text{ m}^{1/3}\text{s}$

Automatizacija

- Source kod za GUI može da se preuzme sa GitHuba sa uputstvom kako se builduje GUI.
- Ne bi trebalo da je preterano teško pozvati solver. Dokumentacija nije loša, ali zahteva dobro početno poznavanje programiranja.
- Project fajl se čuva u HDF fajlu, tako da su svi parametri relativno lako dostupni za automatsku promenu.
- Negde sakrivena po source kodu postoji i python skripta koja liči da je sa ovom namenom....

- U ovom trenutku, preveliki zalogaj.

Zaključci

- Rezultati proračuna su najosetljiviji na geometriju modela (greška u visini praga od 2cm na početku rada je davala rezultate koji nisu ni blizu osmotrenih – nije prikazano)
- GUI je dovoljno intuitivan, posebno ako se pregledaju primeri iz prethodnih godina
- Zvanična dokumentacija nije preterano opširna
- Lak pregled rezultata (uz izvoz u vtk fajl – sa softverom paraview moguće dosta finije podešavanje pregleda rezultata)
- Uz praćenje loga ne mora da se čeka pucanje proračuna da bi se znalo da je nestabilan
- Iako se čini da se dosta čeka – ako se realno pogleda problem koji se rešava rezultati se dobijaju jako brzo



Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet
Katedra za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo



**Predmet: Mehanika fluida – napredni kurs
(doktorske studije)**

Primer korišćenja CFD softvera

HVALA NA PAŽNJI

Student:
Luka Stojadinović

Profesor:
Prof. dr Dušan Prodanović

Mart, 2019