

Građevinski fakultet
Univerzitet u Beogradu
Mehanika fluida -napredni kurs

Modeliranje bočnog suženja primenom softverskog paketa iRIC Nays CUBE

Danica Starinac, dipl. inž. građ.

25.jun 2013, Beograd

Sadržaj

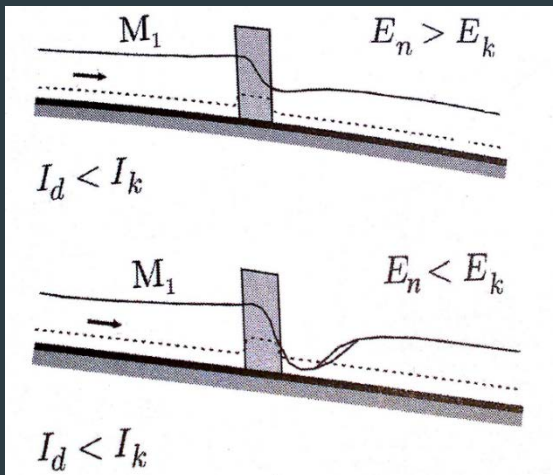
- ▶ Uvod
- ▶ Proračun za suženje po 0.5 m
- ▶ Proračun za suženje po 1.0 m
- ▶ Proračun za suženje po 1.5 m
- ▶ Proračun za suženje po 2.0 m
- ▶ Proračun za suženje po 2.5 m
- ▶ Zaključak

Uvod

- ▶ Izgradnja mosta sa prilaznim konstrukcijama koje pregrađuju inundacije može dovesti do značajne deformacije linije nivoa u odnosu na prirodno stanje, naročito u vreme poplava, kada mostovski profil može predstavljati "usko grlo" za evakuaciju velikih voda, usporavajući tok na uzvodnim deonicama.
- ▶ Pod suženjem se podrazumeva kratka deonica reke ili kanala, na kojoj se javlja naglo smanjenje površine proticajnog preseka.
- ▶ Uticaj suženja na tok zavisi od geometrijskih uslova i protoka vode.
- ▶ Na strujanje u kanalu sa bočnim suženjem veliki uticaj ima podužni nagib dna kanala, koji diktira da li će tečenje biti u mirnom ili burnom režimu.
- ▶ U ovom slučaju, analizira se strujanje u mirnom režimu, odnosno podužni nagib dna kanala je manji od kritičnog $I_d < I_k$.

Uvod

- ▶ U mirnom režimu se javlja uspor uzvodno od suženja, u suženju je mirno tečenje, a nizvodno se na relativno kratkom rastojanju javlja normalna dubina.
- ▶ Kontrolni presek se može formirati u suženju, ali ne mora, što zavisi od odnosa energije jednolikog toka izvan suženja E_n i energije kritičnog toka u suženju E_k .
- ▶ Ako se kontrolni presek javi u suženju, može biti na uzvodnom ili nizvodnom kraju u zavisnosti od režima tečenja.



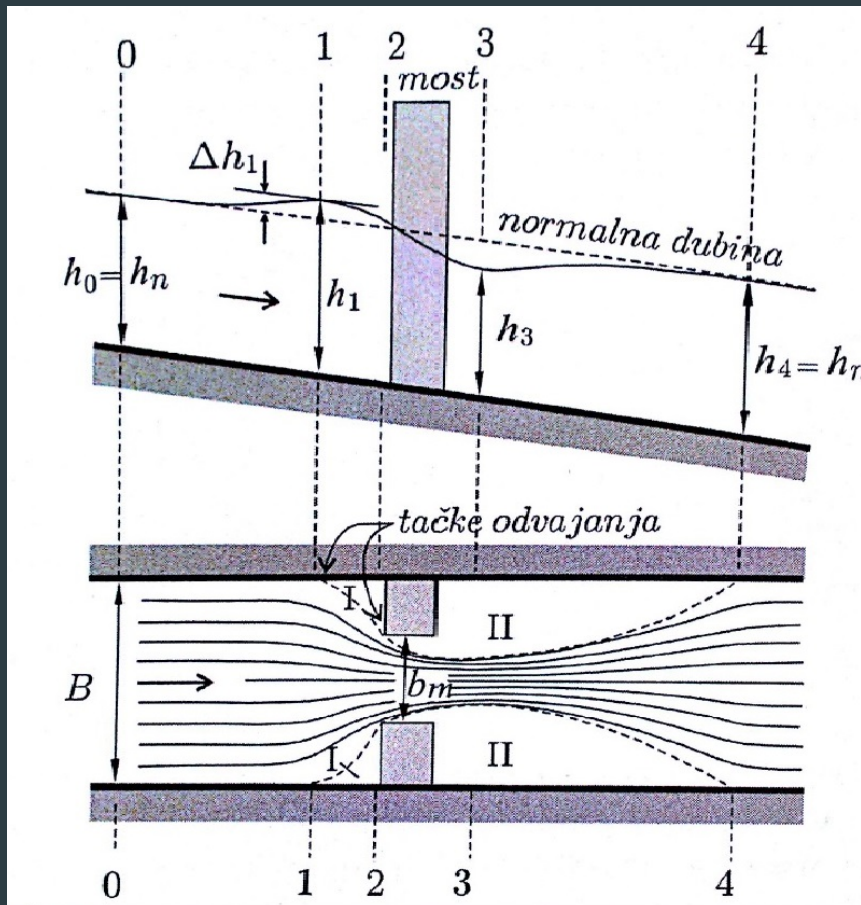
Slučaj mirnog režima sa potopljenim tečenjem u suženju.

Slučaj mirnog režima sa kritičnom dubinom u suženju i hidrauličkim skokom nizvodno.

Uvod

- ▶ Tečenje u suženju je potopljeno ako je dubina vode u njemu veća od kritične dubine u suženju.
- ▶ Ako je dubina jednaka kritičnog dubini za suženje, strujanje je nepotopljeno.
- ▶ Kritična dubina u suženju znači zagušenje, jer taj presek postaje kontrolni presek, a njegova propusna moć određuje propusnu moć vodotoka.
- ▶ Zbog toga je potrebno odrediti, kritični koeficijent kontrakcije širine σ_{kr} kada dolazi do zagušenja preseka.
- ▶ Ako je $\sigma < \sigma_{kr}$ u bočnom suženju dolazi do zagušenja, jer je strujanje nepotopljeno.

Uvod



- ▶ Razmatra se najjednostavniji slučaj korita pravougaonog poprečnog preseka u kome vlada miran režim tečenja.
- ▶ U zoni suženja dolazi do poremećaja strujne slike - uzvodno i nizvodno od suženja tečenje je blago nejednoliko, dok je u samom suženju naglo promenljivo.

Cilj proračuna

- ▶ Odrediti kritični koeficijent kontrakcije širine, kada dolazi do zagušenja preseka
- ▶ Postupak:
- ▶ Polazna širina korita će se sukcesivno smanjivati simetrično sa obe strane, u koracima od po 0.5 m
- ▶ Radi se proračun za svaku zadatu geometriju i analiziraju rezultati.

Ulazni parametri

- ▶ Deonica dužine $l=100$ m,
- ▶ Pravougaoni poprečni presek, širina korita $B=10$ m
- ▶ Podužni pad dna kanala je $l_d=0.001$
- ▶ Manningov koeficijent rapavosti $n=0.014$ m^{-1/3}s
- ▶ Bočno suženje na dužini od 15 m, sa početkom na 42 m
- ▶ Protok $Q=100$ m³/s
- ▶ Kritična dubina u preseku određuje se iz uslova minimuma specifične energije u preseku sa bočnim suženjem:

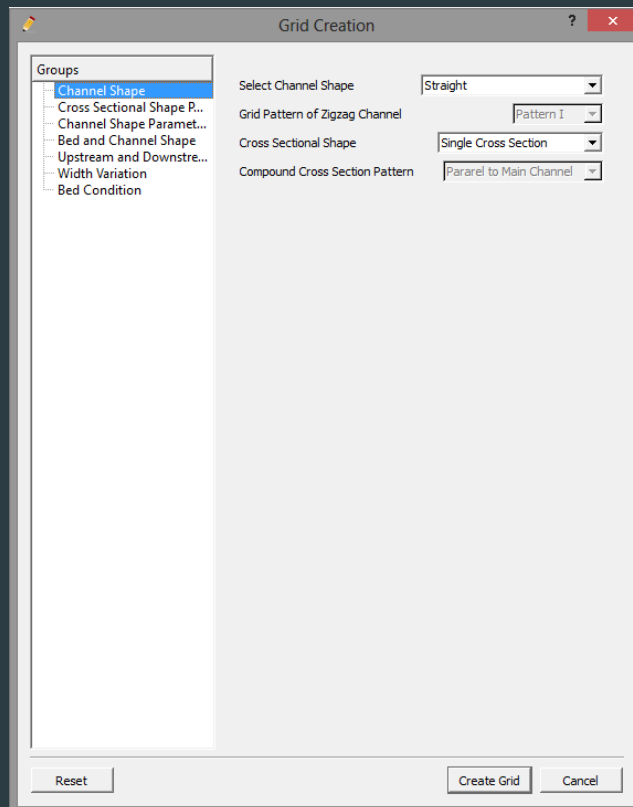
$$\frac{Q^2 \cdot B}{g \cdot A^3} = 1$$

Postupak proračuna u Nays CUBE softveru

- ▶ Formiranje računске mreže
- ▶ Definisane geometrije
- ▶ Definisane ulaznih parametara za hidraulički proračun
- ▶ Prikaz rezultata
- ▶ Analiza rezultata

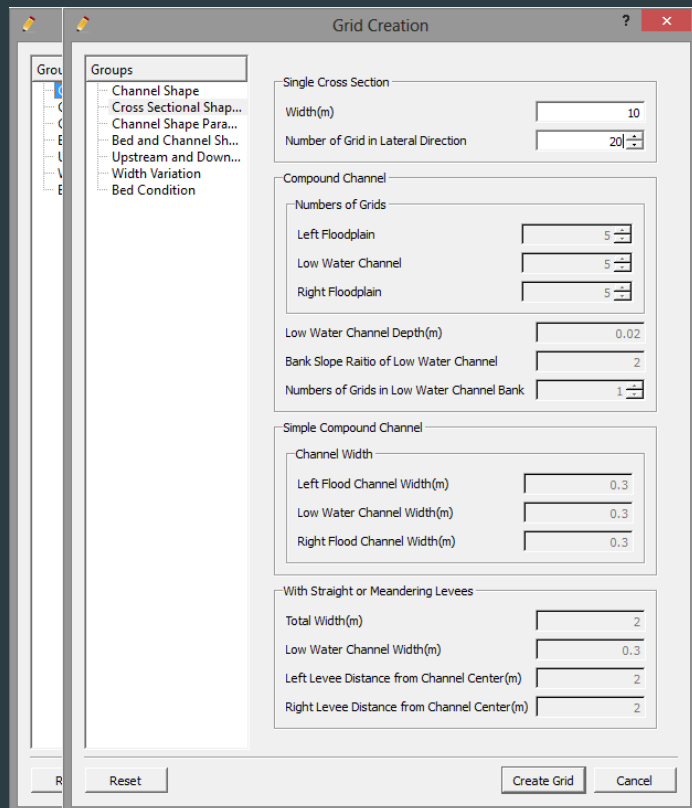
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



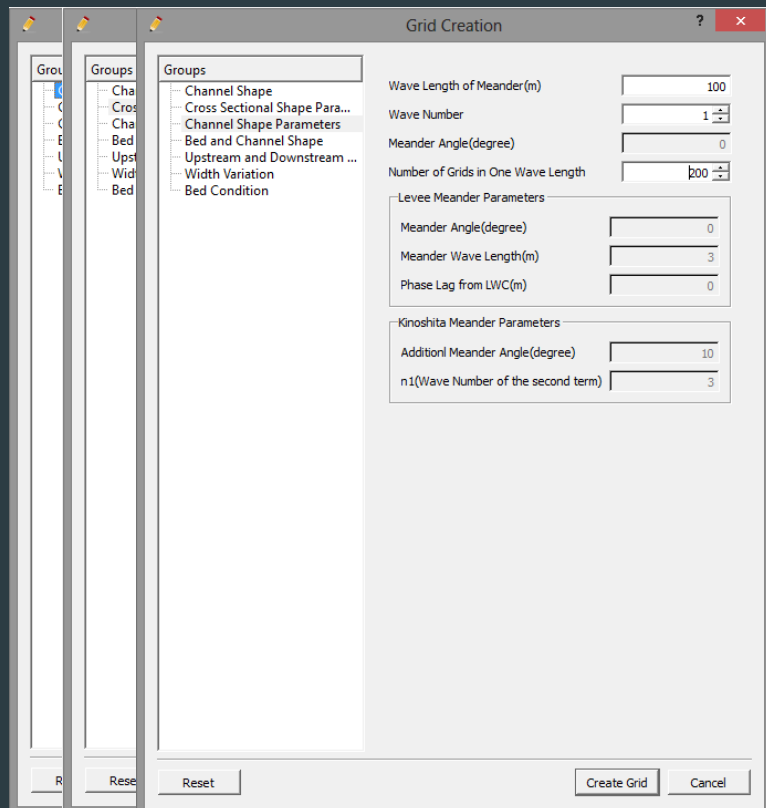
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



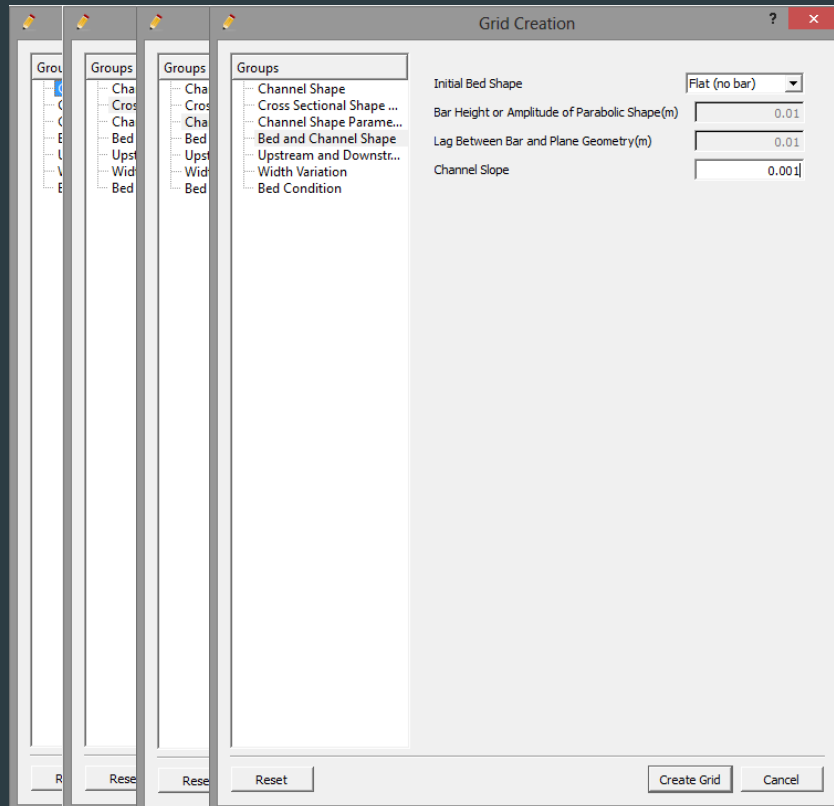
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



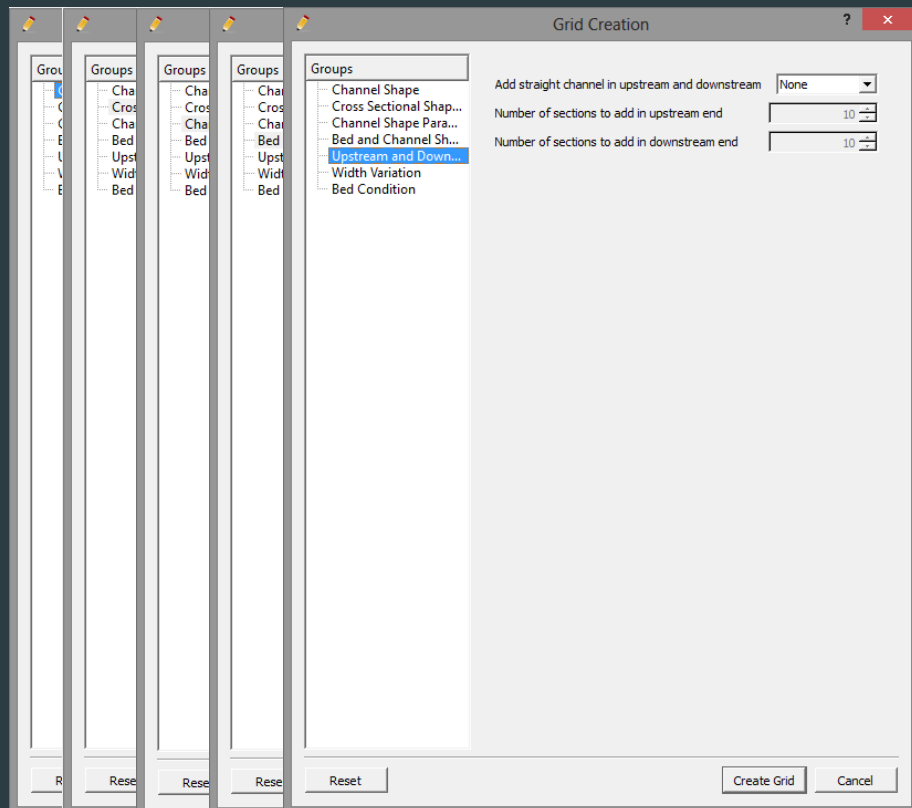
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



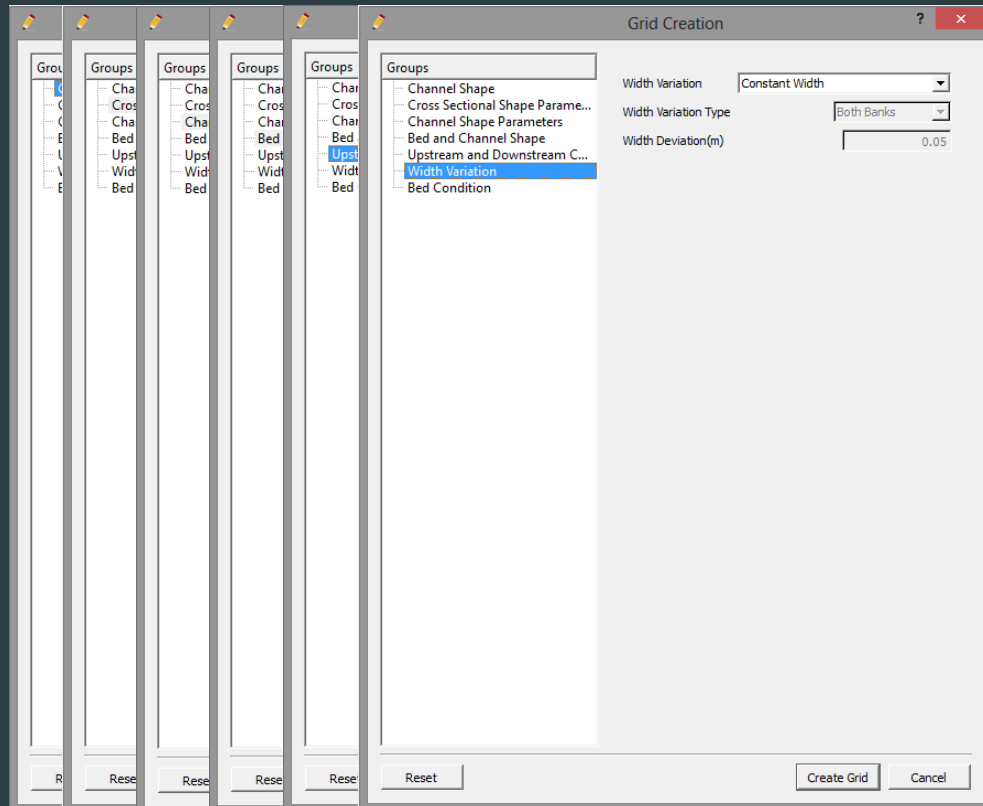
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



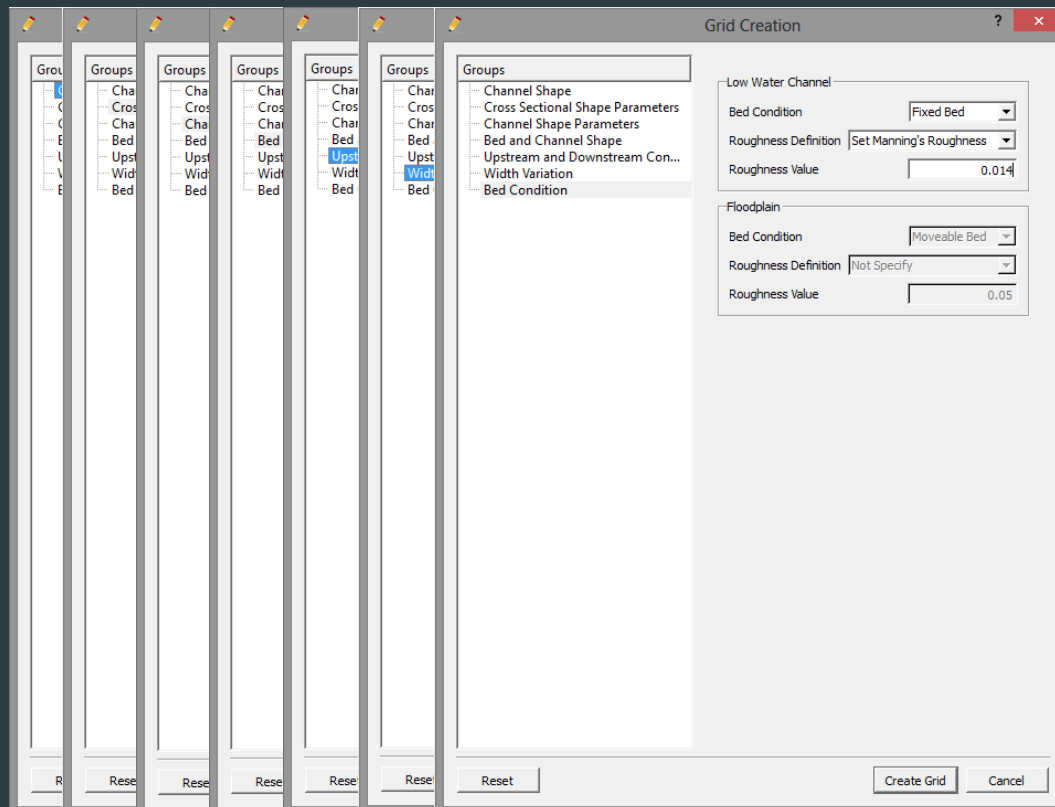
Formiranje računске mreže

- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator

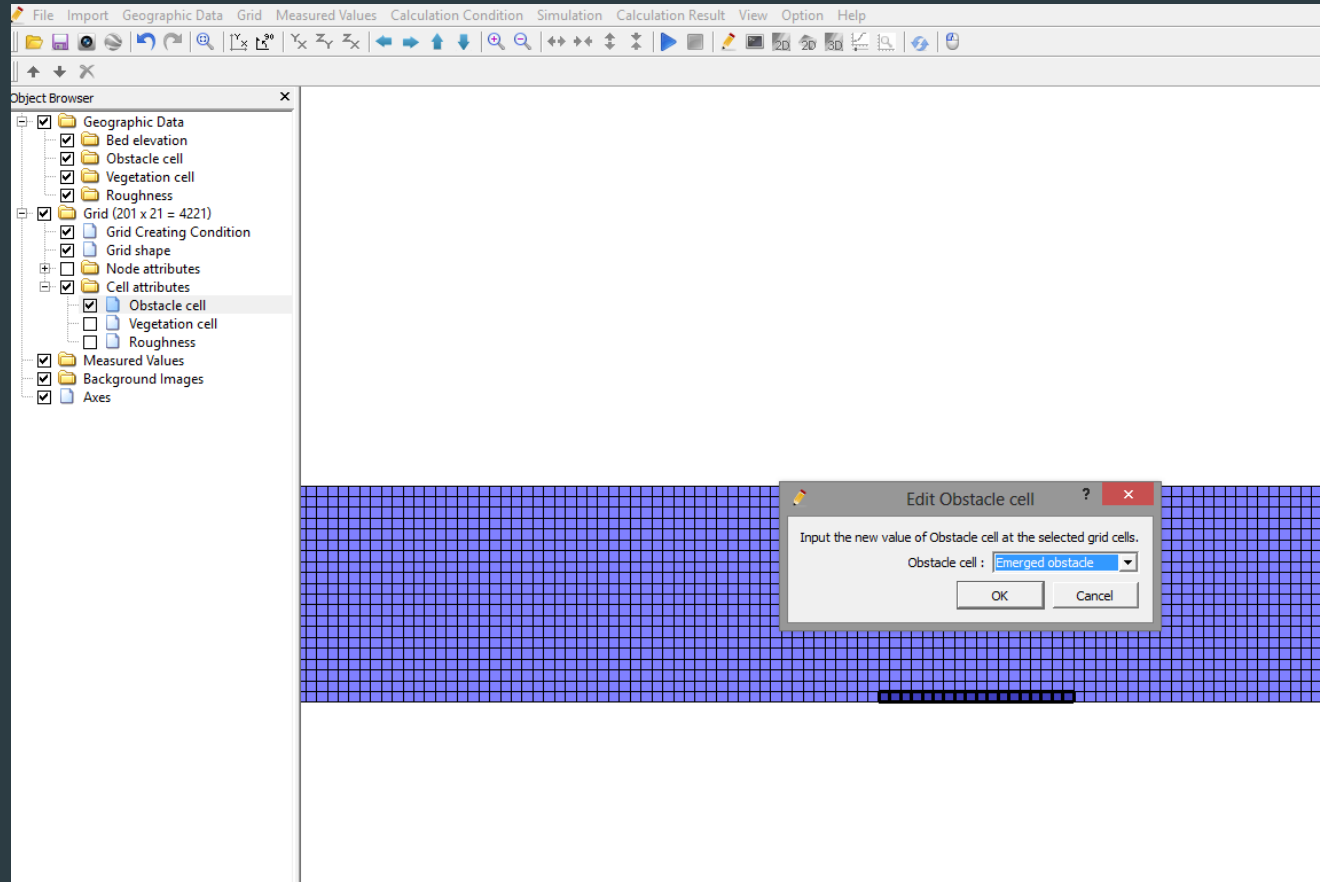


Formiranje računске mreže

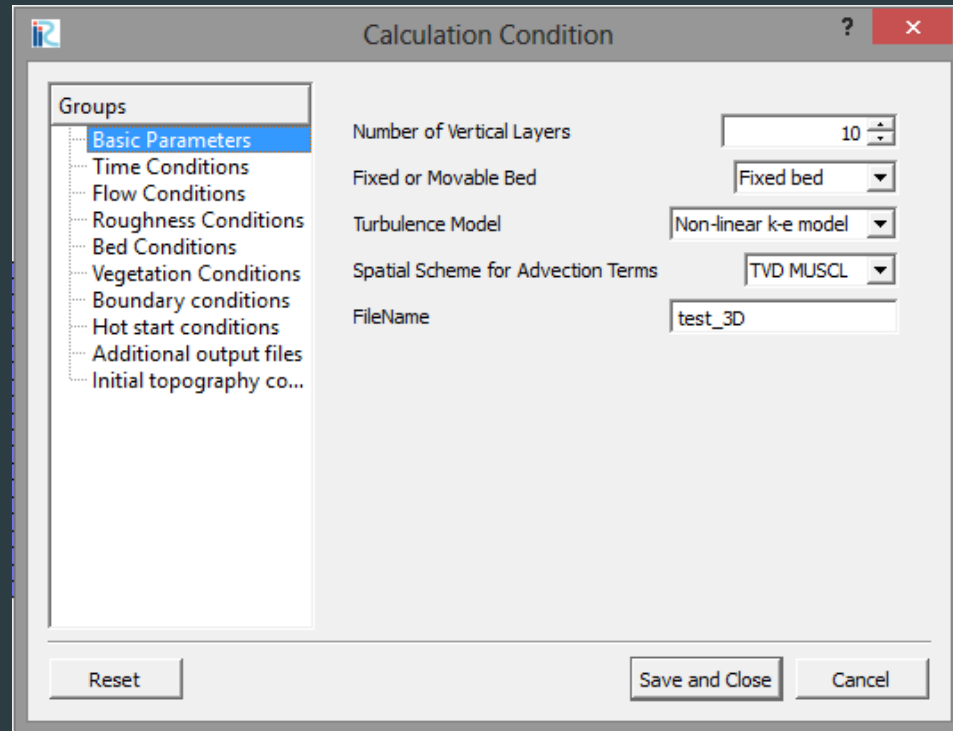
- ▶ Grid/Select Algorithm to Create Grid.../Multifunction Grid Generator



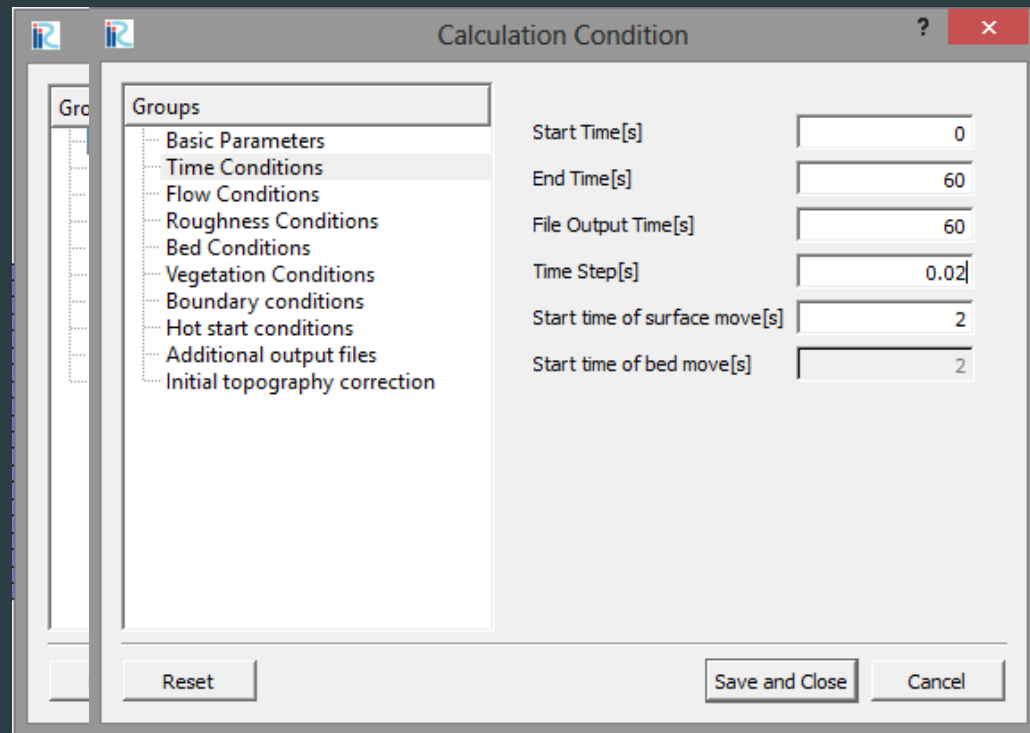
Definisanje geometrije



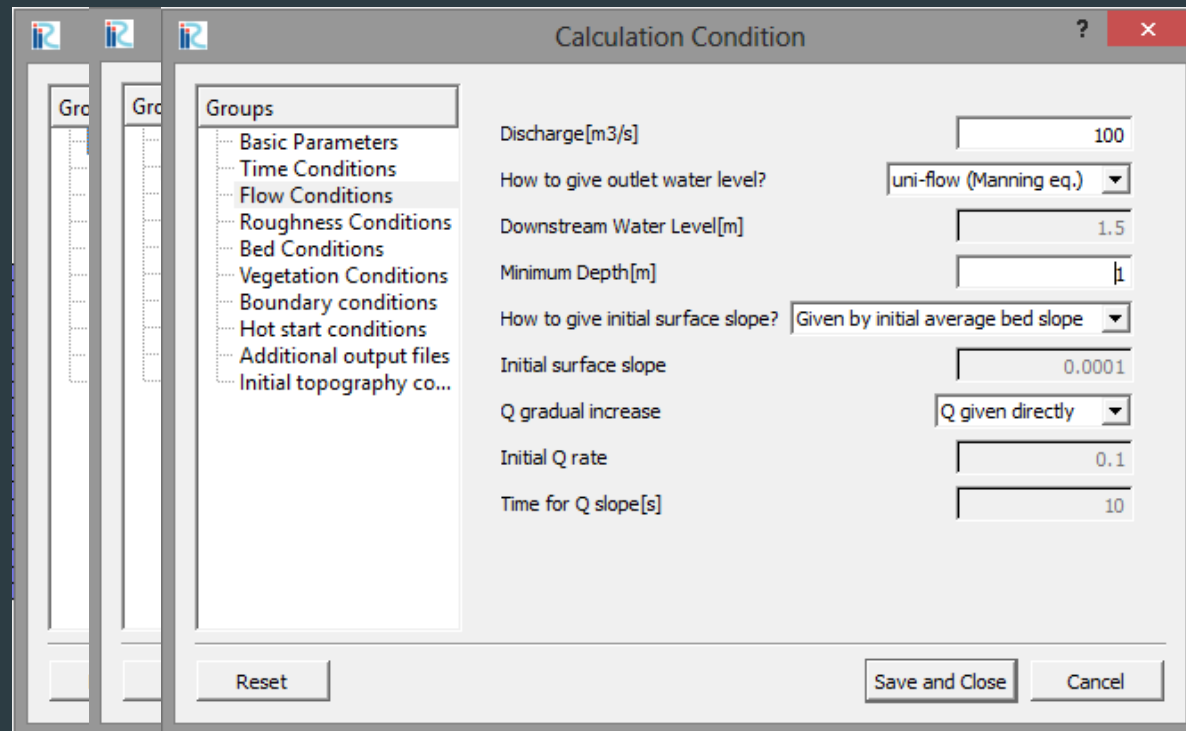
Definisanje ulaznih parametara za hidraulički proračun



Definisanje ulaznih parametara za hidraulički proračun



Definisanje ulaznih parametara za hidraulički proračun

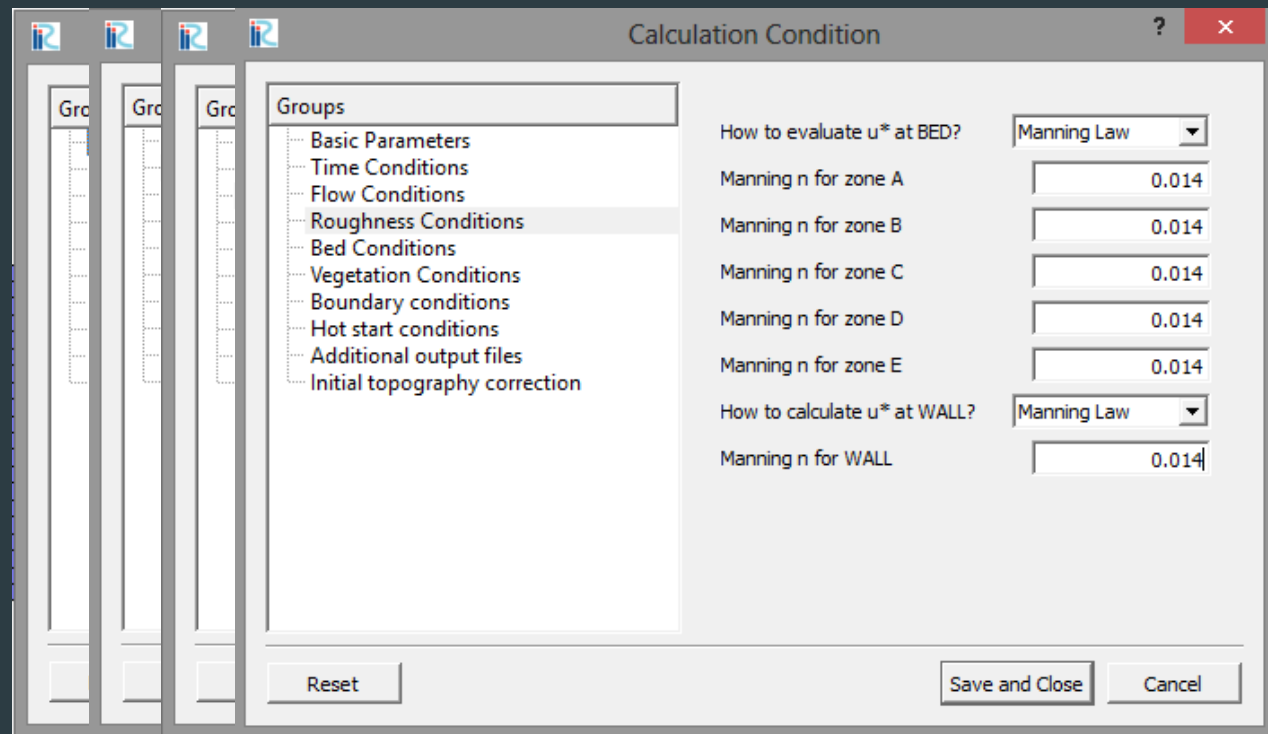


The screenshot shows a software dialog box titled "Calculation Condition". On the left, there is a tree view under the heading "Groups" with the following items: Basic Parameters, Time Conditions, Flow Conditions, Roughness Conditions, Bed Conditions, Vegetation Conditions, Boundary conditions, Hot start conditions, Additional output files, and Initial topography co... The "Flow Conditions" group is selected. The main area of the dialog contains the following parameters and their values:

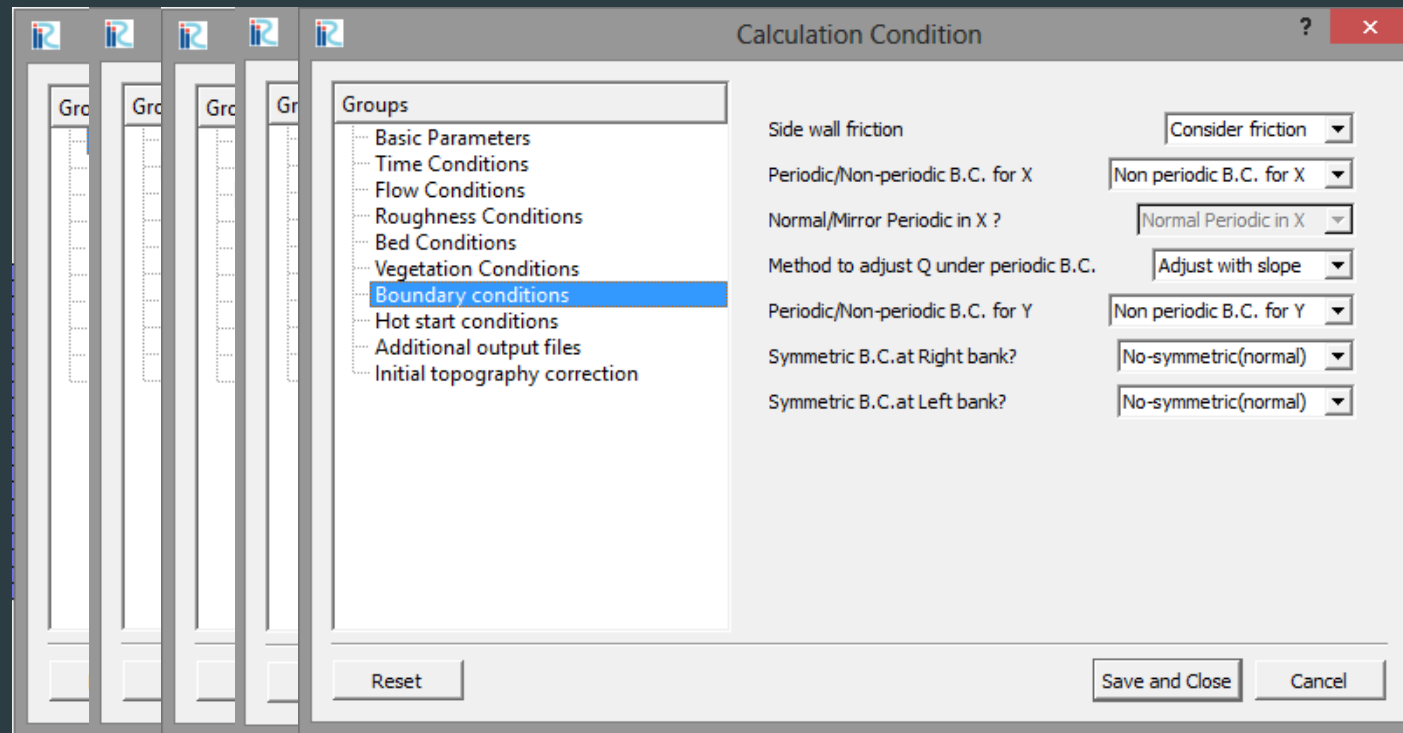
Parameter	Value
Discharge[m3/s]	100
How to give outlet water level?	uni-flow (Manning eq.)
Downstream Water Level[m]	1.5
Minimum Depth[m]	1
How to give initial surface slope?	Given by initial average bed slope
Initial surface slope	0.0001
Q gradual increase	Q given directly
Initial Q rate	0.1
Time for Q slope[s]	10

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Reset", "Save and Close", and "Cancel".

Definisanje ulaznih parametara za hidraulički proračun



Definisanje ulaznih parametara za hidraulički proračun

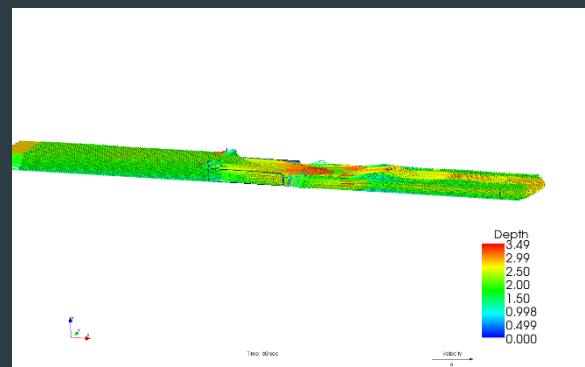
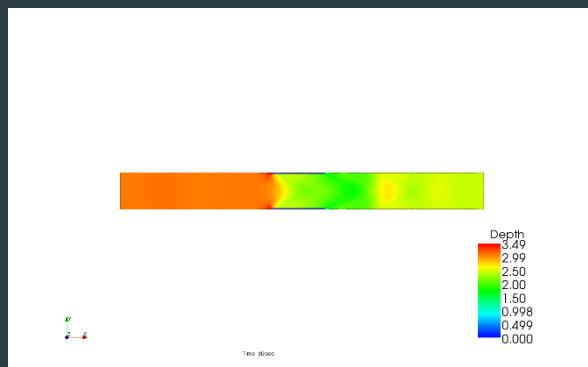
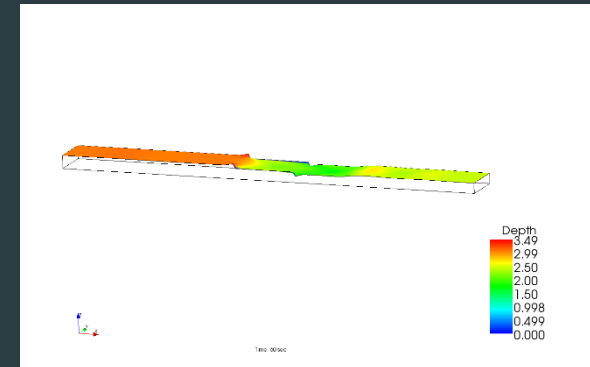
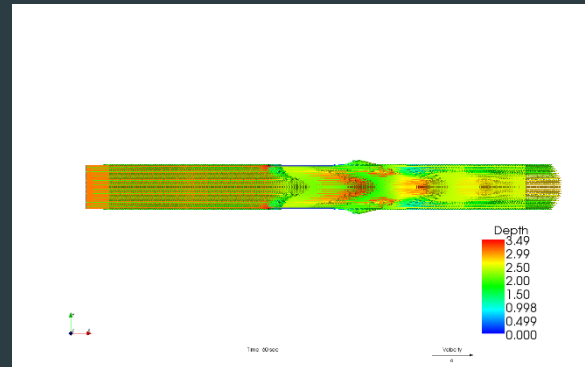
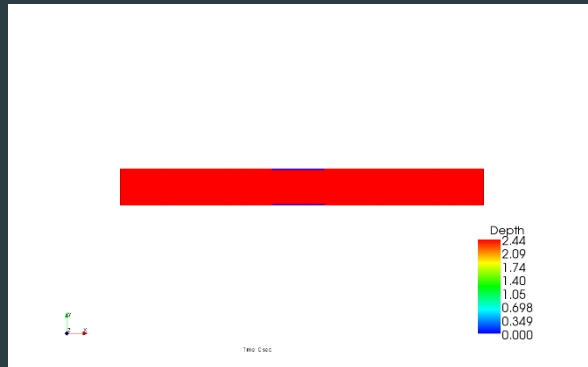


Proračun za korito bez suženja

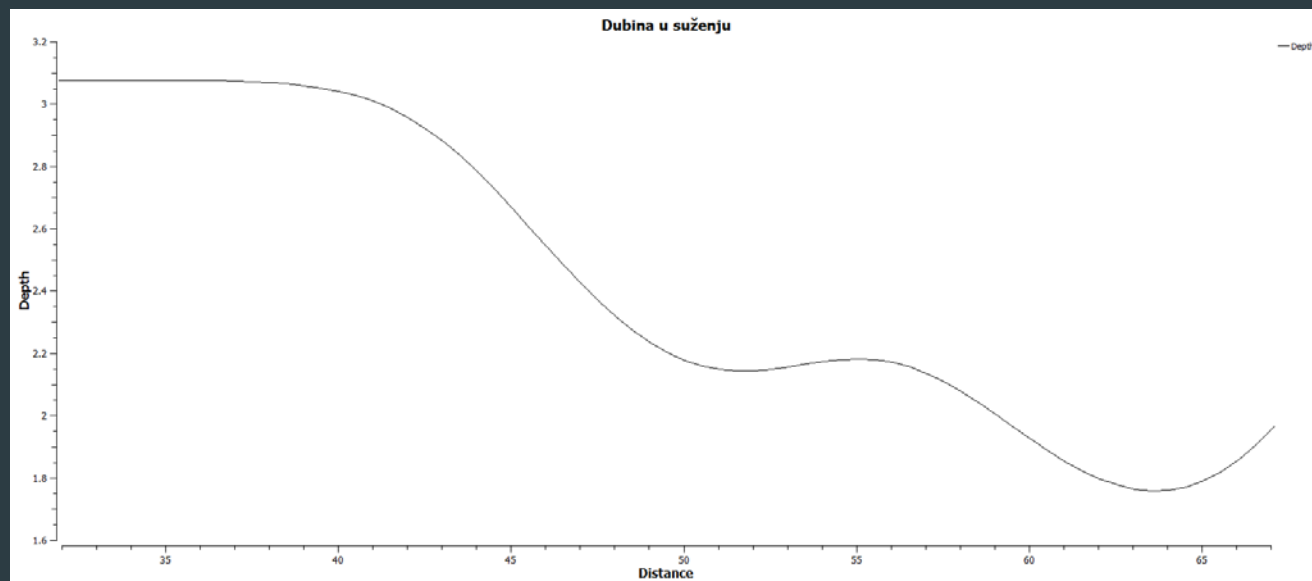
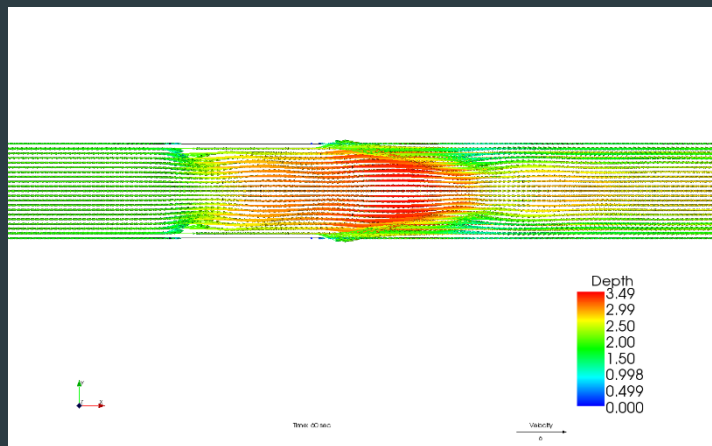
- ▶ Kritična dubina $h_{kr}=2.168$ m
- ▶ Normalna dubina $h_n=2.440$ m

Proračun za suženje po 0.50 m

- ▶ Kritična dubina u suženju $h_{kr}=2.326$ m
- ▶ Koeficijent kontrakcije širine $\sigma=0.9$
- ▶ **Maksimalna dubina uzvodno od suženja $h_{uz}=3.49$ m**

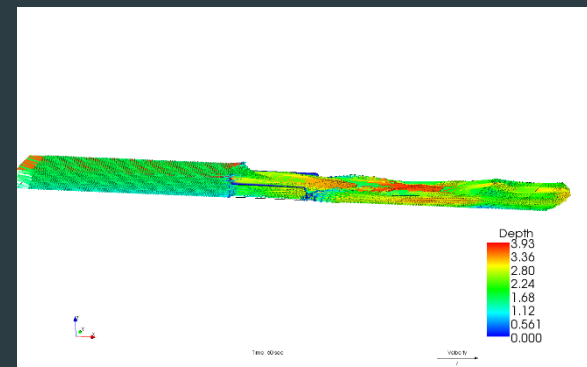
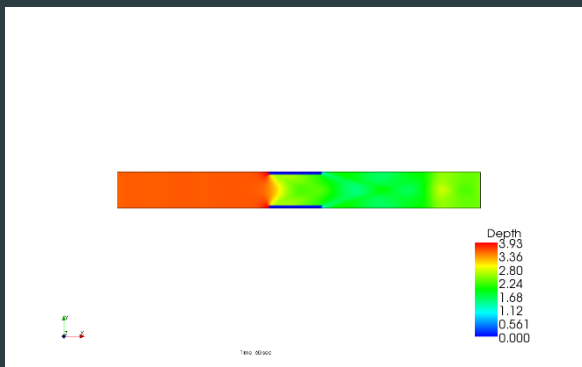
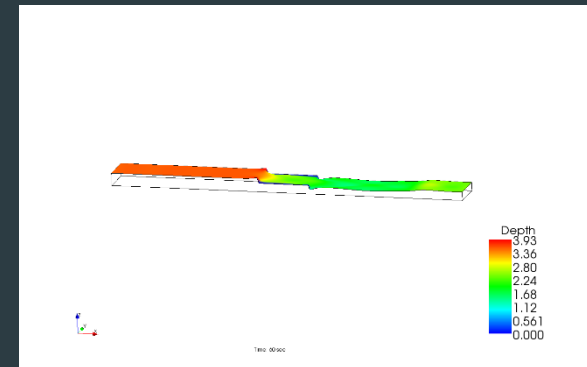
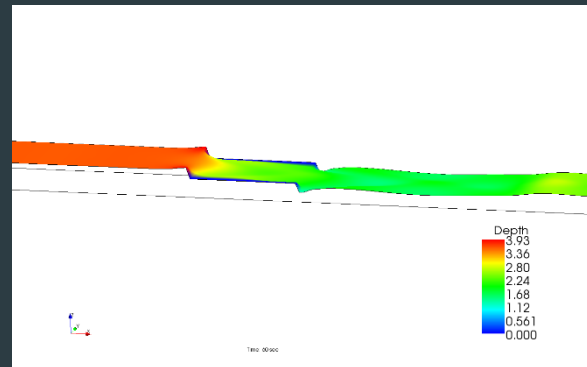
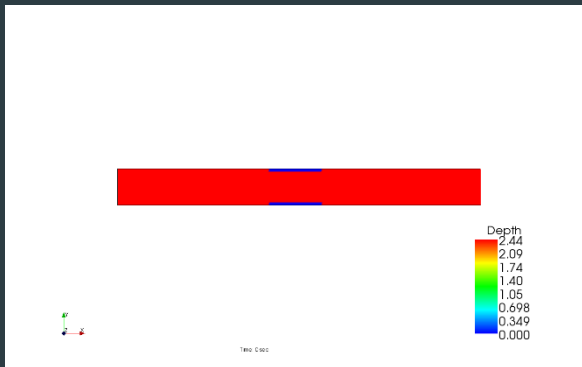


Proračun za suženje po 0.50 m

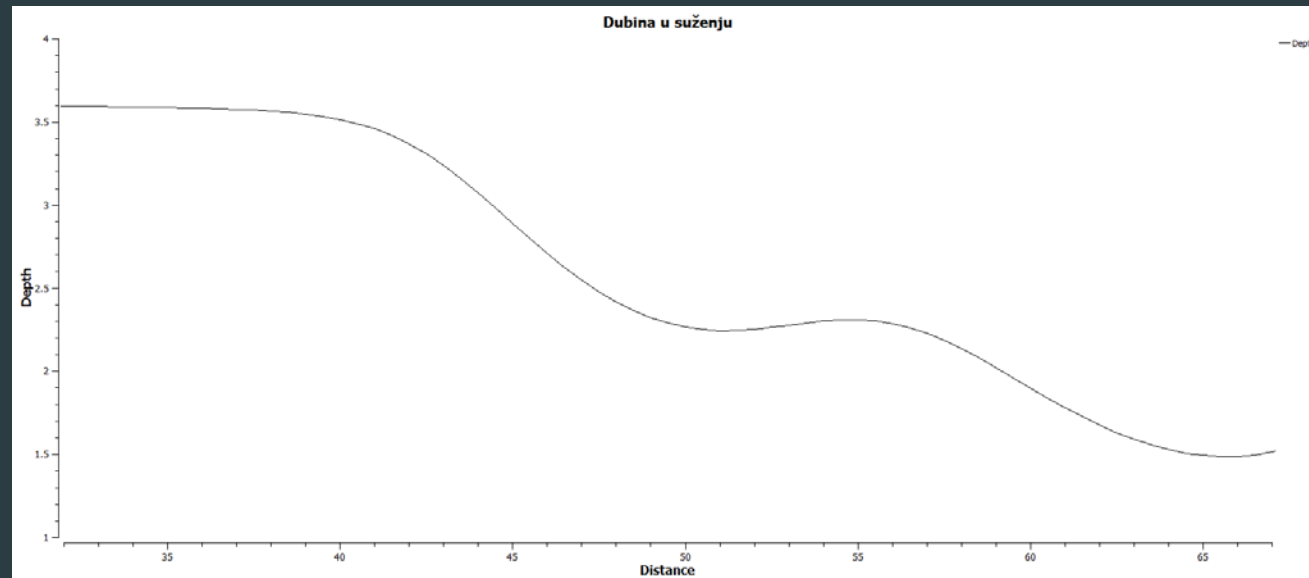
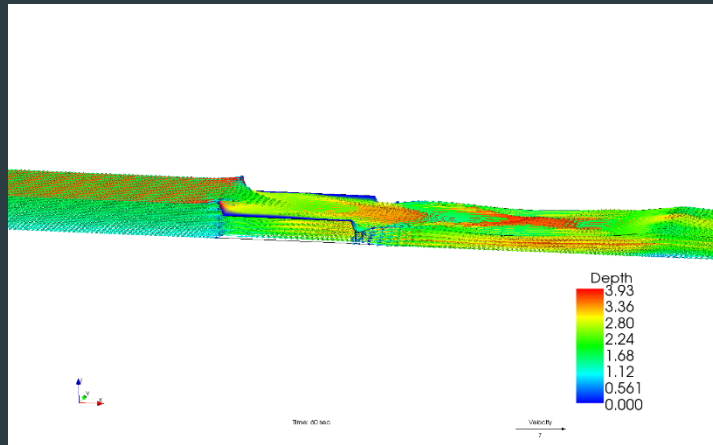


Proračun za suženje po 1.00 m

- ▶ Kritična dubina u suženju $h_{kr}=2.516$ m
- ▶ Koeficijent kontrakcije širine $\sigma=0.8$
- ▶ Maksimalna dubina uzvodno od suženja $h_{uz}=3.93$ m

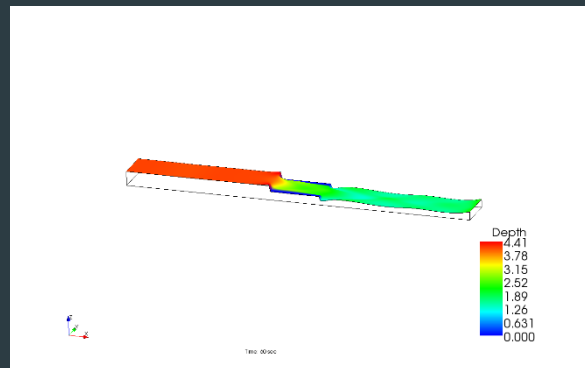
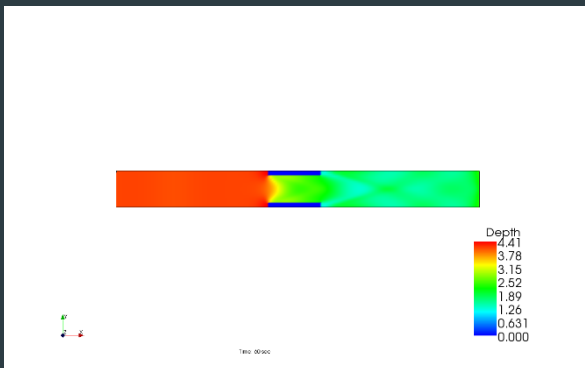
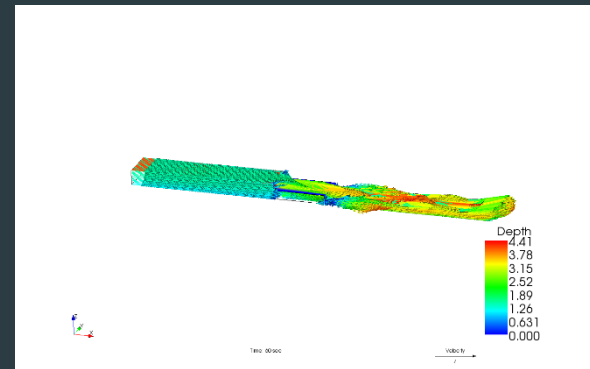
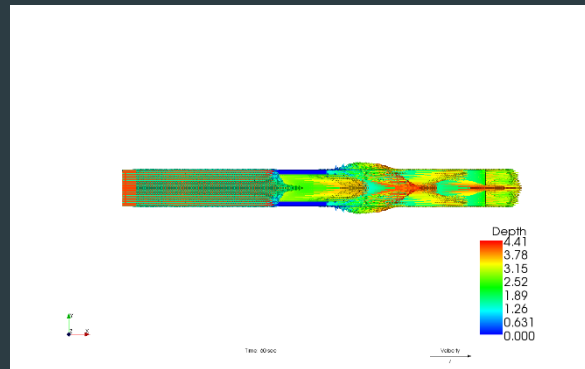
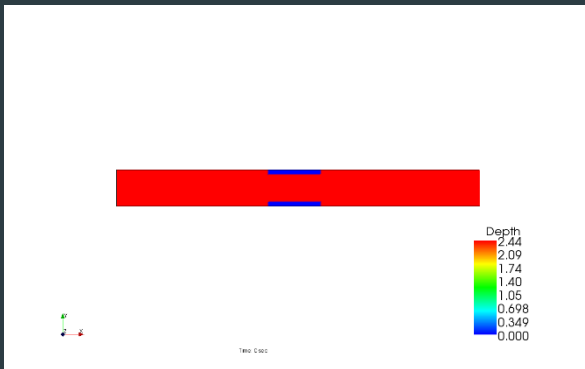


Proračun za suženje po 1.00 m

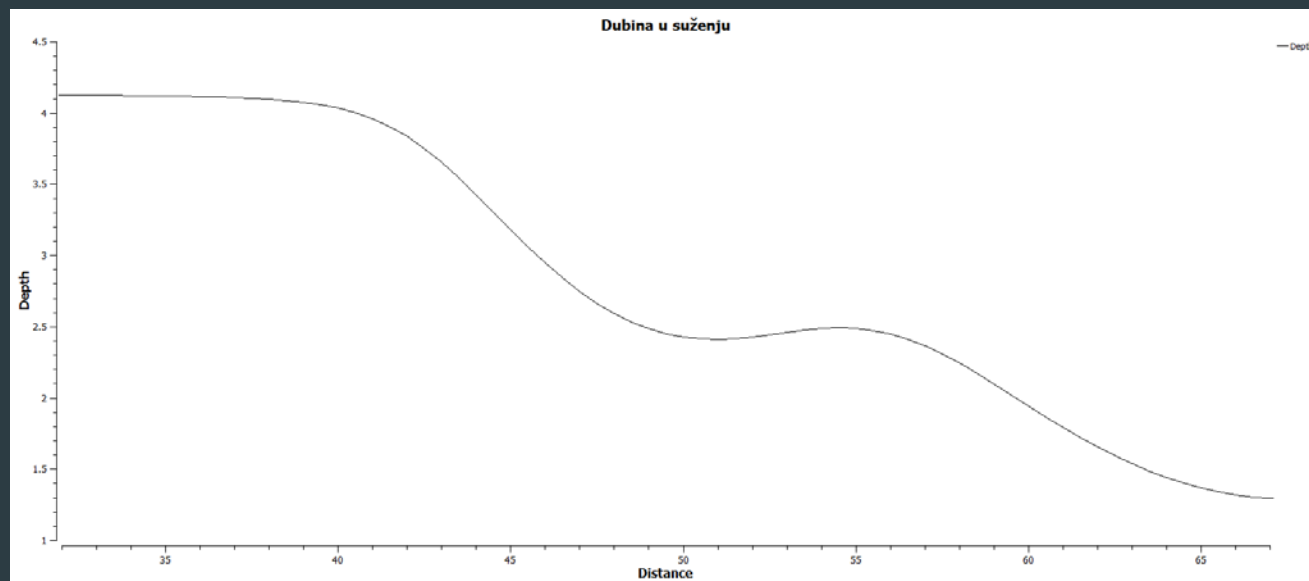
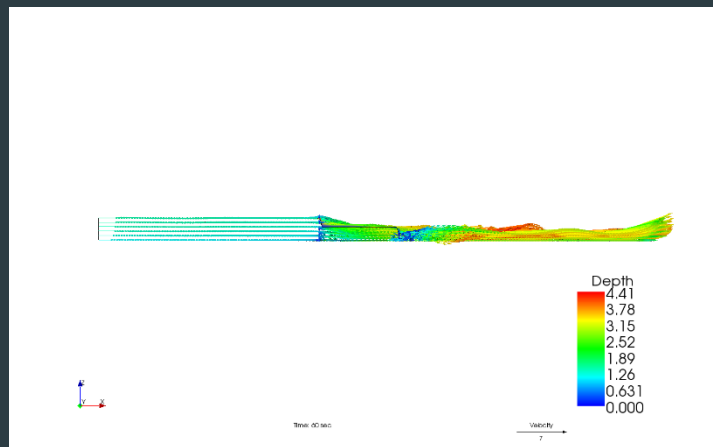


Proračun za suženje po 1.50 m

- ▶ Kritična dubina u suženju $h_{kr}=2.750$ m
- ▶ Koeficijent kontrakcije širine $\sigma=0.7$
- ▶ Maksimalna dubina uzvodno od suženja $h_{uz}=4.41$ m

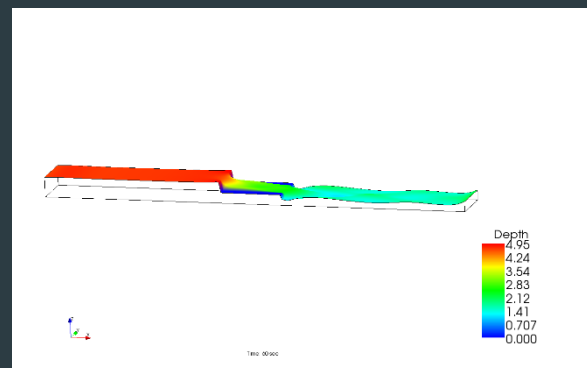
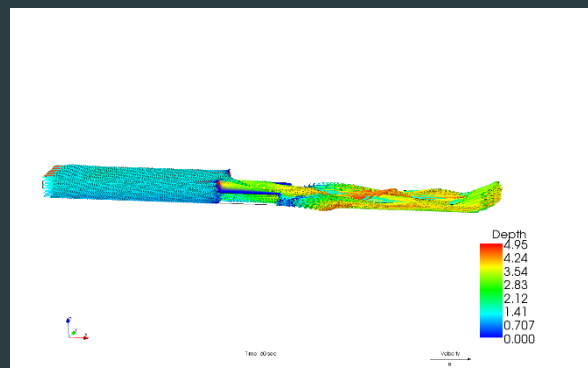
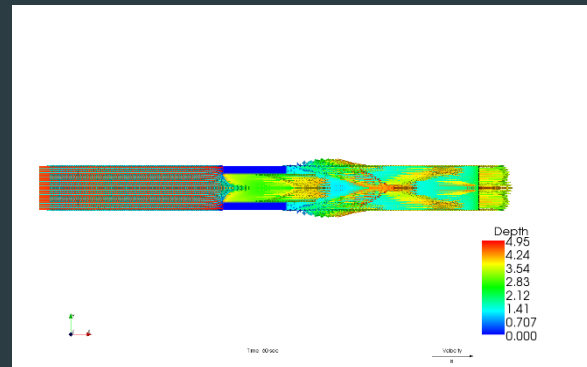
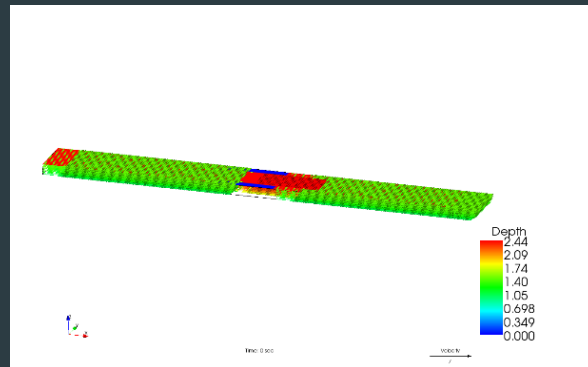


Proračun za suženje po 1.50 m

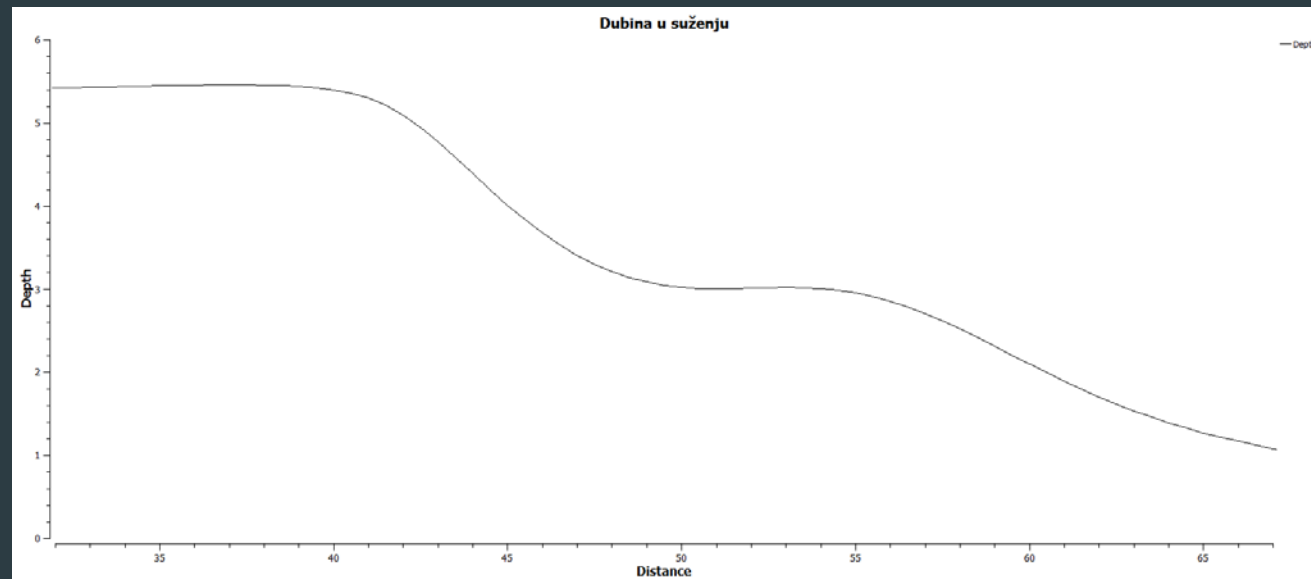
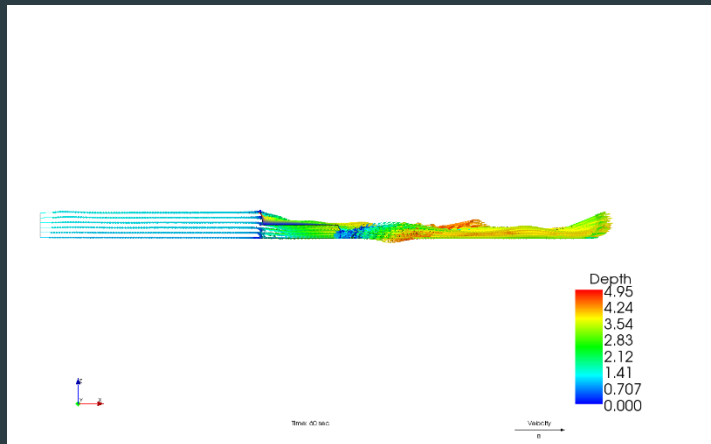


Proračun za suženje po 2.00 m

- ▶ Kritična dubina u suženju $h_{kr}=3.048$ m
- ▶ Koeficijent kontrakcije širine $\sigma=0.6$
- ▶ Maksimalna dubina uzvodno od suženja $h_{uz}=4.95$ m

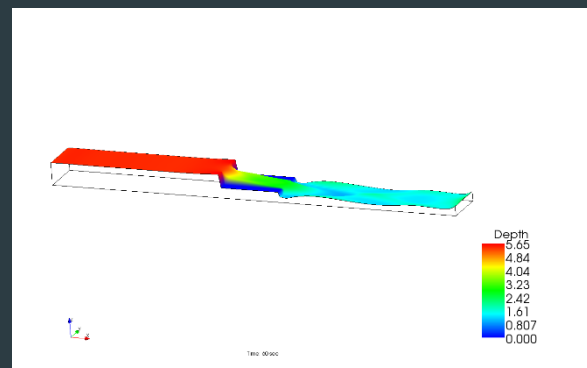
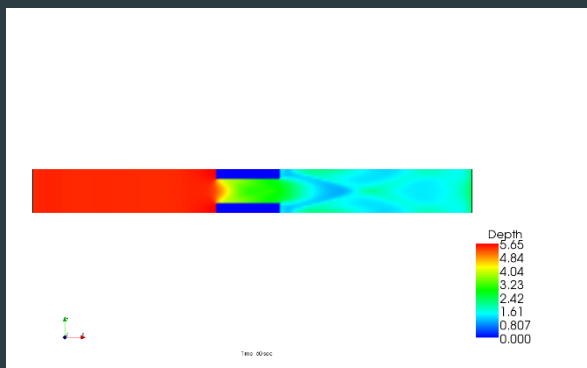
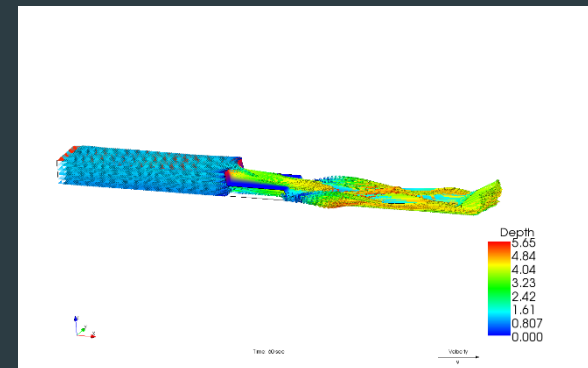
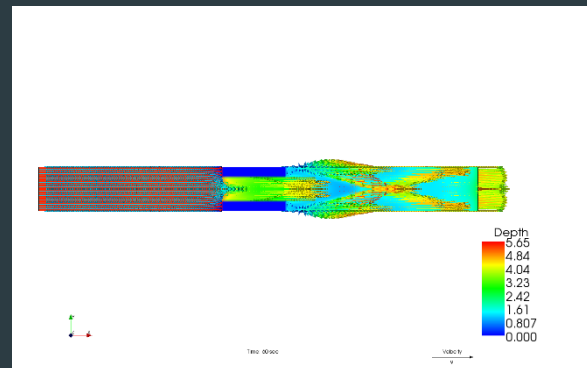
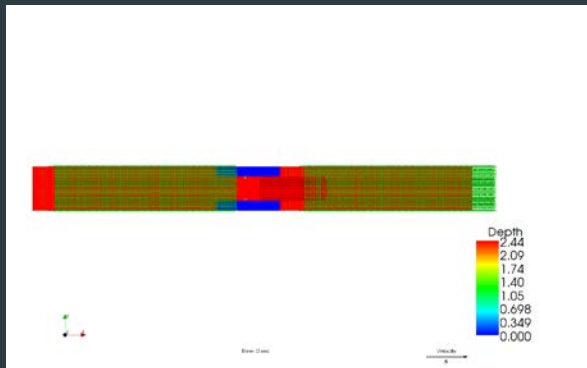


Proračun za suženje po 2.00 m

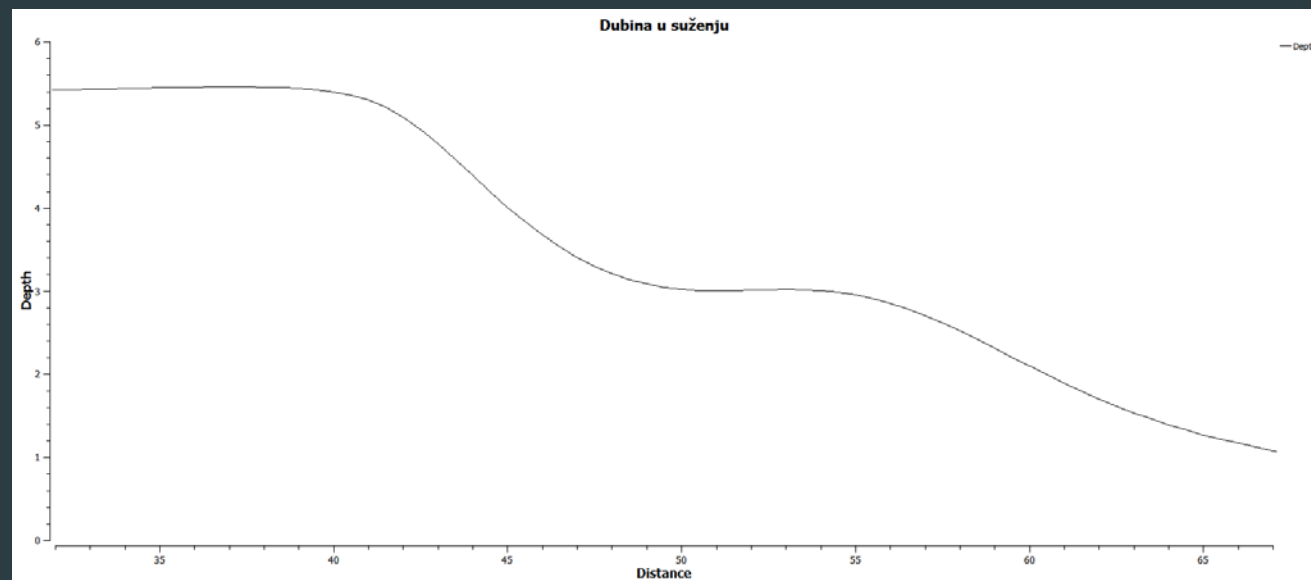
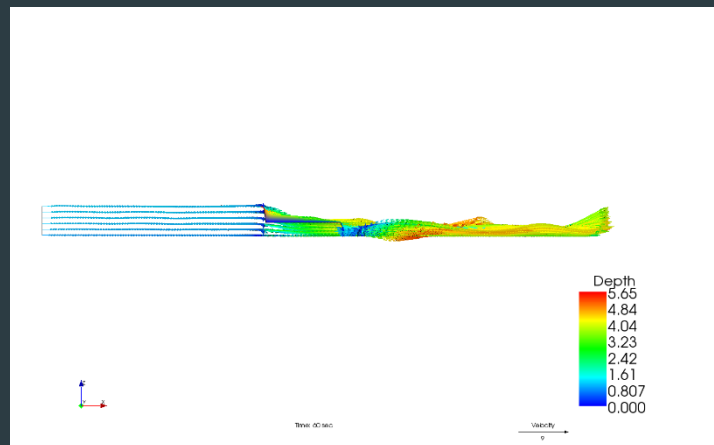


Proračun za suženje po 2.50 m

- ▶ Kritična dubina u suženju $h_{kr}=3.442$ m
- ▶ Koeficijent kontrakcije širine $\sigma=0.5$
- ▶ Maksimalna dubina uzvodno od suženja $h_{uz}=5.65$ m



Proračun za suženje po 2.50 m



Zaključak

- ▶ Pri svim ispitanim slučajevima, u suženju se javlja kritična dubina, na različitom rastojanju od početka suženja.
- ▶ Za $\sigma=0.7$, odnosno za suženje po 1.50 m sa obe strane, dolazi do zagušenja i nemogućnosti postizanja normalne dubine na nizvodnom kraju.
- ▶ Proračun sa manjim korakom (mreža $d=0.25$ m) mogao bi da da precizniji rezultat, ali u tom slučaju proračun značajno duže traje i nestabilniji je.
- ▶ Moguće je da je izabrana dužina suženja prevelika!
- ▶ Generalne zamerke na softver:
 - ▶ Nemogućnost izmene geometrije nakon izvršenog proračuna
 - ▶ Nemogućnost pauziranja proračuna
 - ▶ Relativno dugo trajanje proračuna
 - ▶ Nestabilnost pri čuvanju podataka
 - ▶ Slabe mogućnosti animacije

Komentari

- ▶ O prezentaciji:
Sitna slova u prezentaciji, sitne slike, tamna pozadina!
- ▶ Proveriti sa znatno finijom mrežom u suženju šta se dobija
- ▶ Analizirati uticaj dužine suženja
- ▶ Proveriti uticaj vremenskog koraka na rešenje - treba kraći korak!