



DAS – Mehanika fluida – 2024/25

Student – Dimitra Anđelković

Zadatak 6 - Modeliranje turbulencije u okolini mostovskih stubova primenom softverskog paketa iRIC – NaysCUBE

Uvod

Računarska dinamika fluida (CFD, Computational Fluid Dynamics) predstavlja oblast mehanike fluida koja koristi numeričke metode i računске algoritme za simulaciju i analizu tokova fluida. CFD omogućava precizno modelovanje složenih fenomena, uključujući tokove fluida, prenose toplote, difuziju čestica i mnoge druge procese koji se javljaju u raznim tehničkim i prirodnim sistemima.

CFD se široko primenjuje u različitim industrijama, uključujući automobilski, vazduhoplovni, građevinski i energetska sektor, ali i u hidrotehničkim i ekološkim analizama. Konkretno primene uključuju:

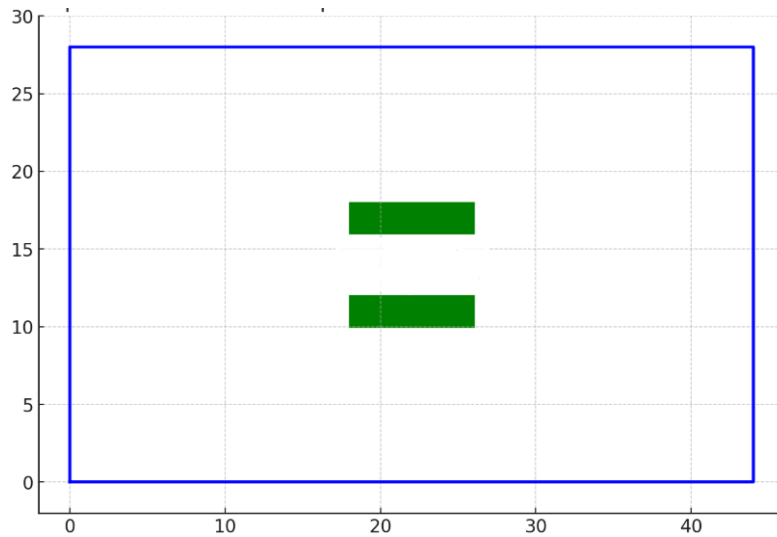
- Optimizaciju oblika konstrukcija (mostovi, turbine, brane) radi smanjenja otpora fluida,
- Simulaciju tokova u otvorenim ili zatvorenim vodotokovima,
- Predviđanje distribucije zagađivača u vodi ili vazduhu,
- Analizu sistema prevoza sedimenta ili čestica.

U ovom zadatku koristićemo NaysCUBE solver, koji je specijalizovan za simulaciju trodimenzionalnih tokova u hidrauličkim i hidrotehničkim sistemima. Solver primenjuje standardni k-e model za modeliranje turbulencije.

k-e model je jedan od najčešće korišćenih pristupa za simulaciju turbulencije u CFD analizama. Zasniva se na rešavanju dve transportne jednačine: jedna za turbulentnu kinetičku energiju (k) i druga za turbulentnu disipaciju (ϵ). Njegova glavna prednost je jednostavnost i efikasnost, što ga čini pogodnim za širok spektar inženjerskih primena.

Zadatak

Cilj ovog zadatka je da se uradi simulacija (prikaže tečenje) turbulentnog tečenja u kanalu, širine 35m i dužine 55m, u okolini mostovskih stubova u iRIC NaysCUBE version 2.3. Položaj mostovskih stubova, dimenzije 8x2m, je prikazan na slici 1.



Slika 1 Položaj mostovskih stubova u kanalu

Radimo simulaciju turbulentnog tečenja koristeći dve vrednosti protoka koji su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1 Vrednosti protoka i odgovarajućih dubina, brzina i kritičnih dubina

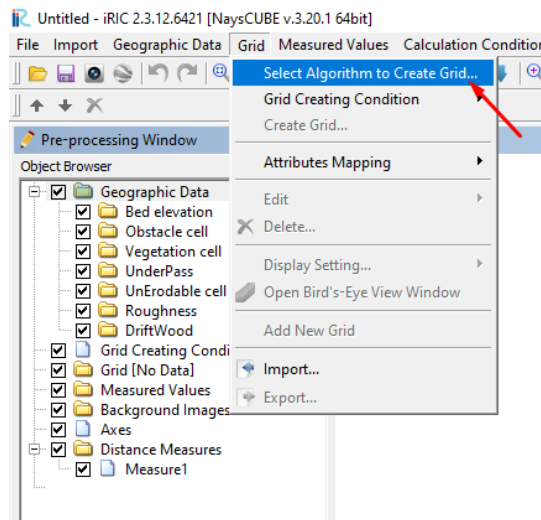
Q [m ³ /s]	h [m]	V [m/s]	h _{kr} [m]
225.9	3.03	2.13	1.62
479.5	3.87	3.54	2.68

Rad

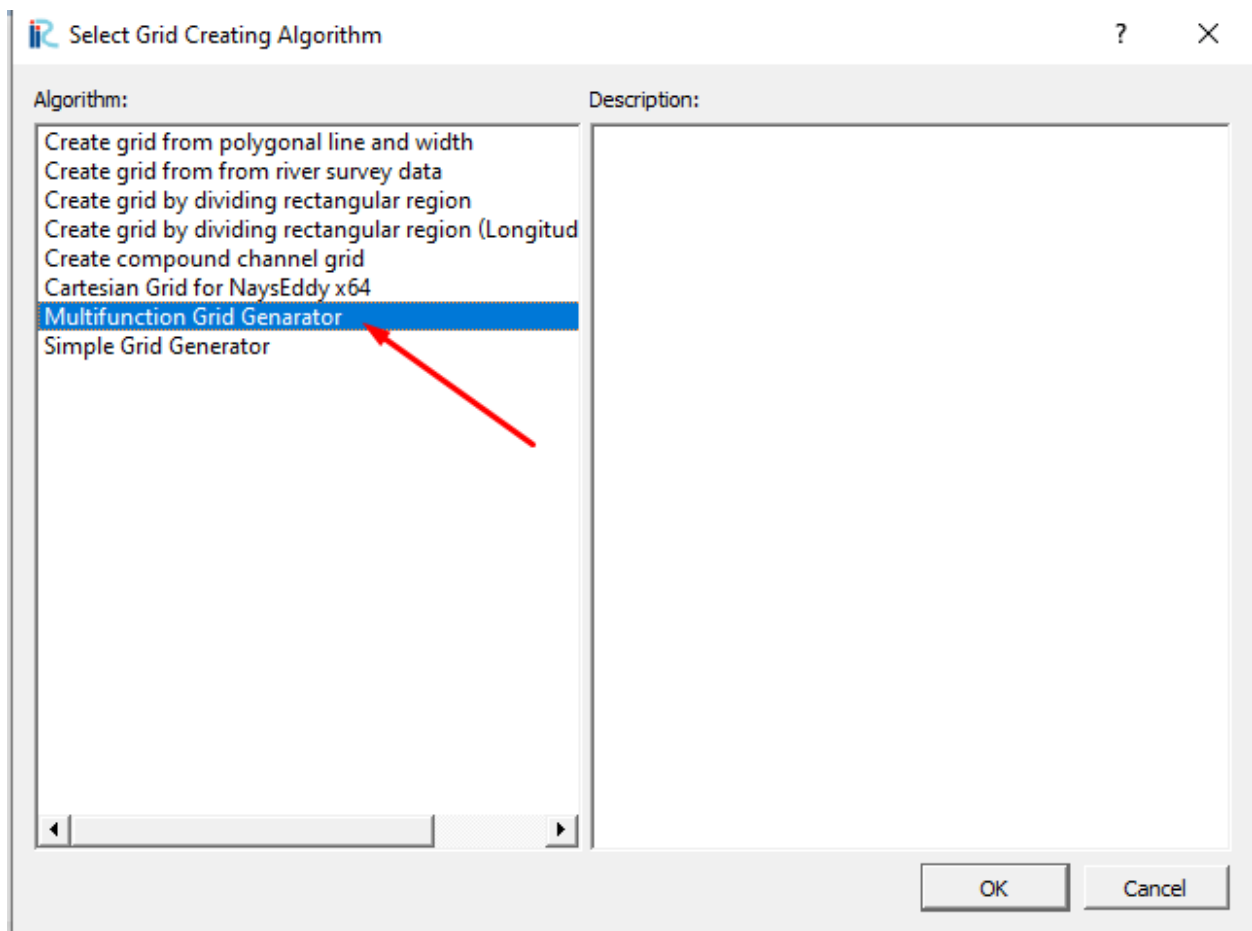
I Primer – $Q=225.9 \text{ m}^3/\text{s}$

Kreiranje modela u iRIC NaysCUBE solver-u

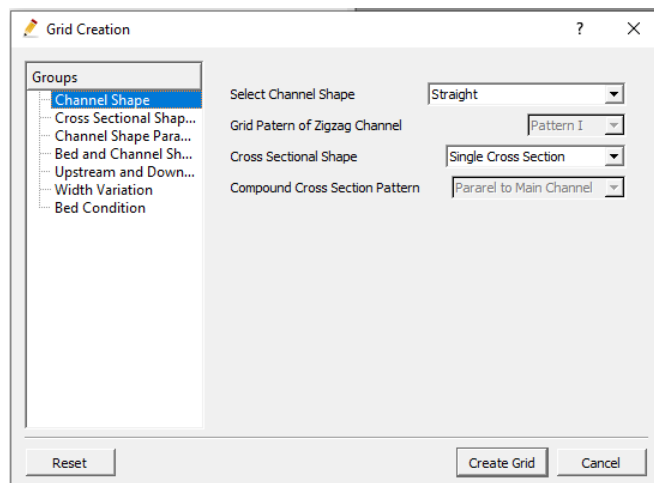
1. Kreiranje mreže (kreiranje geometrije kanala)



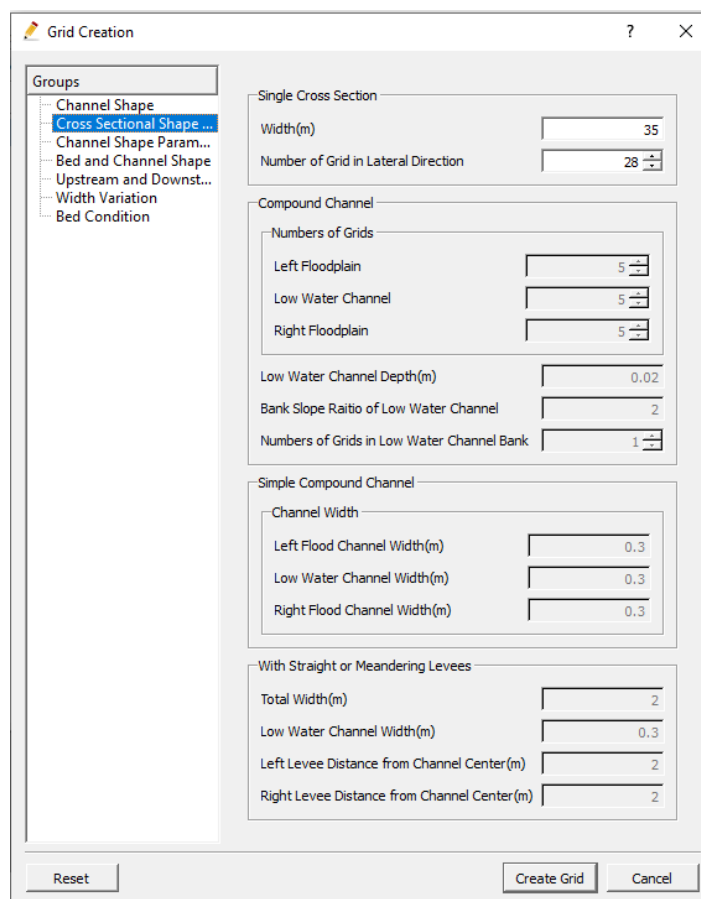
Slika 2 Kartica *Grid* za odabir načina unosa geometrije



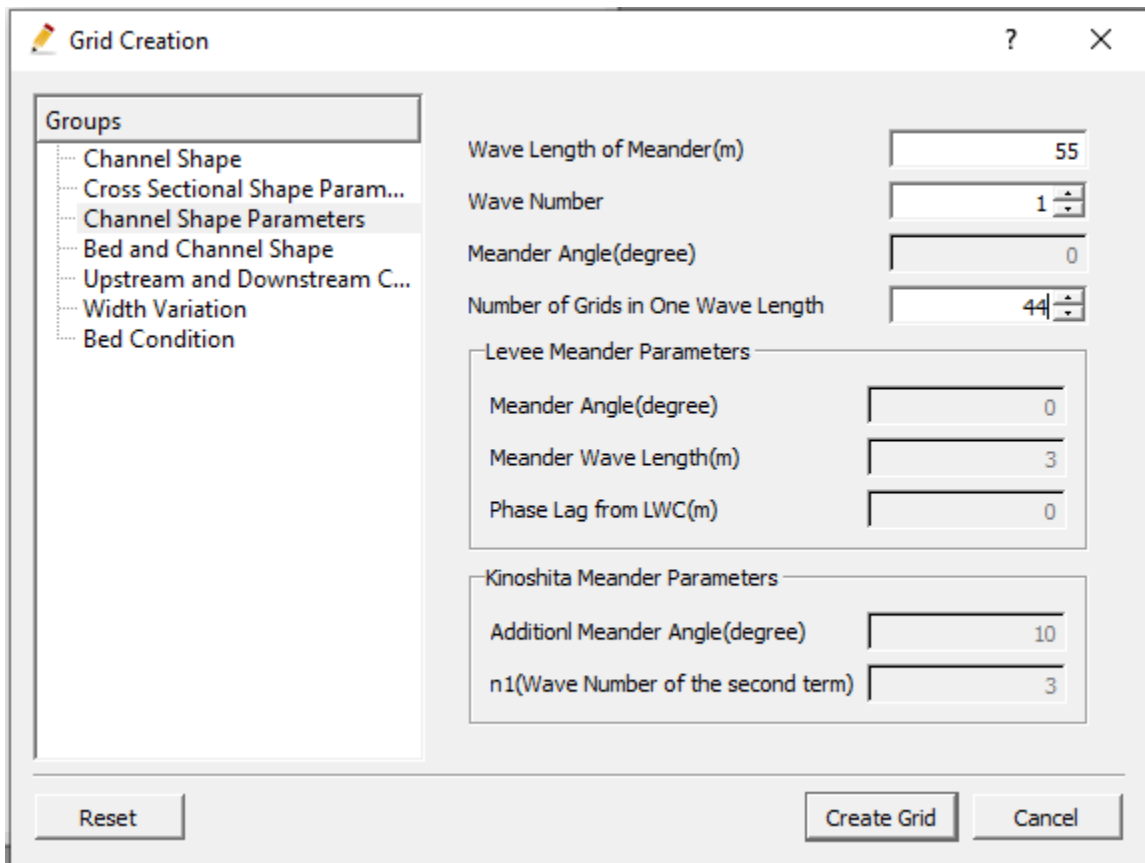
Slika 3 Odabir algoritma za kreiranje mreže



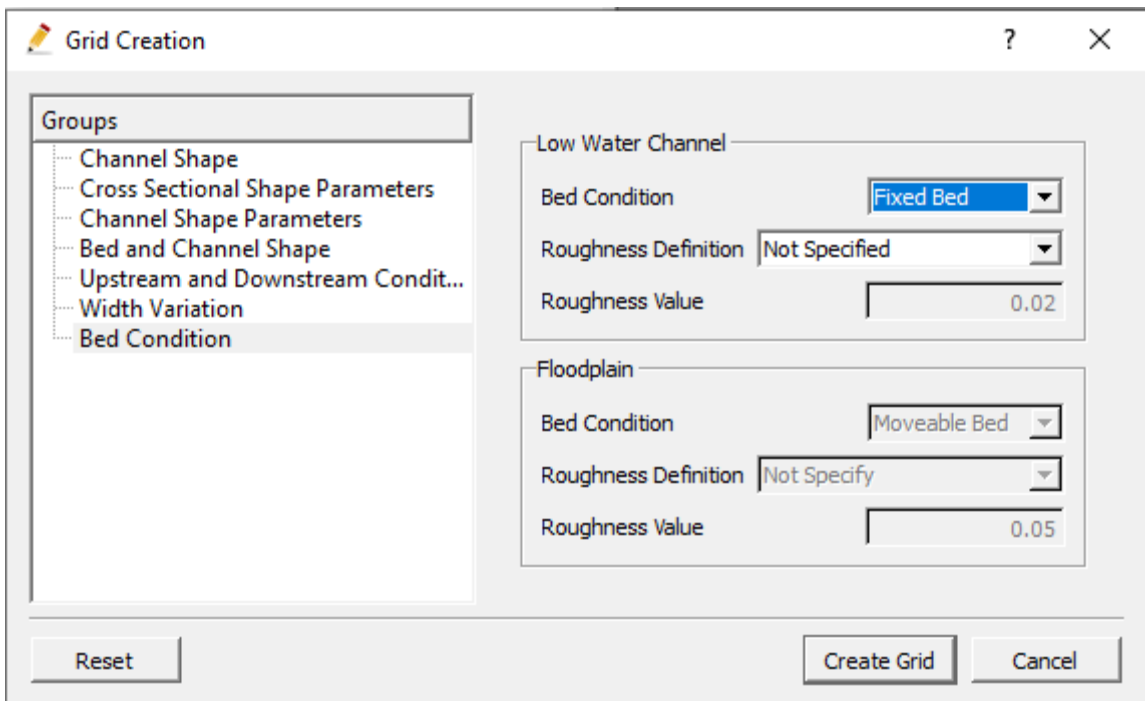
Slika 4 Definisane oblika kanala i poprečnog preseka



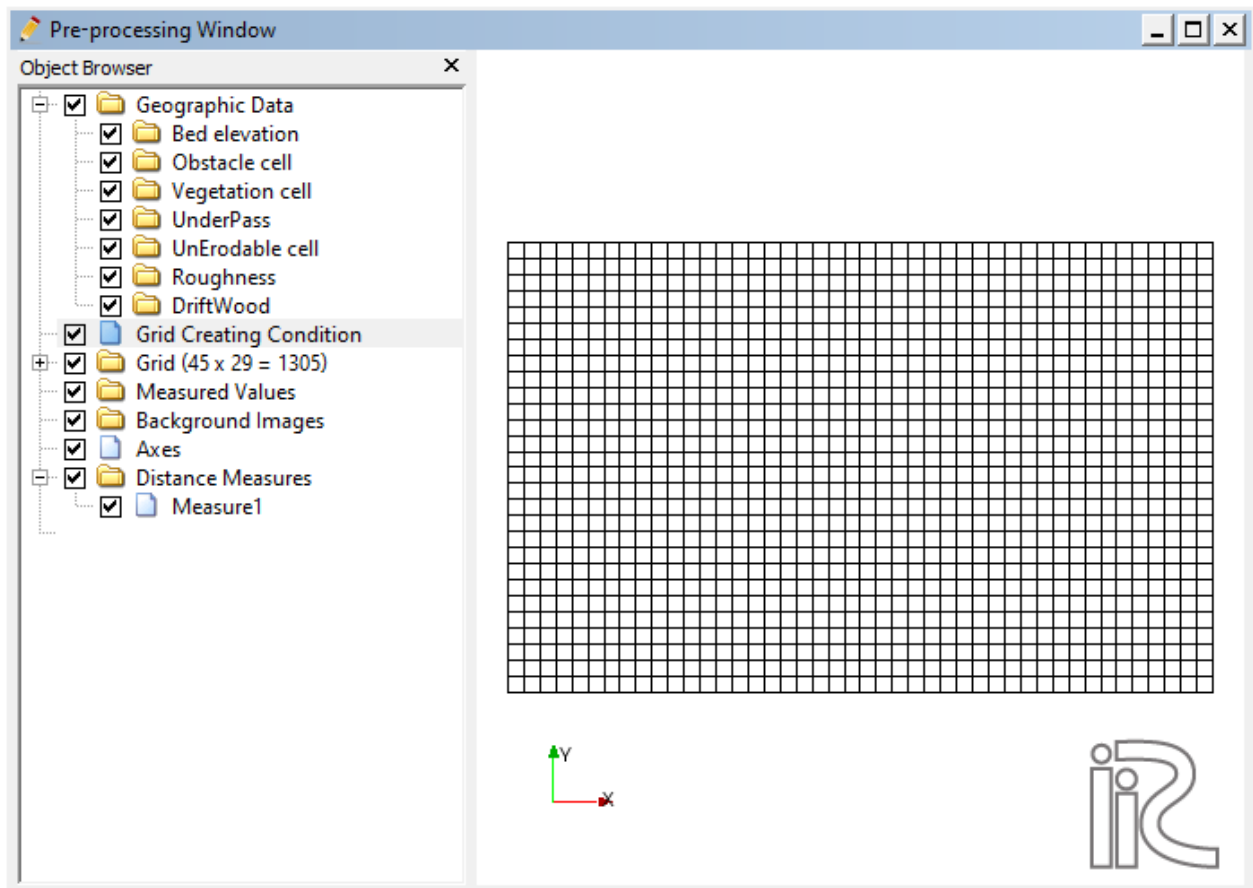
Slika 5 Definisane širine i gustine mreže poprečnih preseka



Slika 6 Definisiranje dužine kanala i gustine mreže

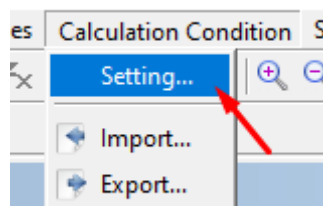


Slika 7 Definisiranje karakteristika dna kanala

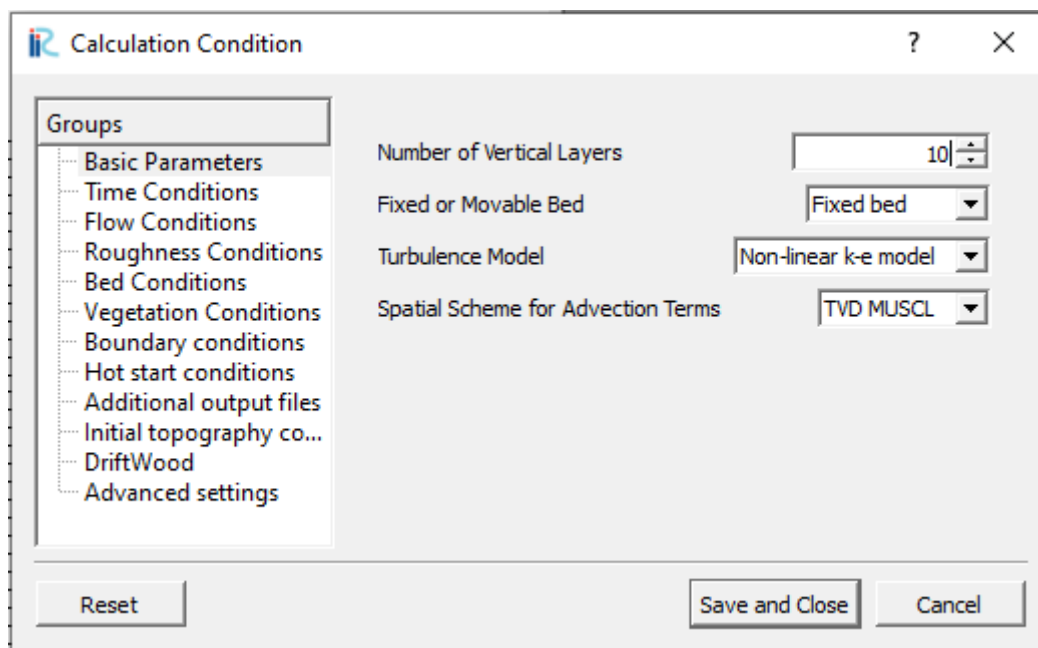


Slika 8 Mreža

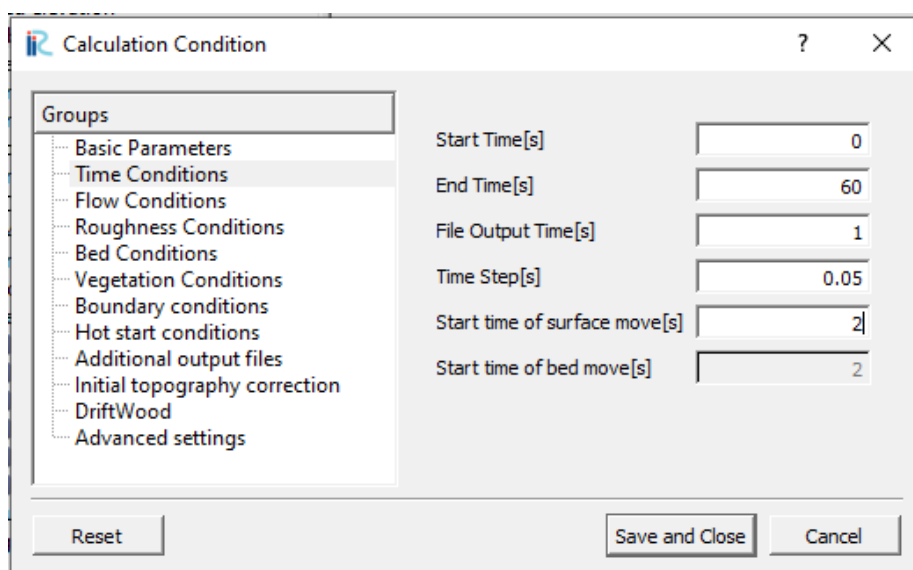
2. Definisane hidrauličkih parametara



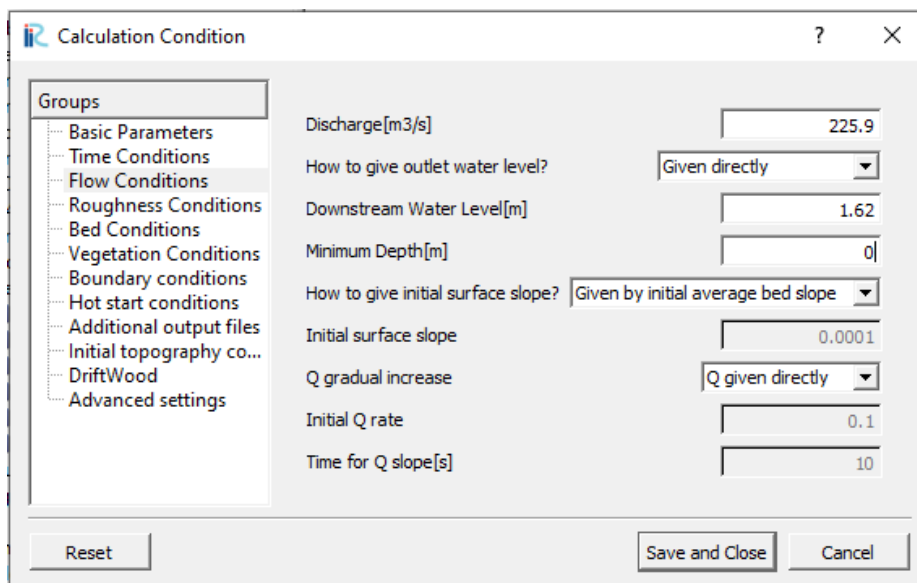
Slika 9 Podešavanje uslova proračuna



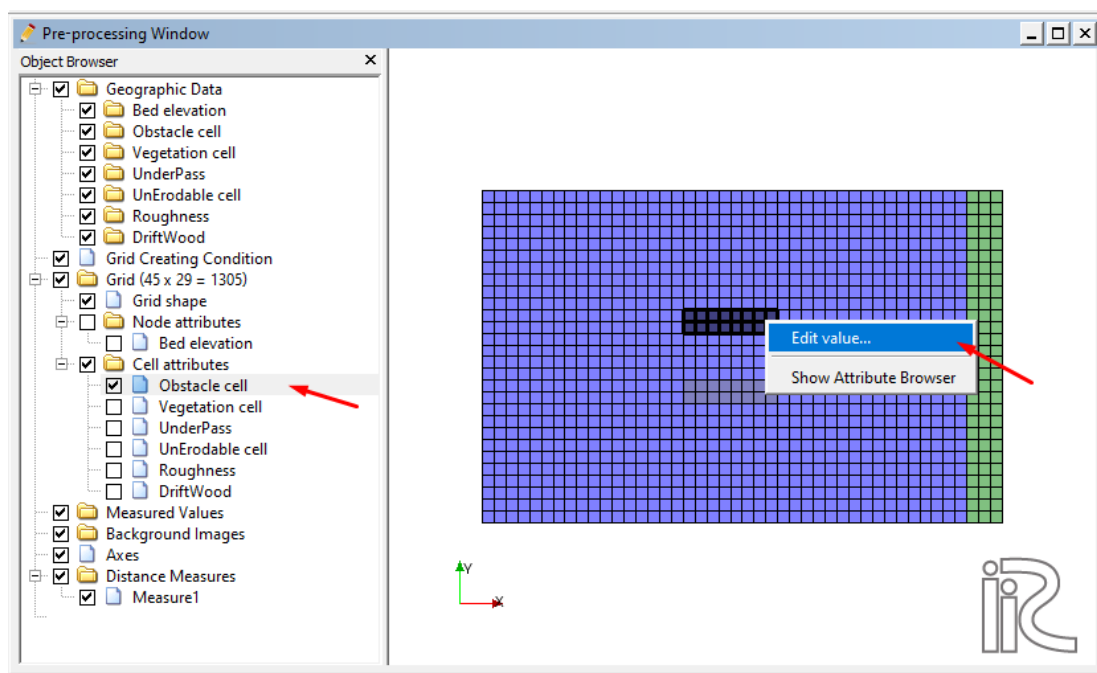
Slika 10 Podešavanje osnovnih parametara uslova proračuna



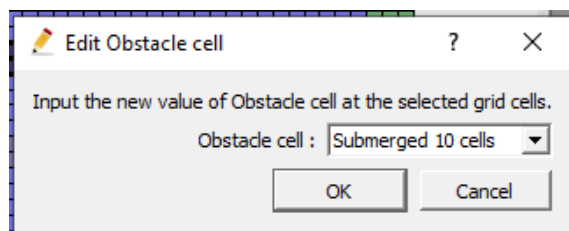
Slika 11 Podešavanje parametra vremena



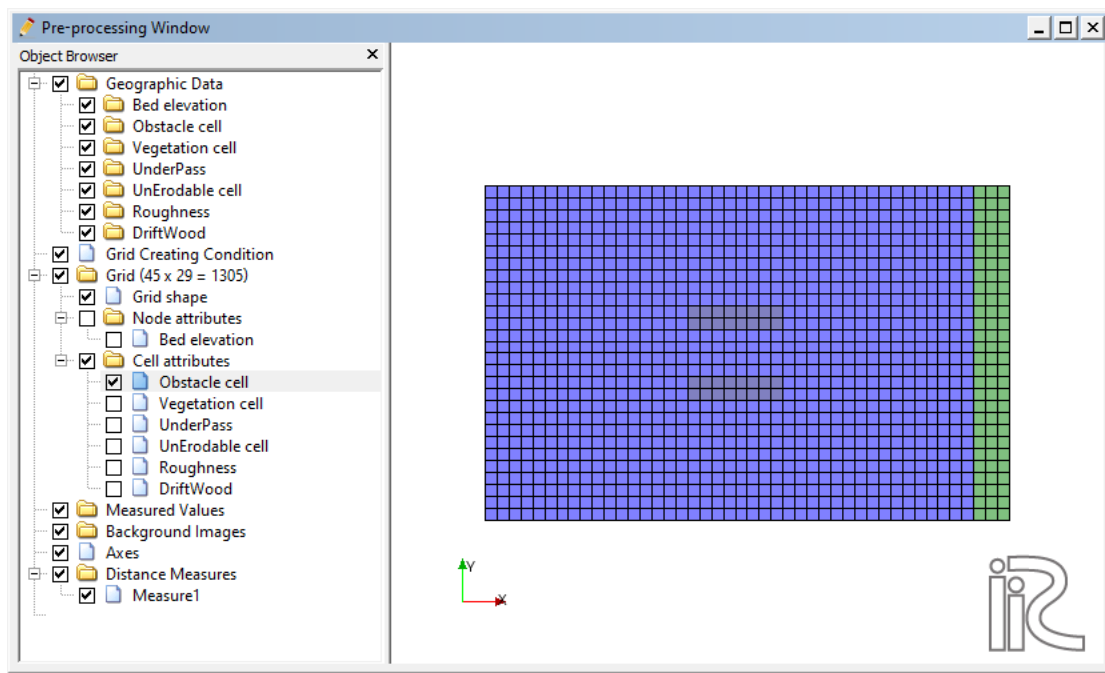
Slika 12 Podešavanje protoka i graničnih uslova



Slika 13 Definisane prepreke u mreži

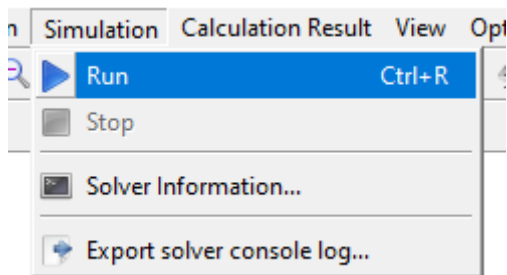


Slika 14 Definisane broja ćelija potopljenosti prepreke



Slika 15 Prikaz vrednosti ćelija

3. Proračun

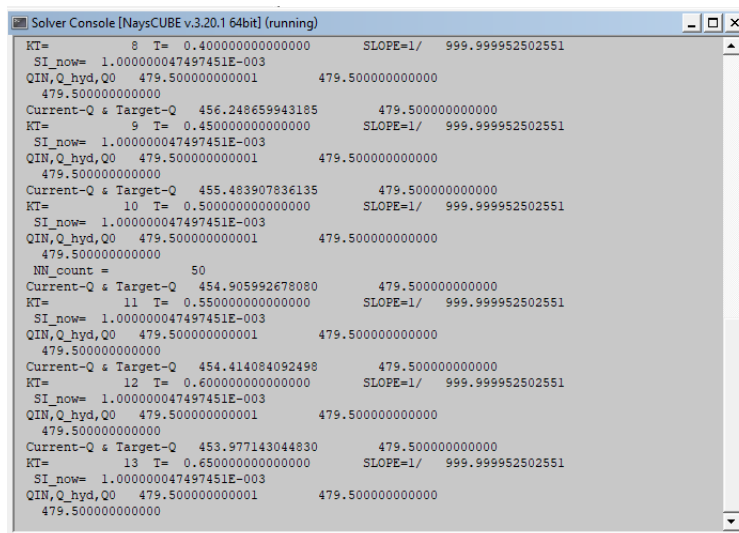


Slika 16 Pokretanje proračuna

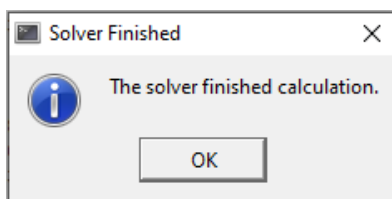
Ili



Slika 17 Ikonica za puštanje proračuna



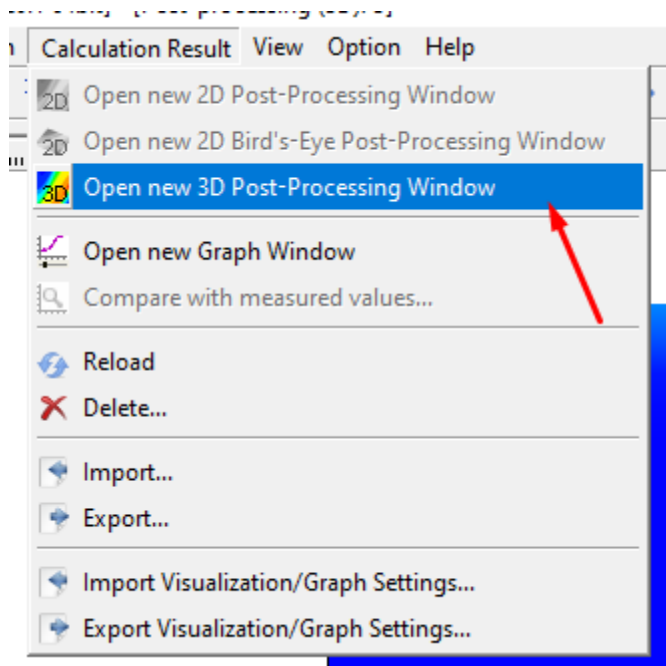
Slika 18 Prozor proračuna u toku



Slika 19 Obaveštenje o završetku proračuna

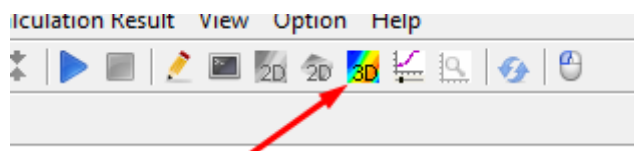
4. Pregled podataka i rezultata

- 3D prikaz rezultata



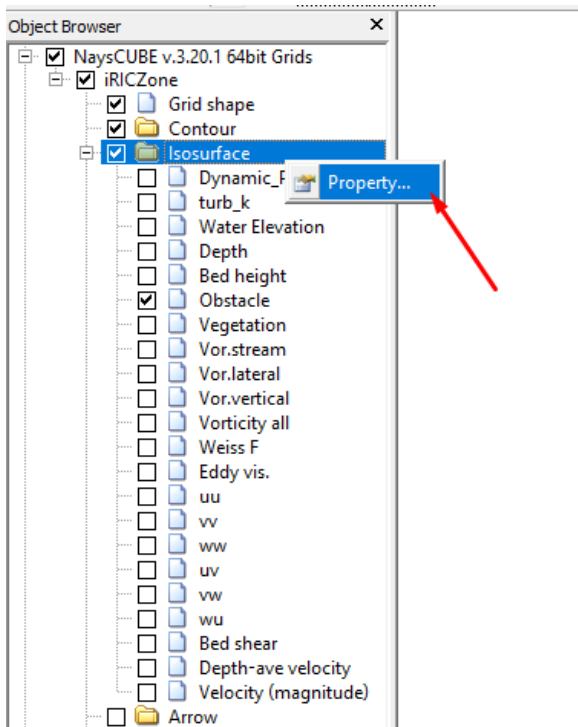
Slika 20 Kartica za pokretanje 3D pregleda rezultata

Ili

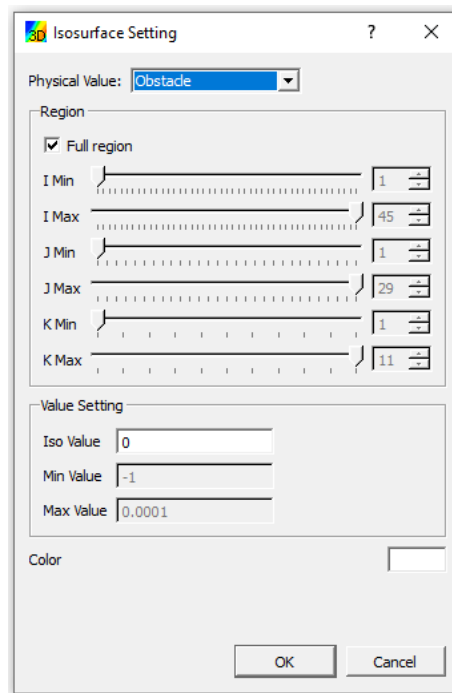


Slika 21 Ikonica za pokretanje 3D pregleda rezultata

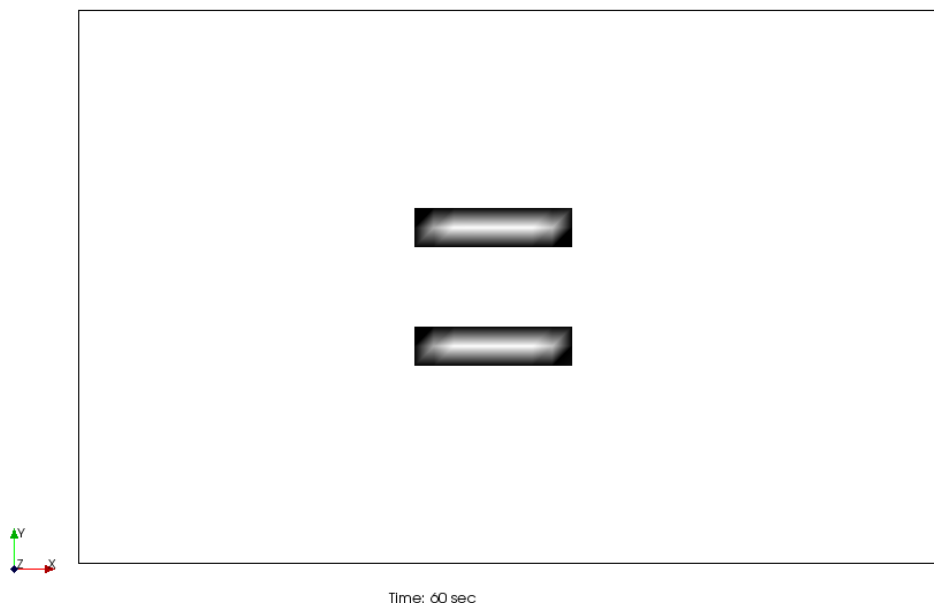
a. Prikaz prepreke



Slika 22 Način da se prikaže prepreka na kanalu



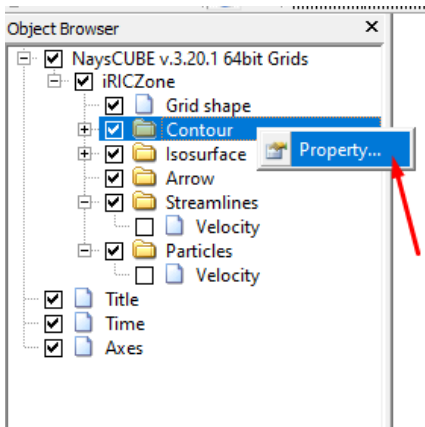
Slika 23 Podešavanje prikaza prepreke na kanalu



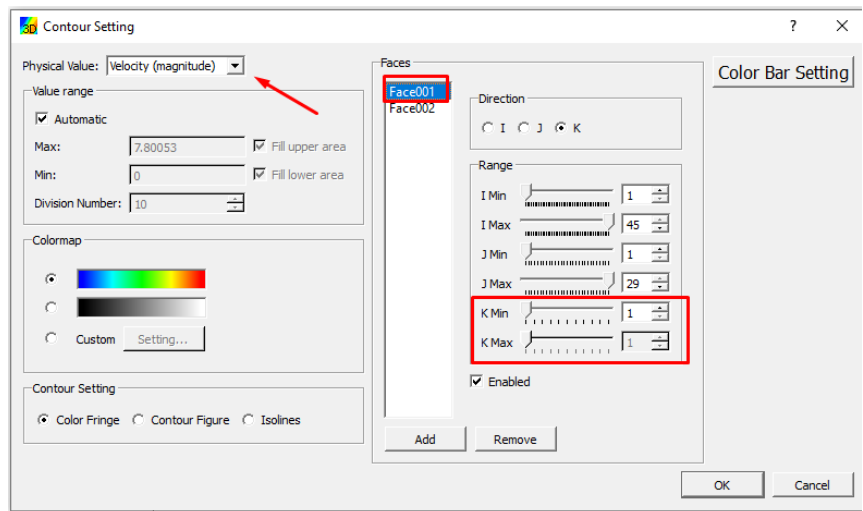
Slika 24 Prikaz prepreke na kanalu

b. Prikaz brzina

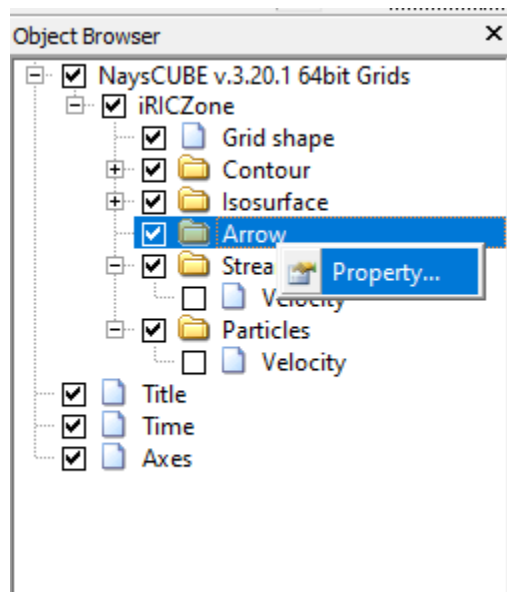
i. Pri dnu kanala



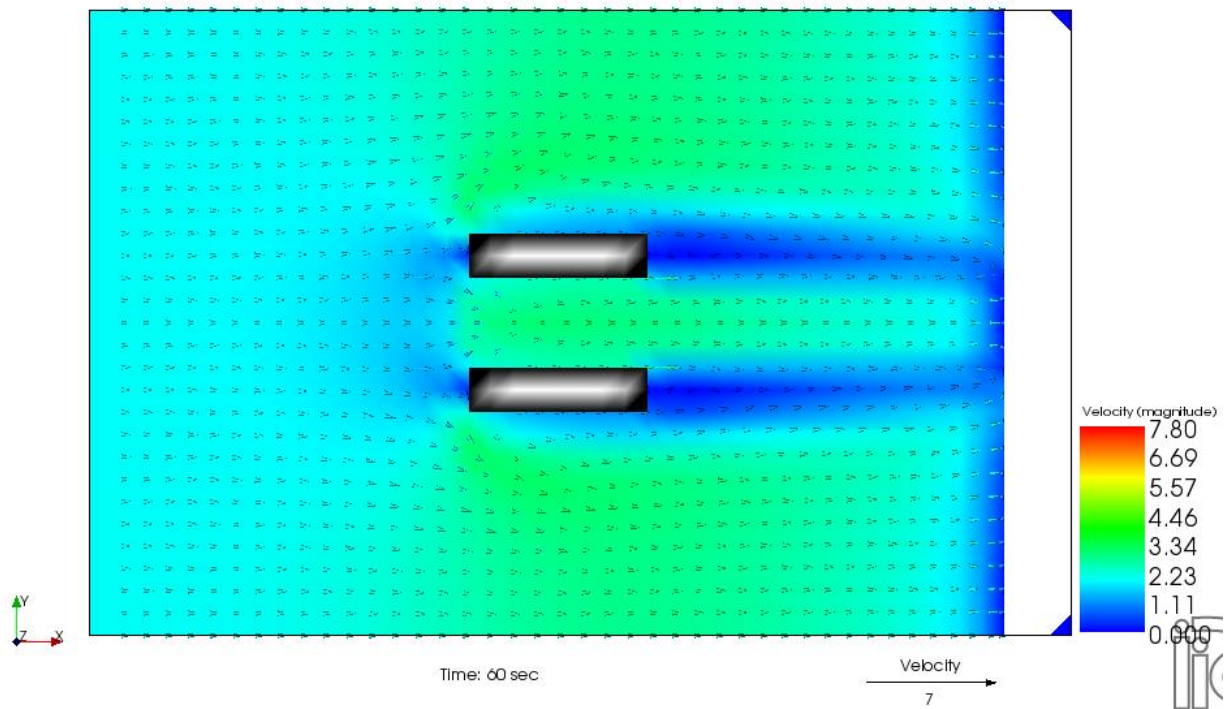
Slika 25 Prikazivanje brzina kanala



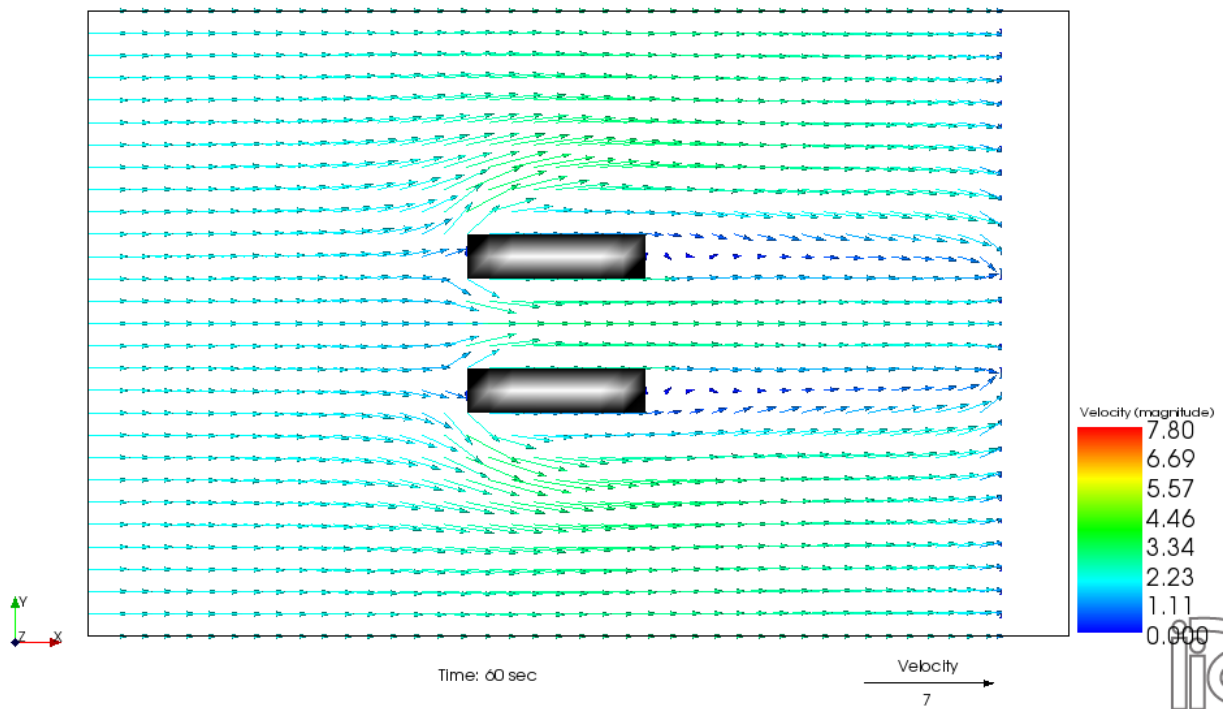
Slika 26 Podešavanje načina prikazivanja brzine pri dnu kanala



Slika 27 Podešavanje strujnica toka(strelica)

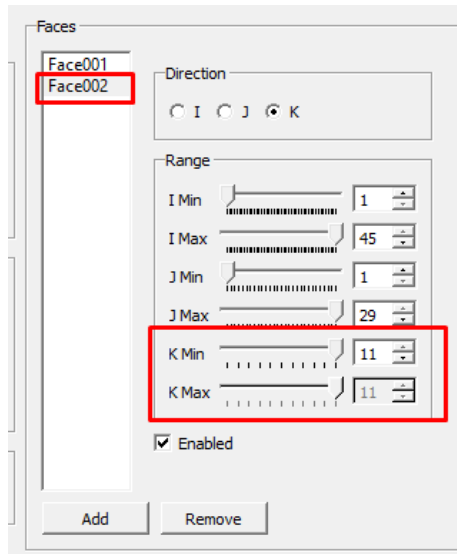


Slika 28 Raspored brzina pri dnu kanala

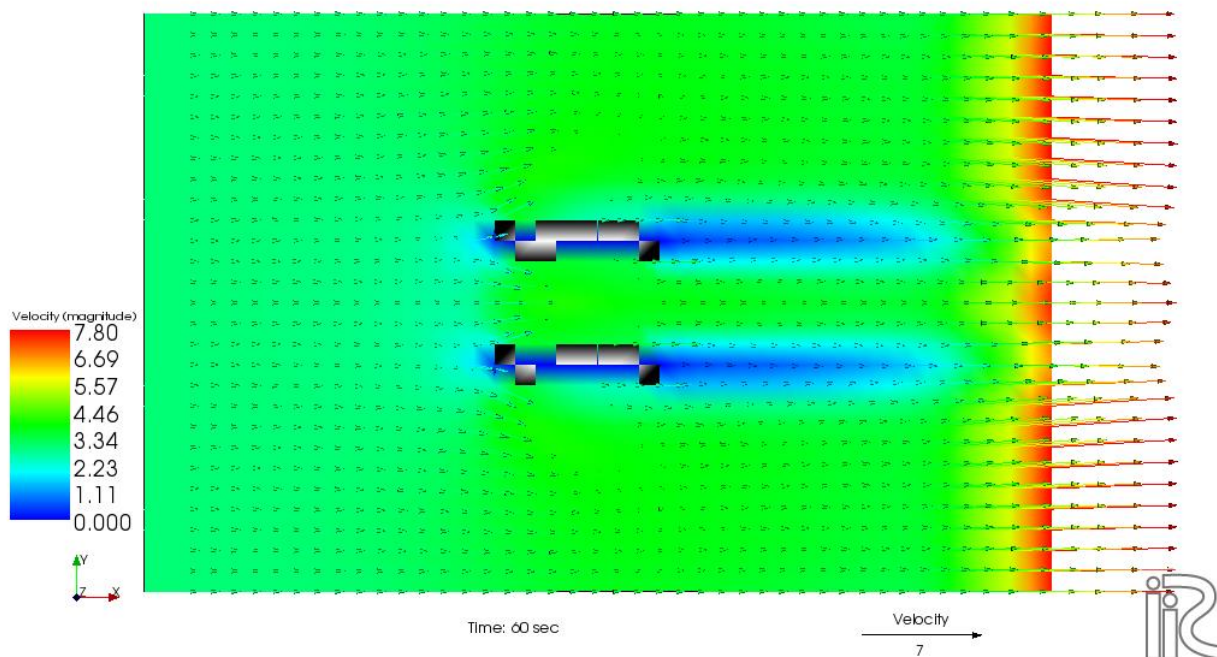


Slika 29 Strujnice pri dnu kanala

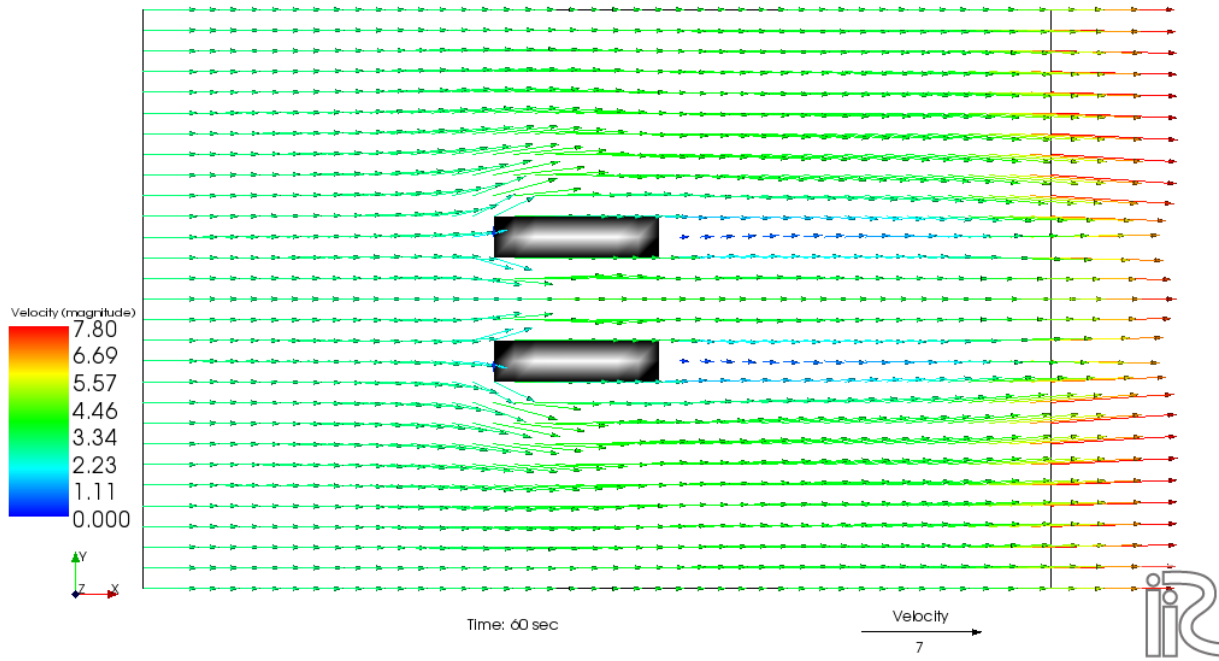
i. Pri površini vode kanala



Slika 30 Kartica podešavanja prikaza na površinu vode kanala

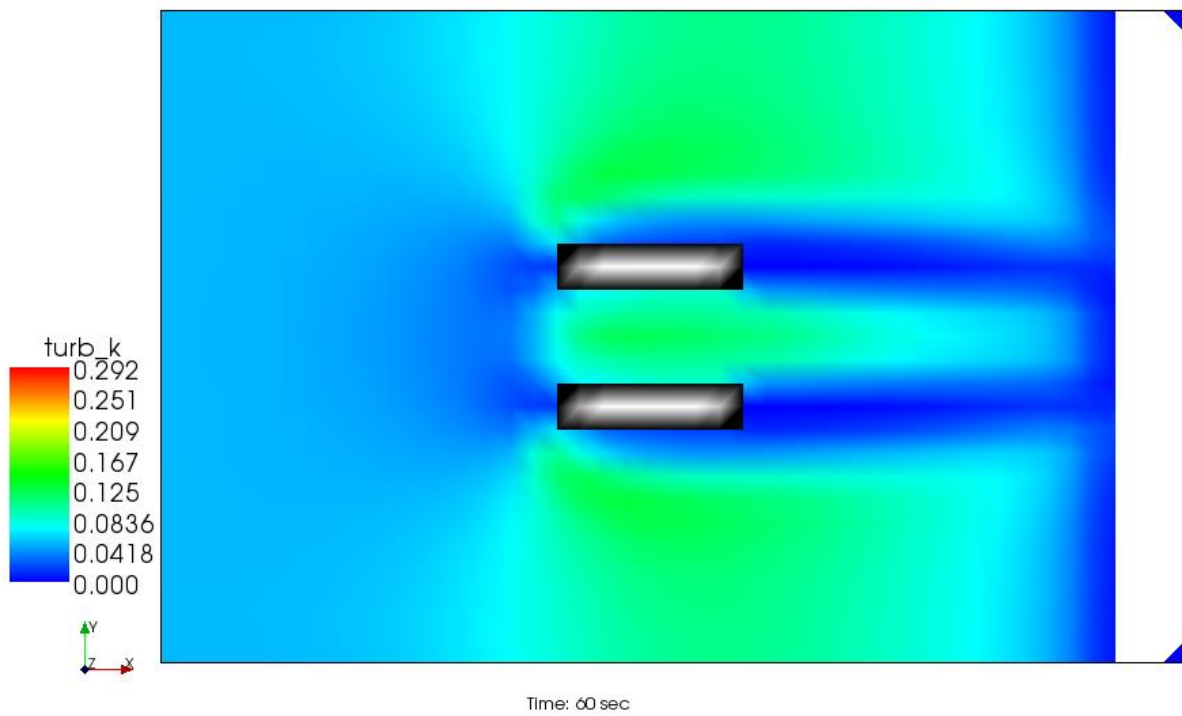


Slika 31 Raspored brzina pri površini vode kanala

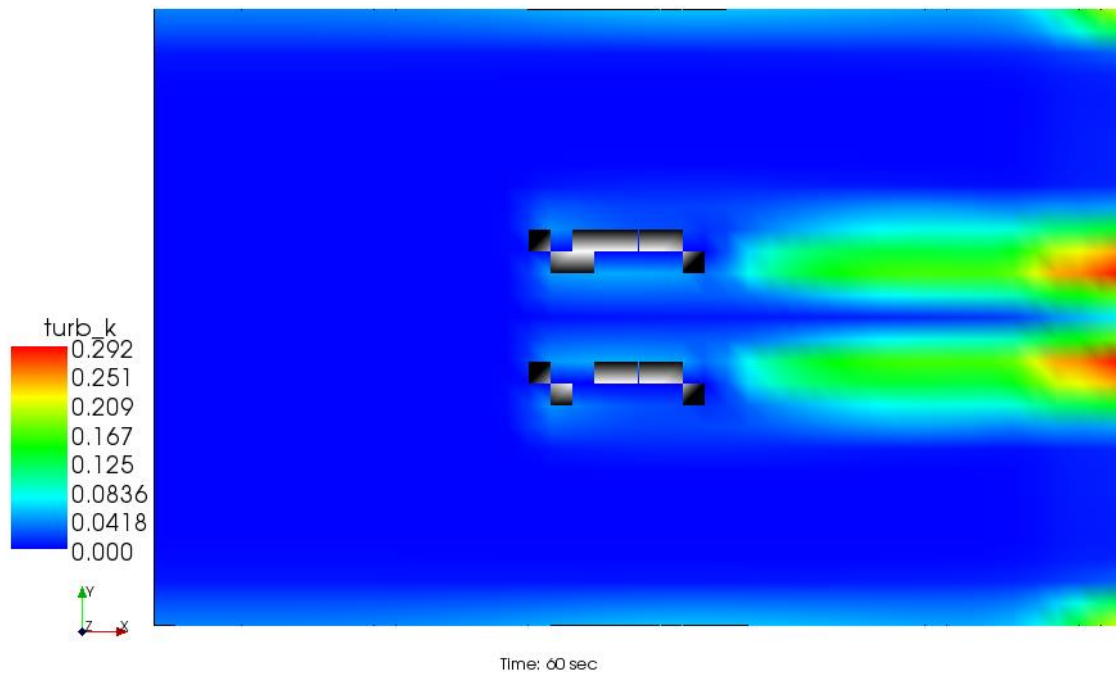


Slika 32 Strujnice pri površini vode kanala

c. Prikaz turbulentne kinetičke enegije

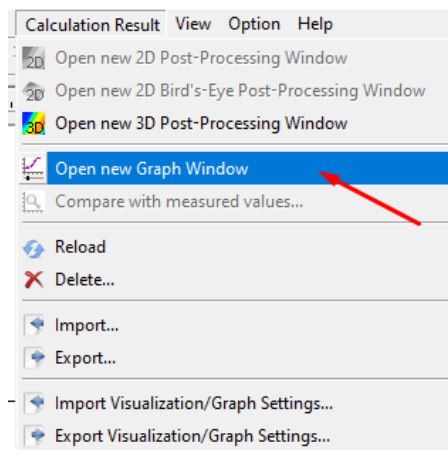


Slika 33 Raspored turbulentne kinetičke energije pri dnu kanala

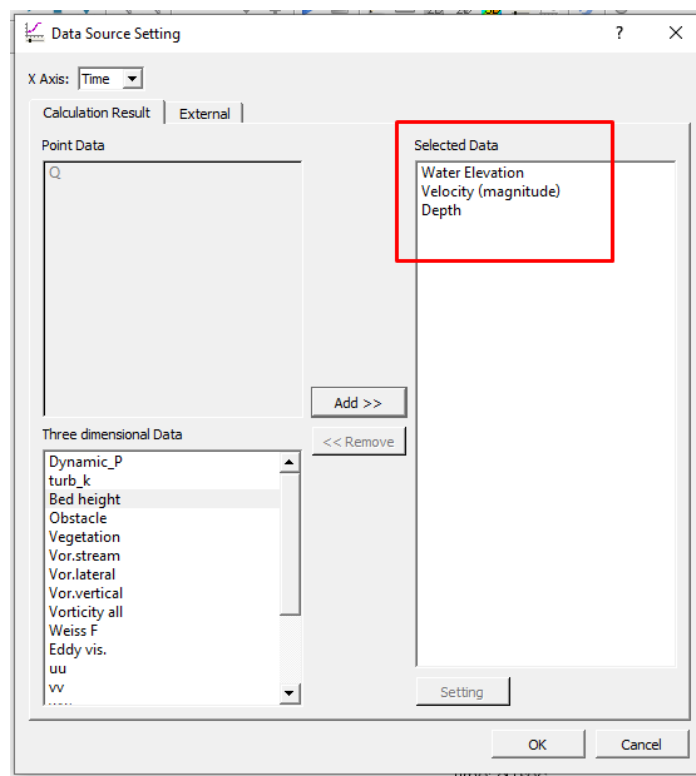


Slika 34 Raspored turbulentne kinetičke energije pri površini vode

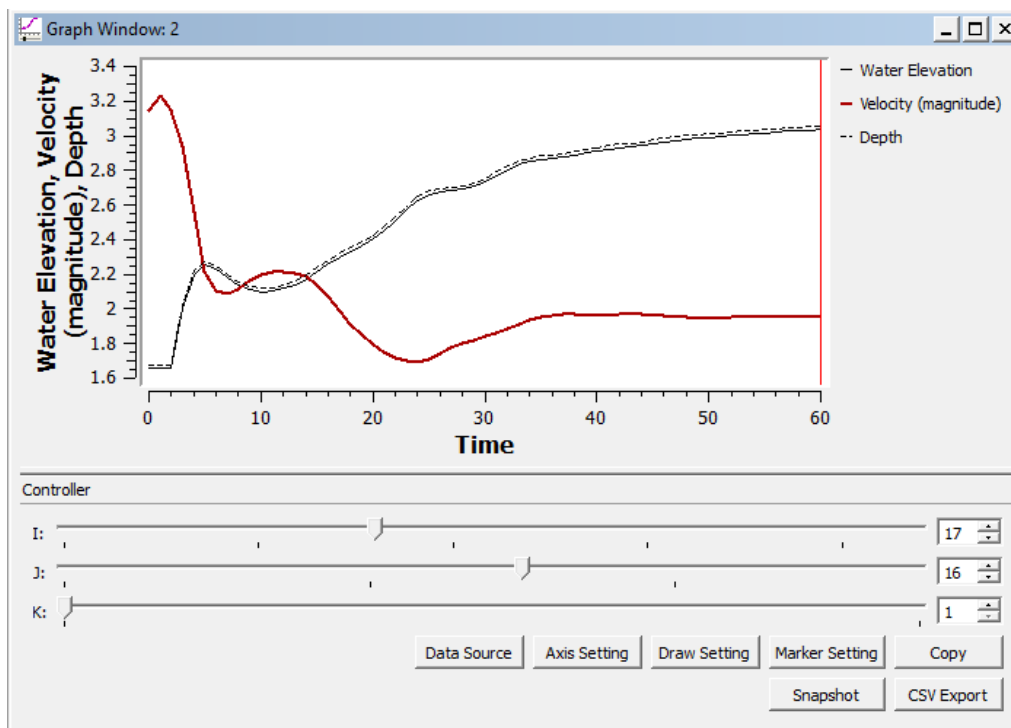
- Grafički prikaz podataka



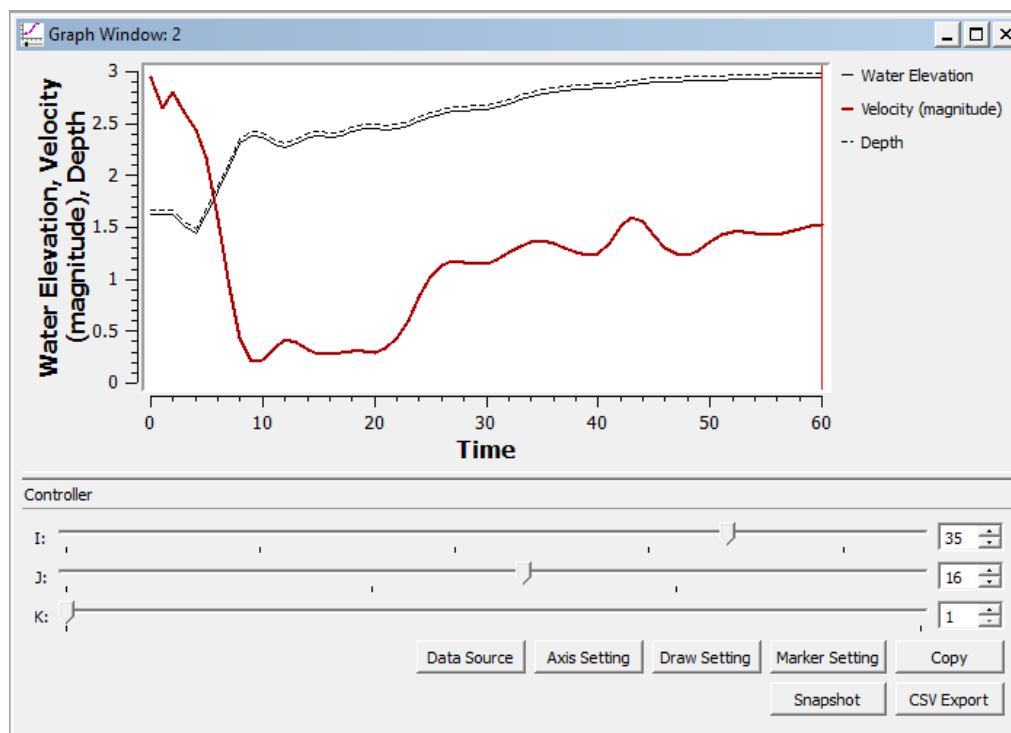
Slika 35 Prvi korak grafičkog načina prikazivanja podataka



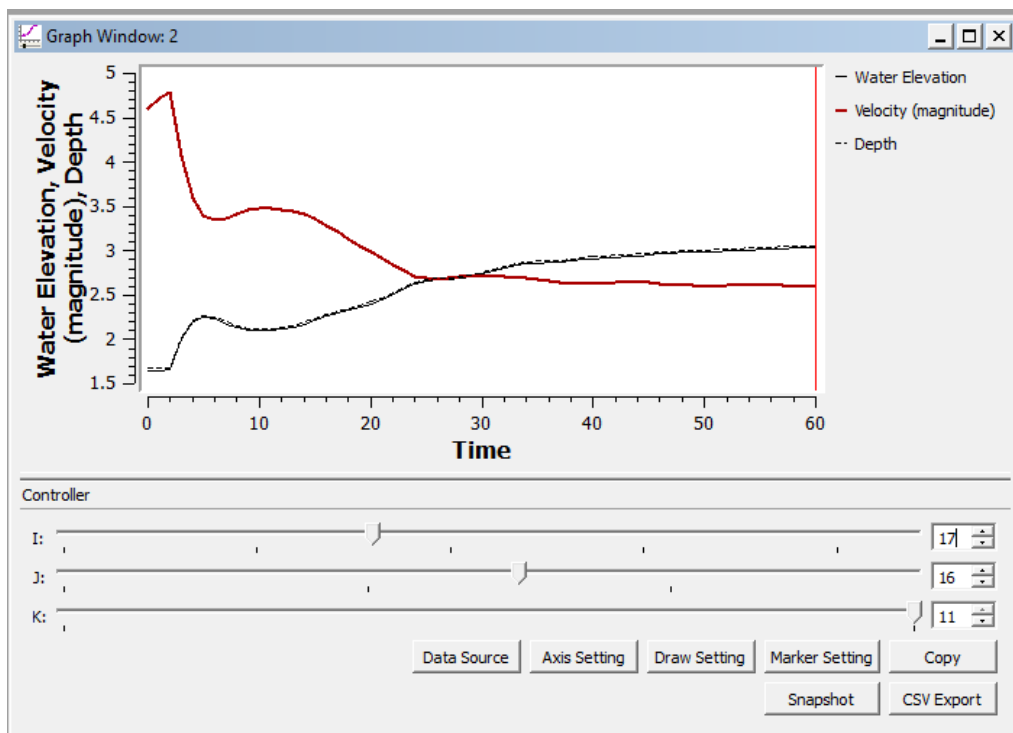
Slika 36 Izbor podataka za prikazivanje, drugi korak



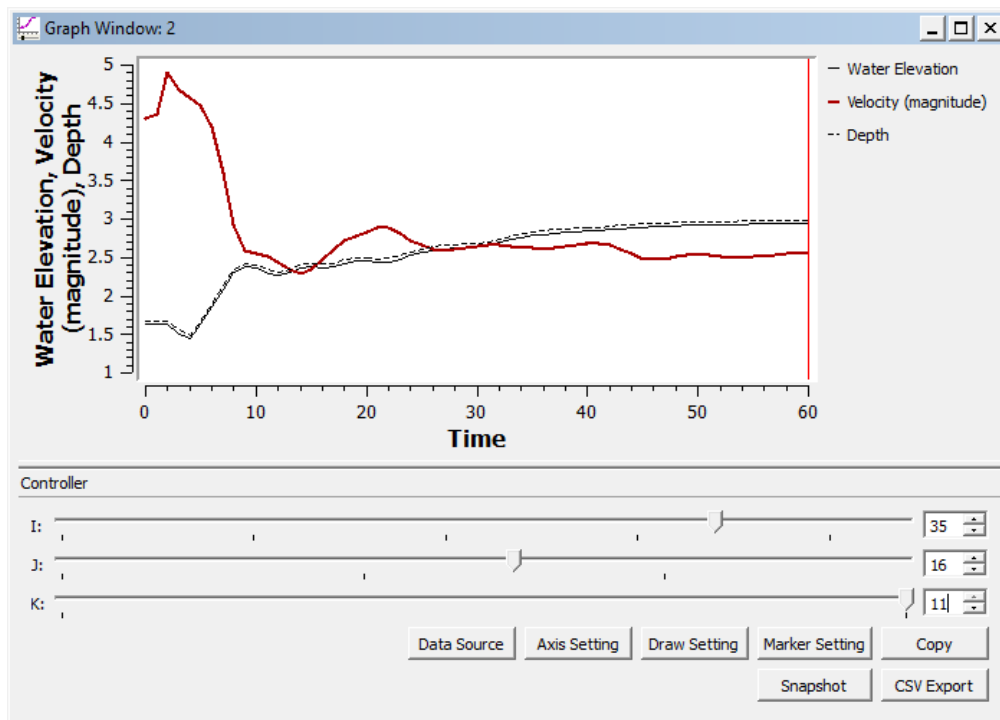
Slika 37 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena pri dnu kanala, pre prepreke



Slika 38 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena pri dnu kanala, posle prepreke



Slika 39 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena na površini vode, pre prepreke



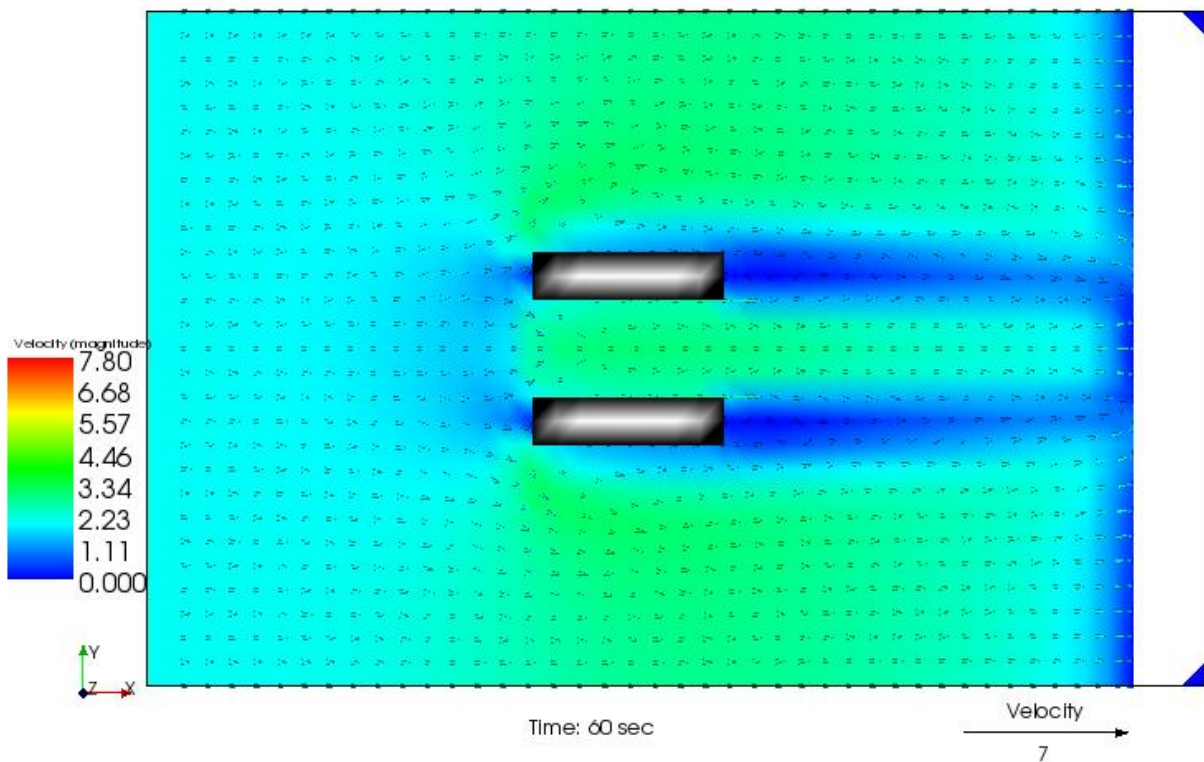
Slika 40 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena na površini vode, posle prepreke

Primer II– $Q=479.5 \text{ m}^3/\text{s}$

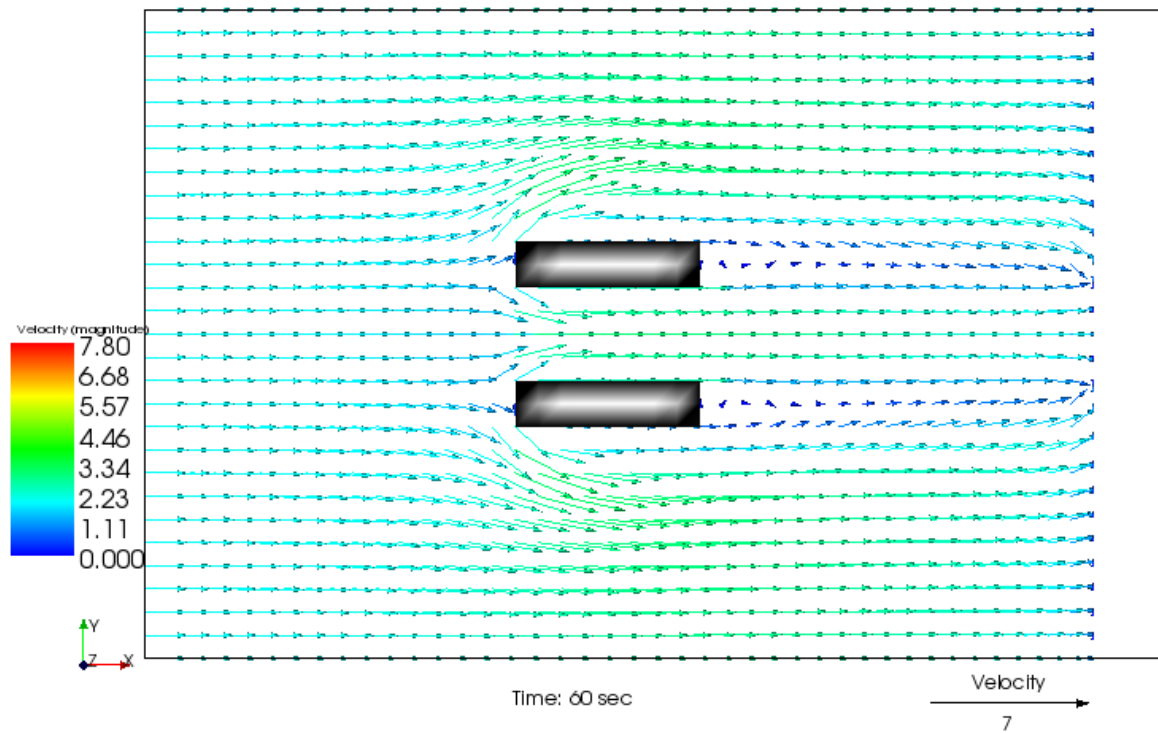
Group	Parameter	Value
Basic Parameters	Discharge[m3/s]	479.5
	How to give outlet water level?	Given directly
	Downstream Water Level[m]	2.68
	Minimum Depth[m]	0
	How to give initial surface slope?	Given by initial average bed slope
	Initial surface slope	0.0001
	Q gradual increase	Q given directly
	Initial Q rate	0.1
	Time for Q slope[s]	10

Slika 41 Podešavanje hidrauličkih uslova za proračun

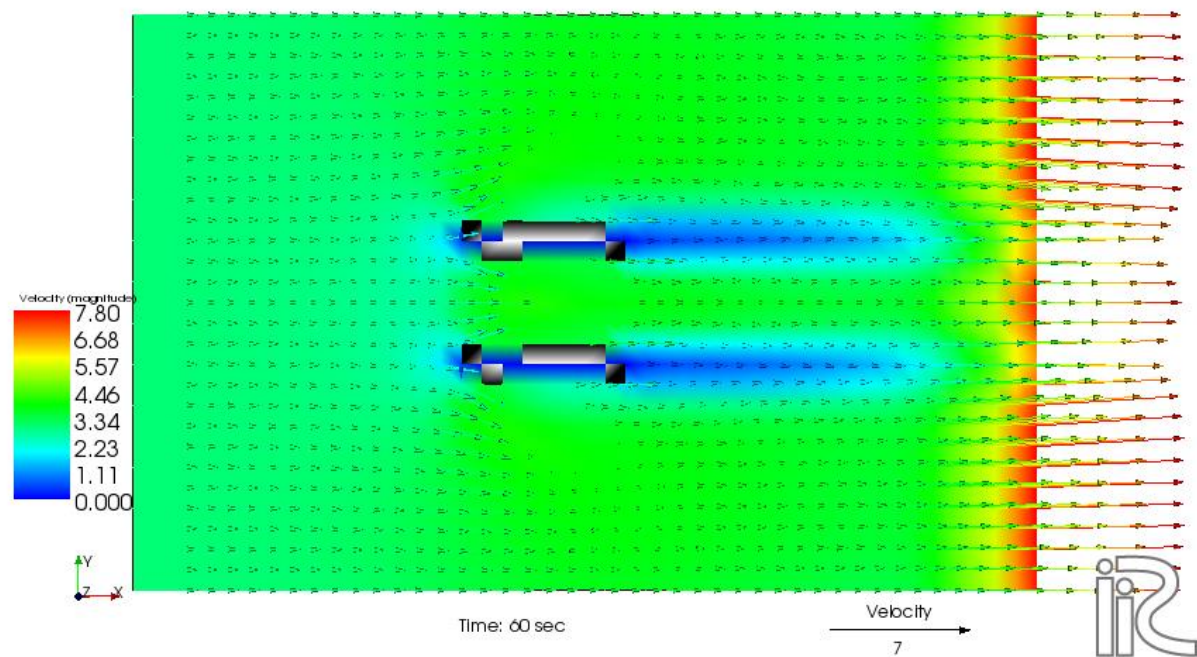
a. Prikaz brzina



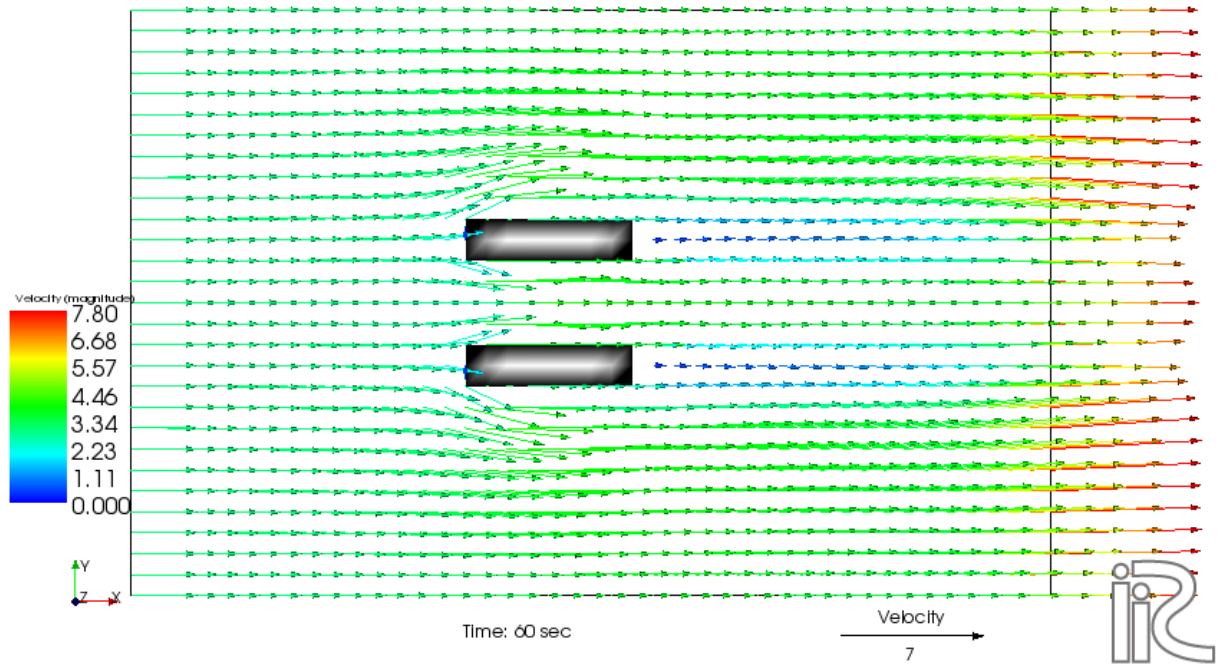
Slika 42 Raspored brzina pri dnu kanala



Slika 43 Strujnice pri dnu kanala

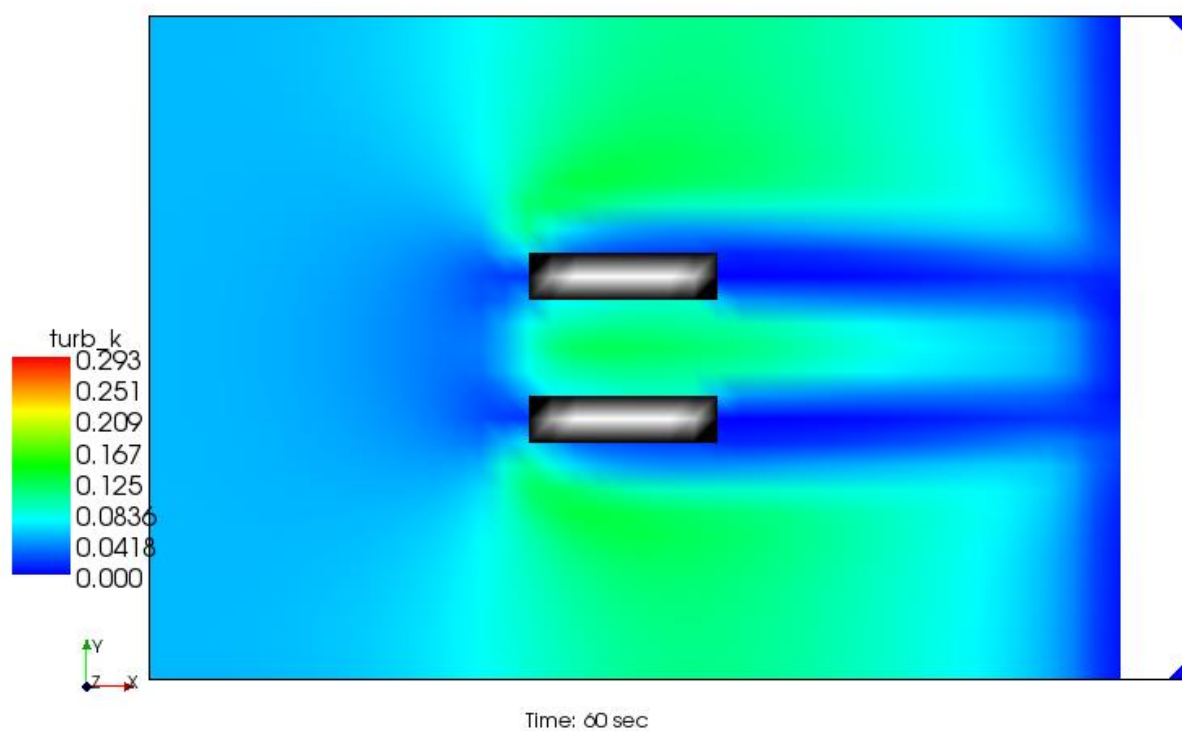


Slika 44 Raspored brzina pri površini vode kanala

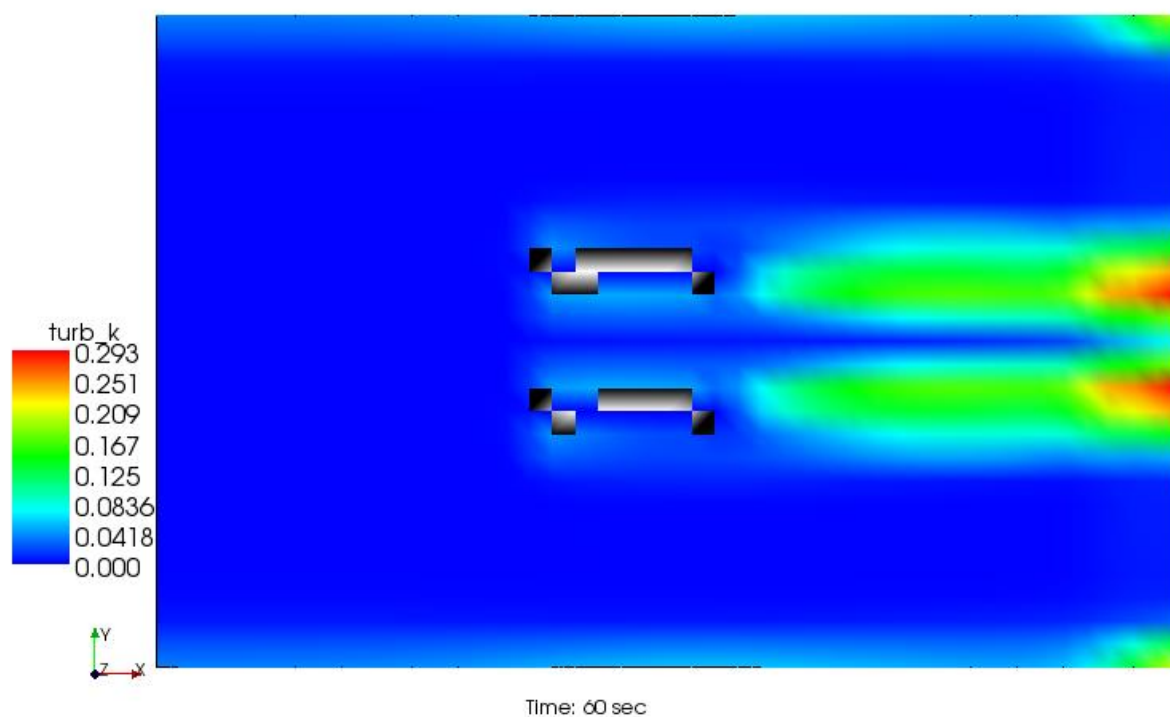


Slika 45 Strujnice pri površini vode kanala

b. Prikaz turbulentne kinetičke enegije

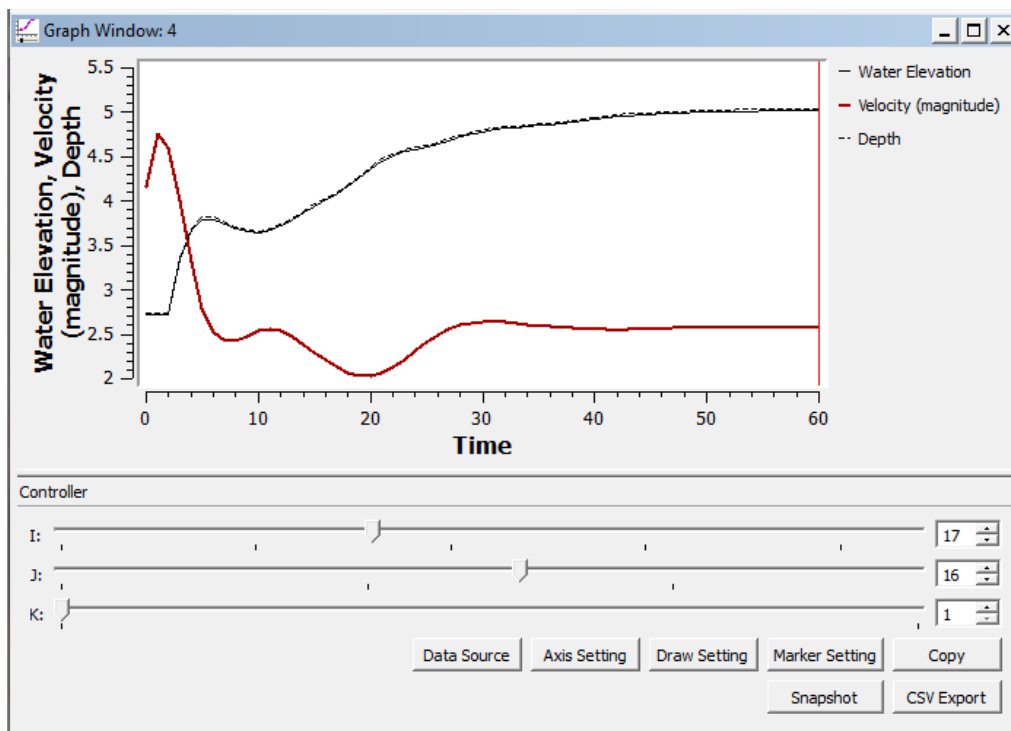


Slika 46 Raspored turbulentne kinetičke energije pri dnu kanala

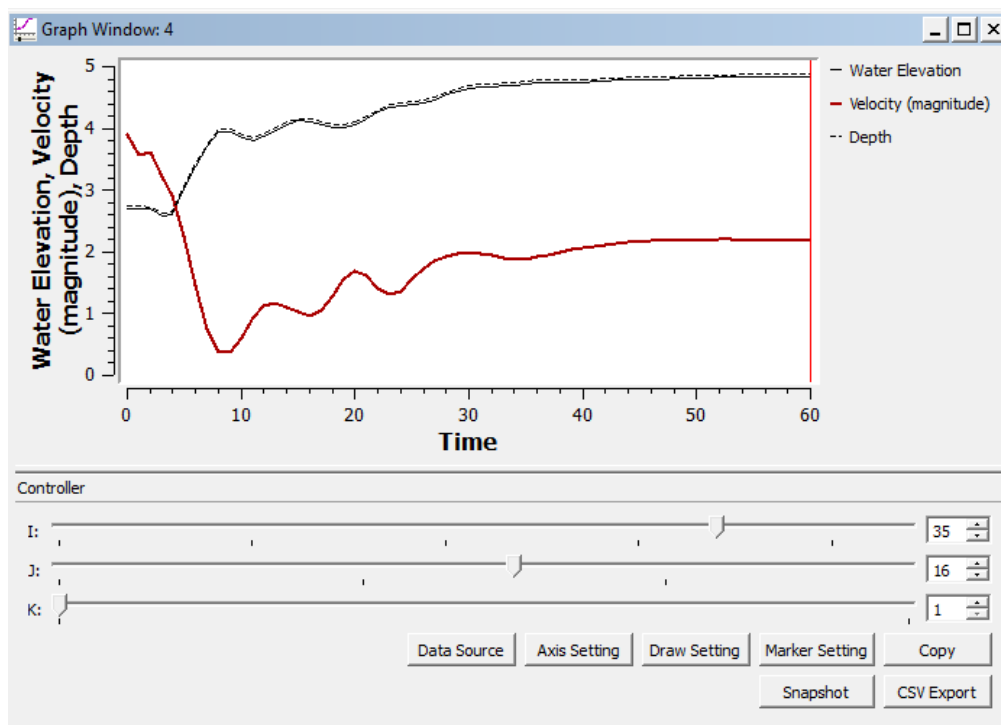


Slika 47 Raspored turbulentne kinetičke energije pri površini vode

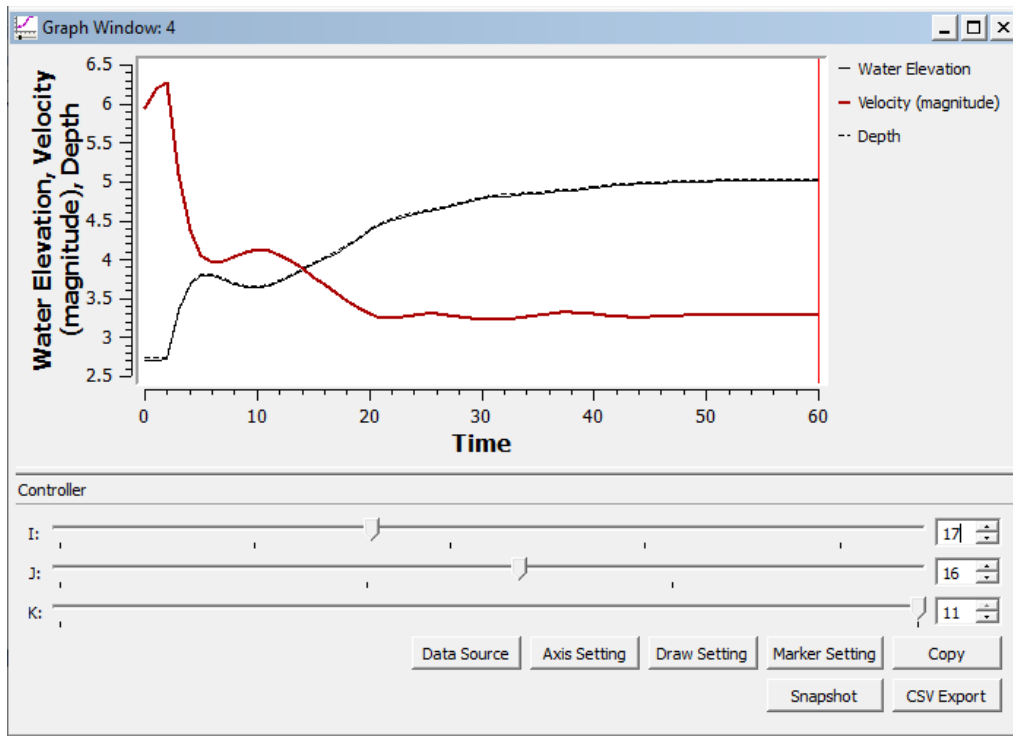
- Grafički prikaz podataka



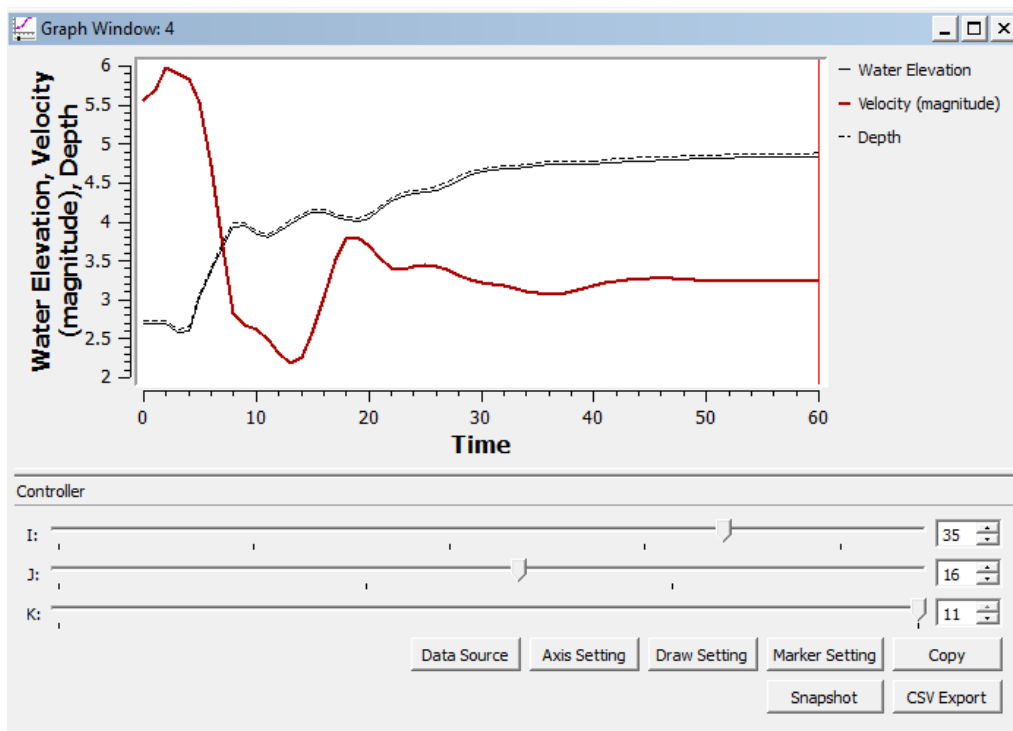
Slika 48 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena pri dnu kanala, pre prepreke



Slika 49 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena pri dnu kanala, posle prepreke



Slika 50 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena na površini vode, pre prepreke



Slika 51 Grafički prikaz promene nivoa vode i brzine u toku vremena na površini vode, posle prepreke

Literatura

1. https://hikom.grf.bg.ac.rs/stari-sajt/web_stranice/KatZaHidr/Predmeti/MehFluida/poslediplomska%20nastava_links/Seminarski-2016/7_REric.pdf
2. https://hikom.grf.bg.ac.rs/stari-sajt/web_stranice/KatZaHidr/Predmeti/MehFluida/poslediplomska%20nastava_links/Seminarski-2019/Master%20rad.pdf