

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ЗА ХИДРОТЕХНИКУ И ВОДНО ЕКОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО
МЕХАНИКА ФЛУИДА – ДОКТОРСКЕ СТУДИЈЕ



МОДЕЛИРАЊЕ ТЕЧЕЊА КРОЗ КАНАЛ СА ПРЕПРЕКОМ
ПРИМЈЕНОМ ПРОГРАМА iRIC

Ментор:
проф. др. Душан Продановић
доц. др. Дамјан Иветић

Студенти:
Александар Цветковић
Петар Прашталo

Београд, 2022

САДРЖАЈ РАДА

1. ОПИС ЗАДАТКА
2. МЕТОДОЛОГИЈА
 - a) Креирање мреже,
 - b) Израда препреке,
 - c) Дефинисање улазних података,
3. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛИРАЊА
4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА
5. ЗАКЉУЧАК



1. ОПИС ЗАДАТКА

Призматичан канал дужине 31m, ширине 10m, нагиб дна 0‰, препрека на 10m са узводне стране:

- Варијанта I - 2 стуба и 2 хоризонталне греде (линеарни модел)
- Варијанта II - 1 стуб и 2 хоризонталне греде (нелинеарни модел)

Проблем:

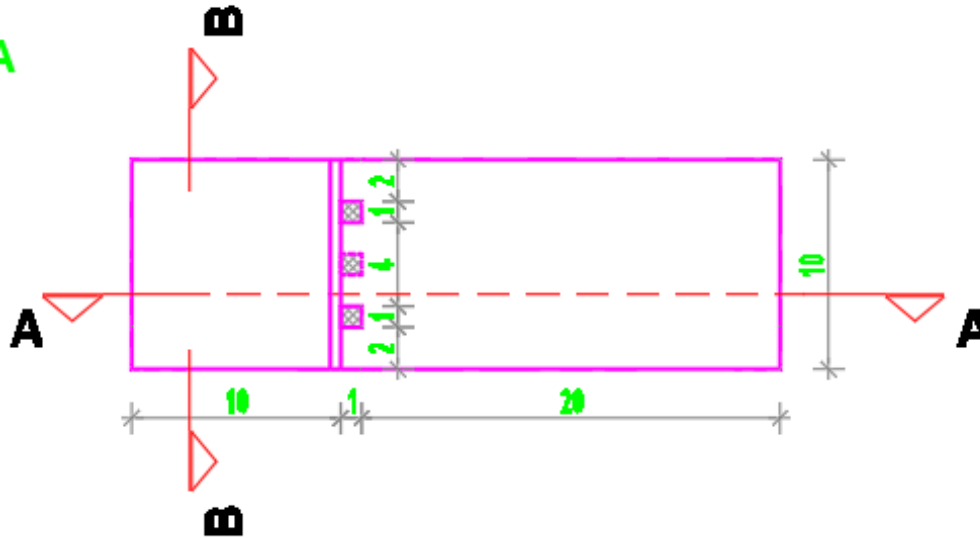
У iRIC-у се препреке задају у XY равни \Rightarrow немогуће дефинисати препреке које се налазе једне испод других!

Промјена препреке:

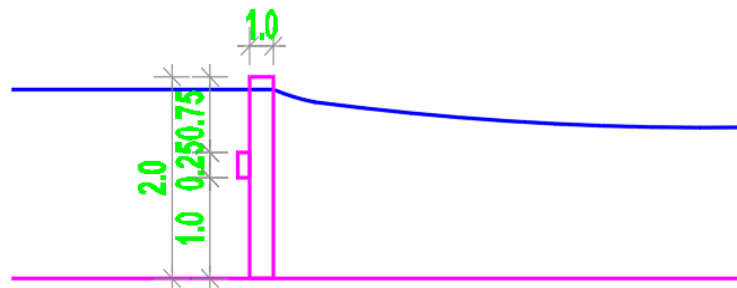
Моделира се само једна хоризонтална греда у оба случаја.

1. ОПИС ЗАДАТКА

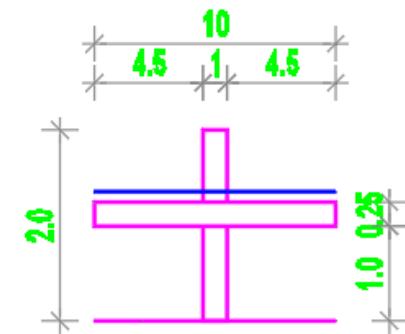
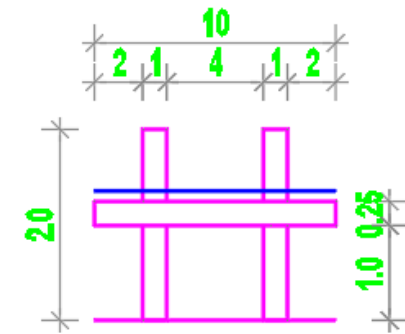
ОСНОВА



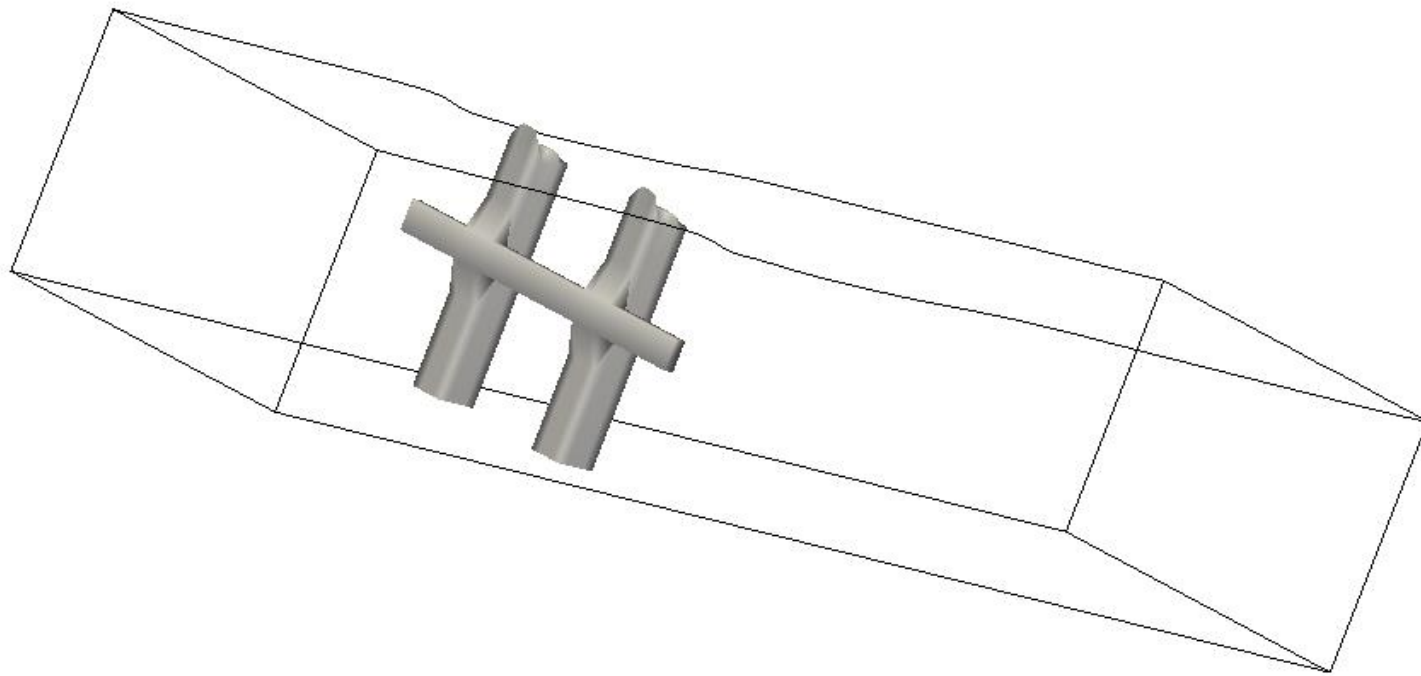
ПРЕСЈЕК А - А



ПРЕСЈЕК В - В



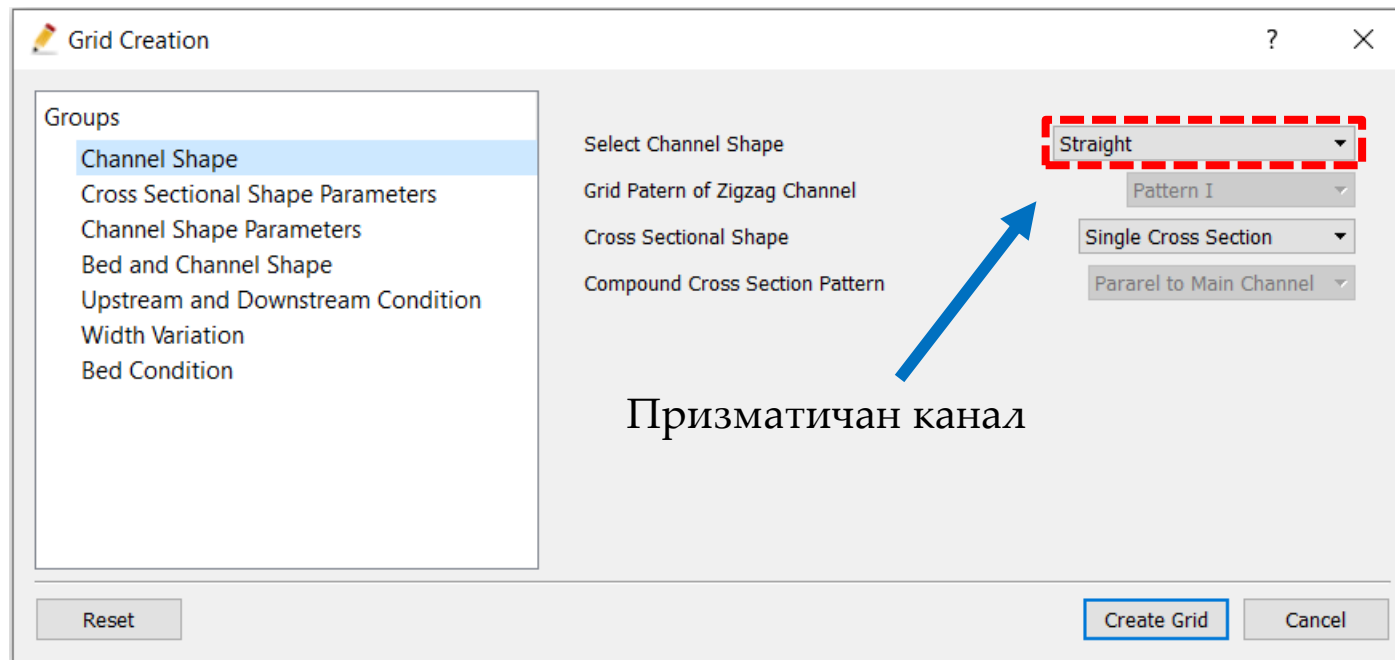
Варијанта I – 2 стуба и 1 хоризонтална греда



2. МЕТОДОЛОГИЈА – креирање мреже

Grid/Select Algorithm to Create Grid../Multifunction Grid Generator,

Мрежа 124x40x10 ћелија, ($\Delta x = \Delta y = 25 \times 25 \text{cm}$)



2. МЕТОДОЛОГИЈА – креирање мреже

Grid Creation

Groups

- Channel Shape
- Cross Sectional Shape Parameters
- Channel Shape Parameters
- Bed and Channel Shape
- Upstream and Downstream Condition
- Width Variation
- Bed Condition

Single Cross Section

Width(m) 10

Number of Grid in Lateral Direction 40

Compound Channel

Numbers of Grids

Left Floodplain 5

Low Water Channel 5

Right Floodplain 5

Low Water Channel Depth(m) 0.02

Bank Slope Ratio of Low Water Channel 2

Numbers of Grids in Low Water Channel Bank 1

Simple Compound Channel

Channel Width

Left Flood Channel Width(m) 0.3

Low Water Channel Width(m) 0.3

Right Flood Channel Width(m) 0.3

With Straight or Meandering Levees

Total Width(m) 2

Low Water Channel Width(m) 0.3

Left Levee Distance from Channel Center(m) 2

Right Levee Distance from Channel Center(m) 2

Reset Create Grid Cancel

Ширина канала

Број ћелија по ширини

2. МЕТОДОЛОГИЈА – креирање мреже

Grid Creation

Groups

- Channel Shape
- Cross Sectional Shape Parameters
- Channel Shape Parameters
- Bed and Channel Shape
- Upstream and Downstream Condition
- Width Variation
- Bed Condition

Wave Length of Meander(m) 31

Wave Number 1

Meander Angle(degree) 0

Number of Grids in One Wave Length 124

Levee Meander Parameters

- Meander Angle(degree) 0
- Meander Wave Length(m) 3
- Phase Lag from LWC(m) 0

Kinoshita Meander Parameters

- Additional Meander Angle(degree) 10
- n1(Wave Number of the second term) 3

Reset Create Grid Cancel

Дужина канала

Број ћелија по дужини

2. МЕТОДОЛОГИЈА – креирање мреже

Grid Creation

Groups

- Channel Shape
- Cross Sectional Shape Parameters
- Channel Shape Parameters
- Bed and Channel Shape
- Upstream and Downstream Condition
- Width Variation
- Bed Condition

Initial Bed Shape: Flat (no bar)

Bar Height or Amplitude of Parabolic Shape(m): 0.01

Lag Between Bar and Plane Geometry(m): 0.01

Channel Slope: 0.0001

Reset Create Grid Cancel

← Нагиб канала ($\approx 0\text{‰}$)

2. МЕТОДОЛОГИЈА – креирање мреже

The screenshot shows the 'Grid Creation' dialog box. On the left, a 'Groups' list includes 'Bed Condition', which is selected. The main area is divided into two sections: 'Low Water Channel' and 'Floodplain'. In the 'Low Water Channel' section, the 'Bed Condition' dropdown is set to 'Fixed Bed' and is highlighted with a red dashed box. A blue arrow points from the text 'Непокретно дно' to this dropdown. The 'Roughness Value' for the 'Low Water Channel' is set to 0.02. In the 'Floodplain' section, the 'Bed Condition' dropdown is set to 'Moveable Bed' and the 'Roughness Value' is set to 0.05. Below the settings is a large grid representing the computational domain. At the bottom of the grid, there is a small 3D coordinate system with x, y, and z axes. At the bottom of the dialog box, there are three buttons: 'Reset', 'Create Grid', and 'Cancel'.

Grid Creation

Groups

- Channel Shape
- Cross Sectional Shape Parameters
- Channel Shape Parameters
- Bed and Channel Shape
- Upstream and Downstream Condition
- Width Variation
- Bed Condition**

Low Water Channel

Bed Condition: Fixed Bed

Roughness Definition: Not Specified

Roughness Value: 0.02

Floodplain

Bed Condition: Moveable Bed

Roughness Definition: Not Specify

Roughness Value: 0.05

Непокретно дно

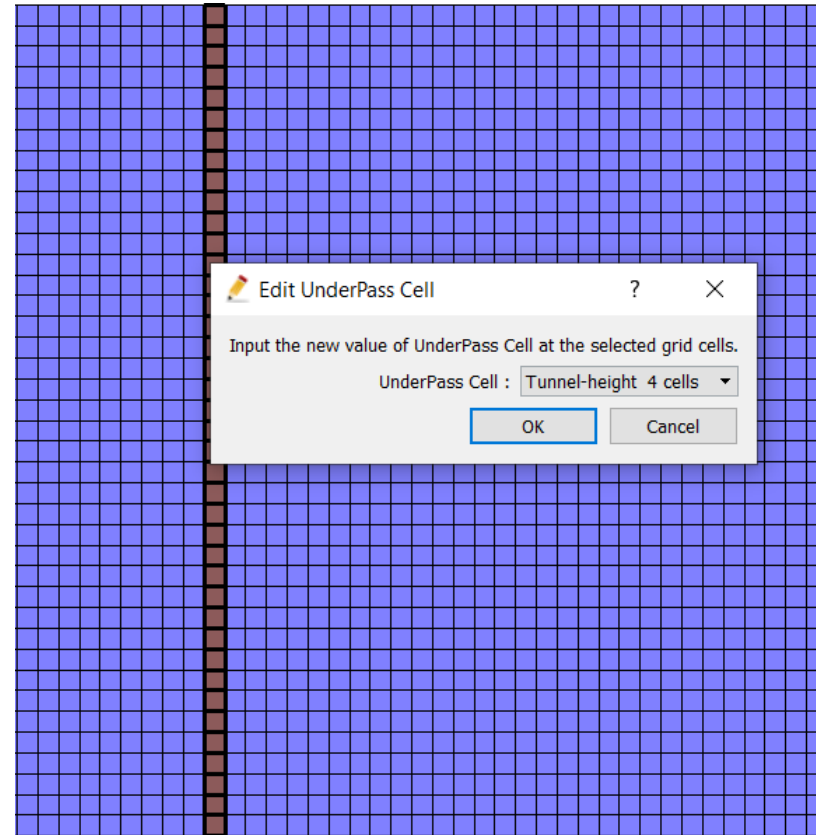
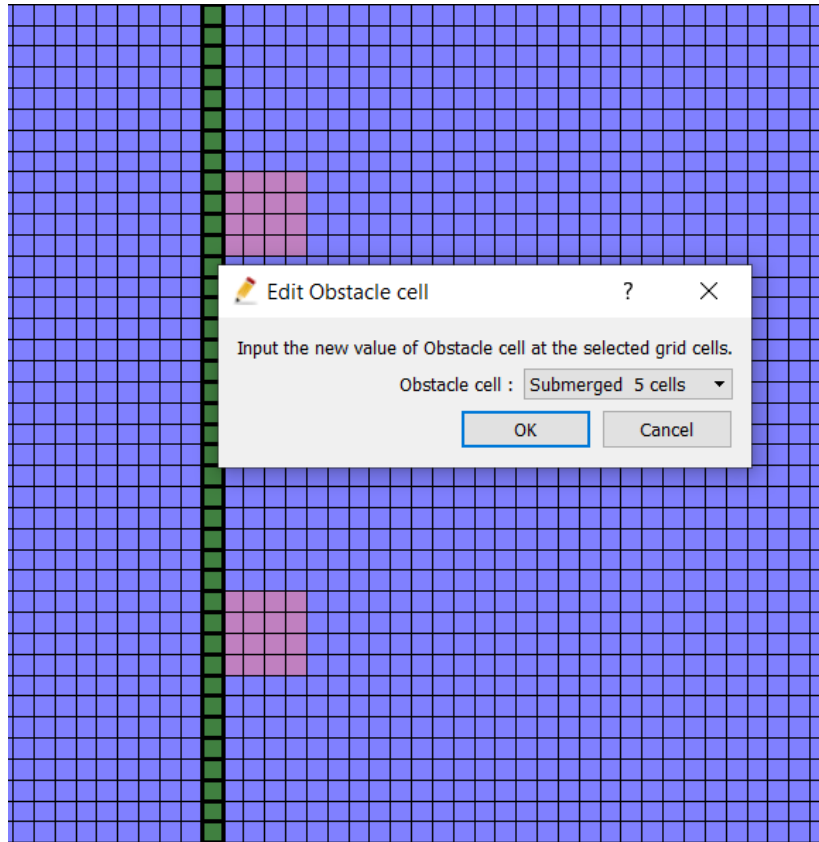
Укупно 4960 ћелија

Reset Create Grid Cancel

2. МЕТОДОЛОГИЈА – израда препреке

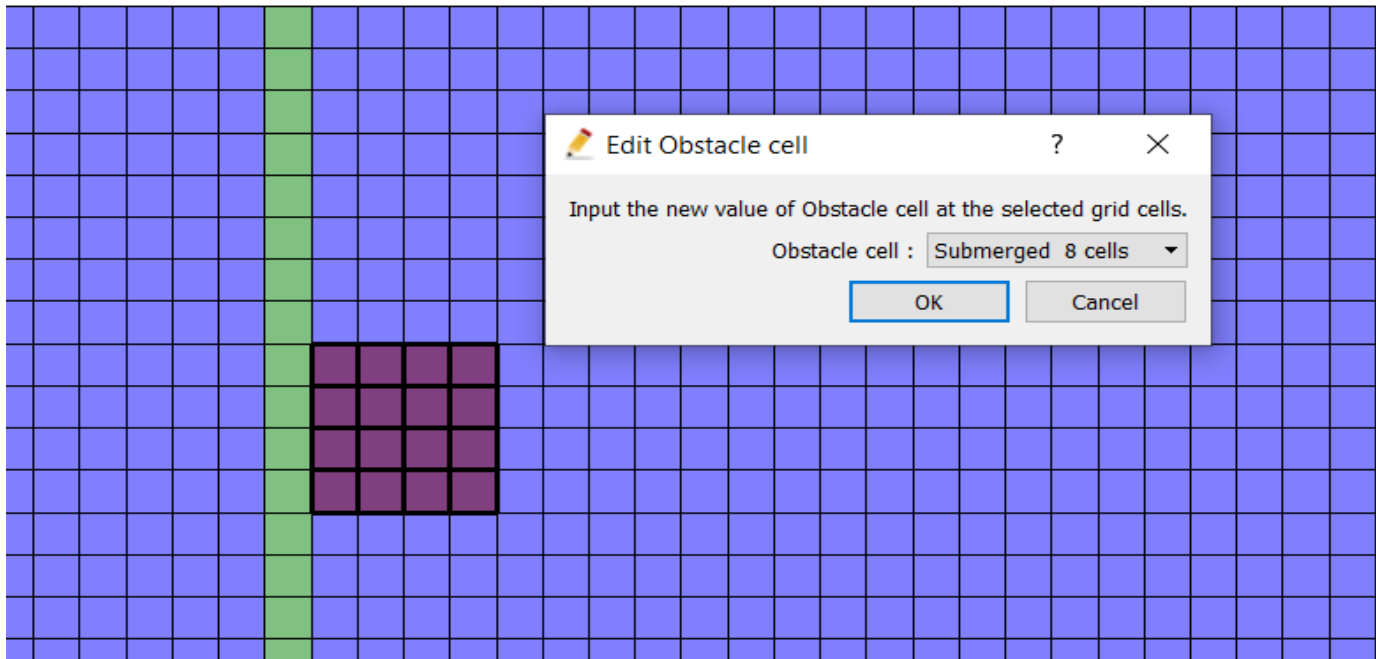
Object Browser/Grid/Cell attributes/Obstacle cell

Object Browser/Grid/Cell attributes/UnderPass cell



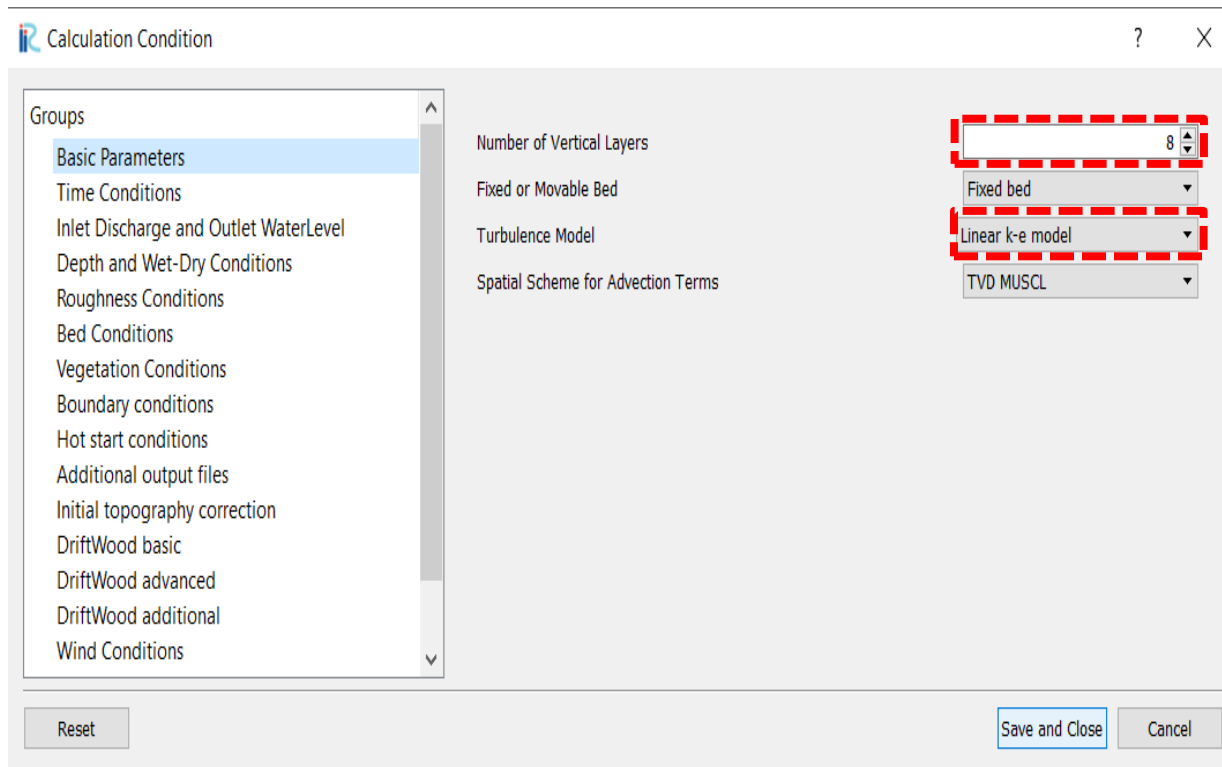
2. МЕТОДОЛОГИЈА – израда препреке

Object Browser/Grid/Cell attributes/Obstacle cell



2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting



← Број вертикалних
ћелија

← Избор модела

2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting

The screenshot shows a software dialog box titled "Calculation Condition" with a subtitle "Временски услови" (Time Conditions). The left sidebar lists various configuration groups, with "Time Conditions" highlighted. The main panel contains the following settings:

Parameter	Value
Start Time[s]	0
End Time[s]	20
File Output Time[s]	0.5
Start time of surface move[s]	0.05
Start time of bed move[s]	2
Variable DT with CFL condition	Fixed DT
Coefficient for CFL condition	0.13
Time Step[s]	0.001
Display output interval	1

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

2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting

Calculation Condition

Groups

- Basic Parameters
- Time Conditions
- Inlet Discharge and Outlet WaterLevel**
- Depth and Wet-Dry Conditions
- Roughness Conditions
- Bed Conditions
- Vegetation Conditions
- Boundary conditions
- Hot start conditions
- Additional output files
- Initial topography correction
- DriftWood basic
- DriftWood advanced
- DriftWood additional
- Wind Conditions

Hydrograph Data Type: Constant discharge

Constant Discharge[m³/s]: 10

Outlet water level for fixed Q: given as a constant

Outlet water level for variable Q: set from uniform flow

Constant outlet water level[m]: 1.22

Unit of time for Q: second

Time series of Q at inlet: Edit

Time series of Q at inlet and WL at outlet: Edit

Q gradual increase: Q given directly

Initial Q rate: 0.1

Time for Q slope[s]: 10

Reset Save and Close Cancel

Константан проток

Ниво воде на крају канала
(Шези-Манингова једначина)

2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting

Calculation Condition Минимална дубина воде ? ×

Groups	Parameters	Value
Basic Parameters	Wet and Dry Cells	Fixed wet and dry cells
Time Conditions	Minimum Depth[m]	0
Inlet Discharge and Outlet WaterLevel	How to give initial surface slope?	Given by parabolic curve fit
Depth and Wet-Dry Conditions	Initial surface slope	0.0001
Roughness Conditions	Relaxation coefficient	0.3
Bed Conditions		
Vegetation Conditions		
Boundary conditions		
Hot start conditions		
Additional output files		
Initial topography correction		
DriftWood basic		
DriftWood advanced		
DriftWood additional		
Wind Conditions		

Reset Save and Close Cancel

2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting

Calculation Condition Храпавост канала ? X

Groups

- Basic Parameters
- Time Conditions
- Inlet Discharge and Outlet WaterLevel
- Depth and Wet-Dry Conditions
- Roughness Conditions**
- Bed Conditions
- Vegetation Conditions
- Boundary conditions
- Hot start conditions
- Additional output files
- Initial topography correction
- DriftWood basic
- DriftWood advanced
- DriftWood additional
- Wind Conditions

How to evaluate u^* at BED? Manning Law ▾

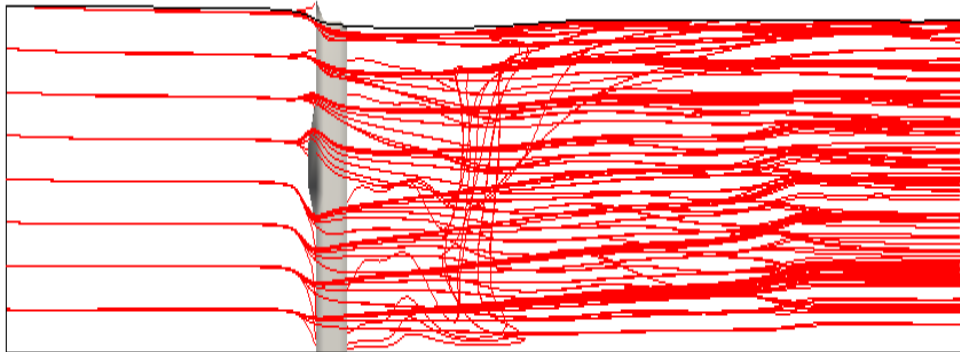
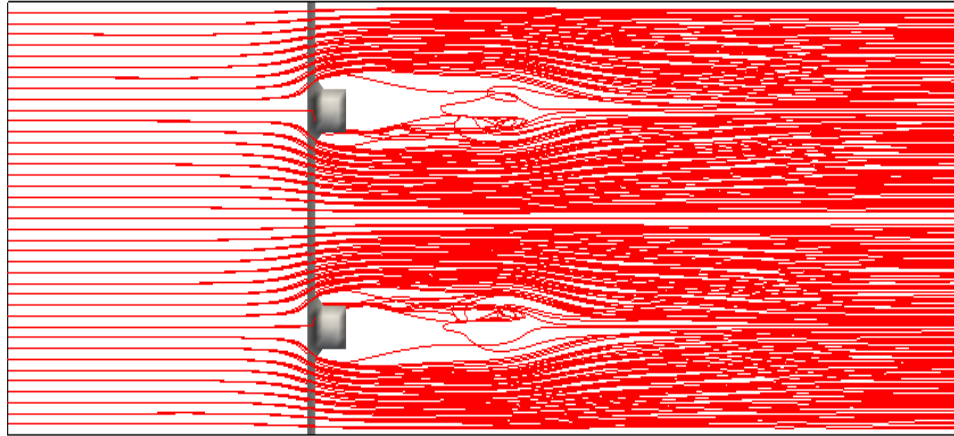
Manning n for zone A	0.012
Manning n for zone B	0.012
Manning n for zone C	0.012
Manning n for zone D	0.012
Manning n for zone E	0.012

How to calculate u^* at WALL? Manning Law ▾

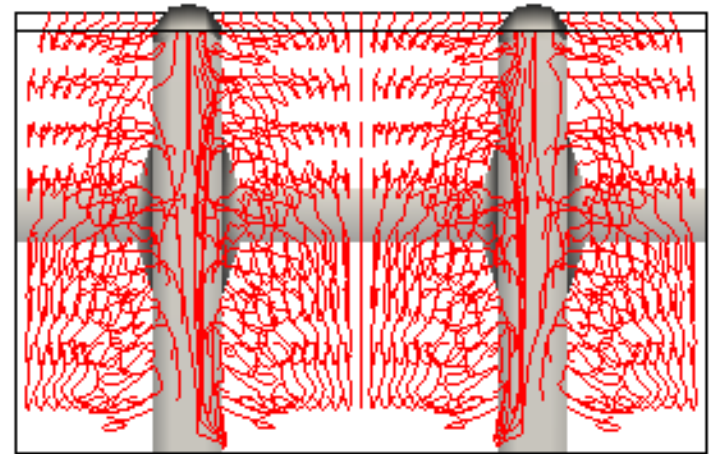
Manning n for WALL	0.012
Manning n for obstacle	0.012

Reset Save and Close Cancel

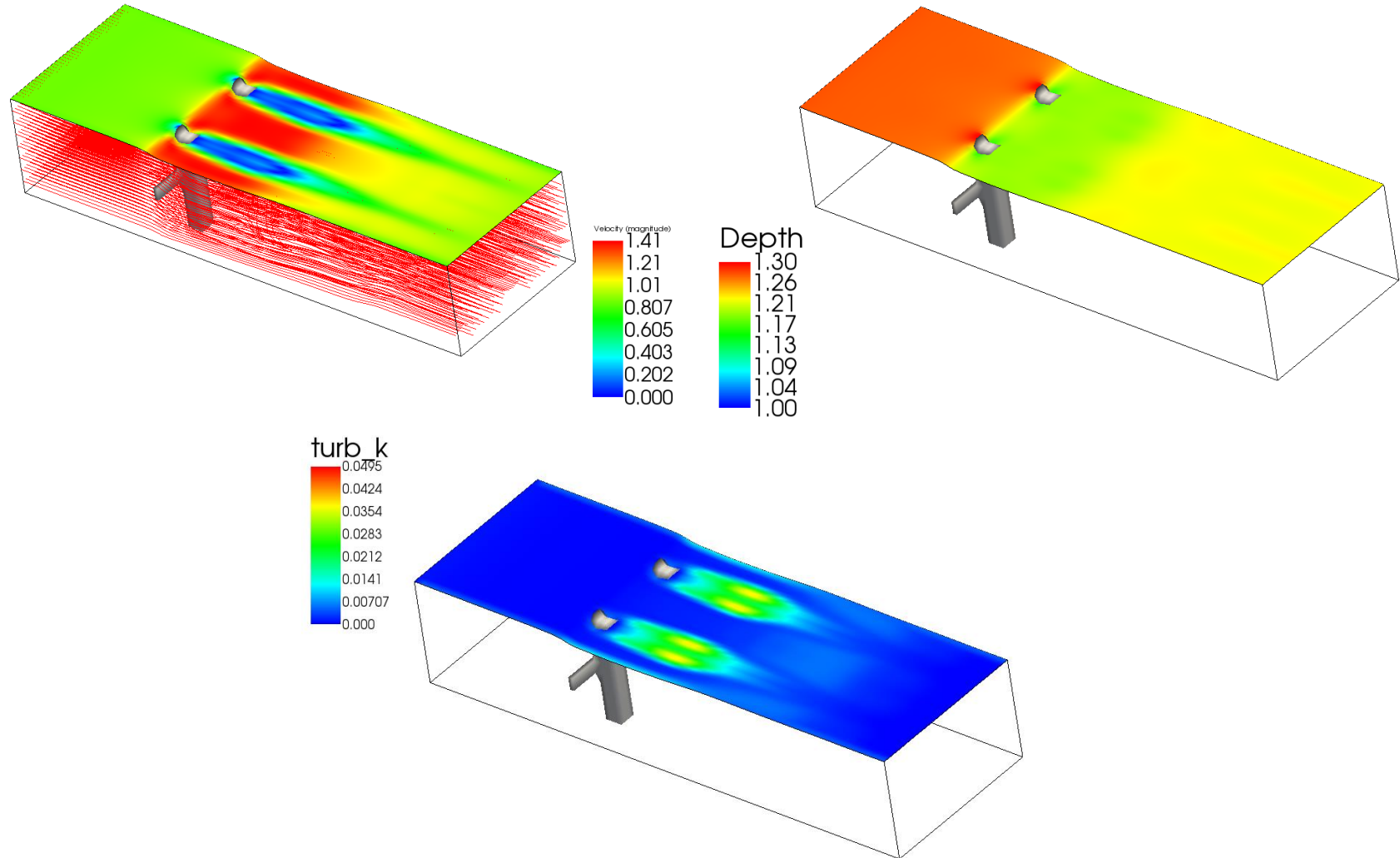
3. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛИРАЊА



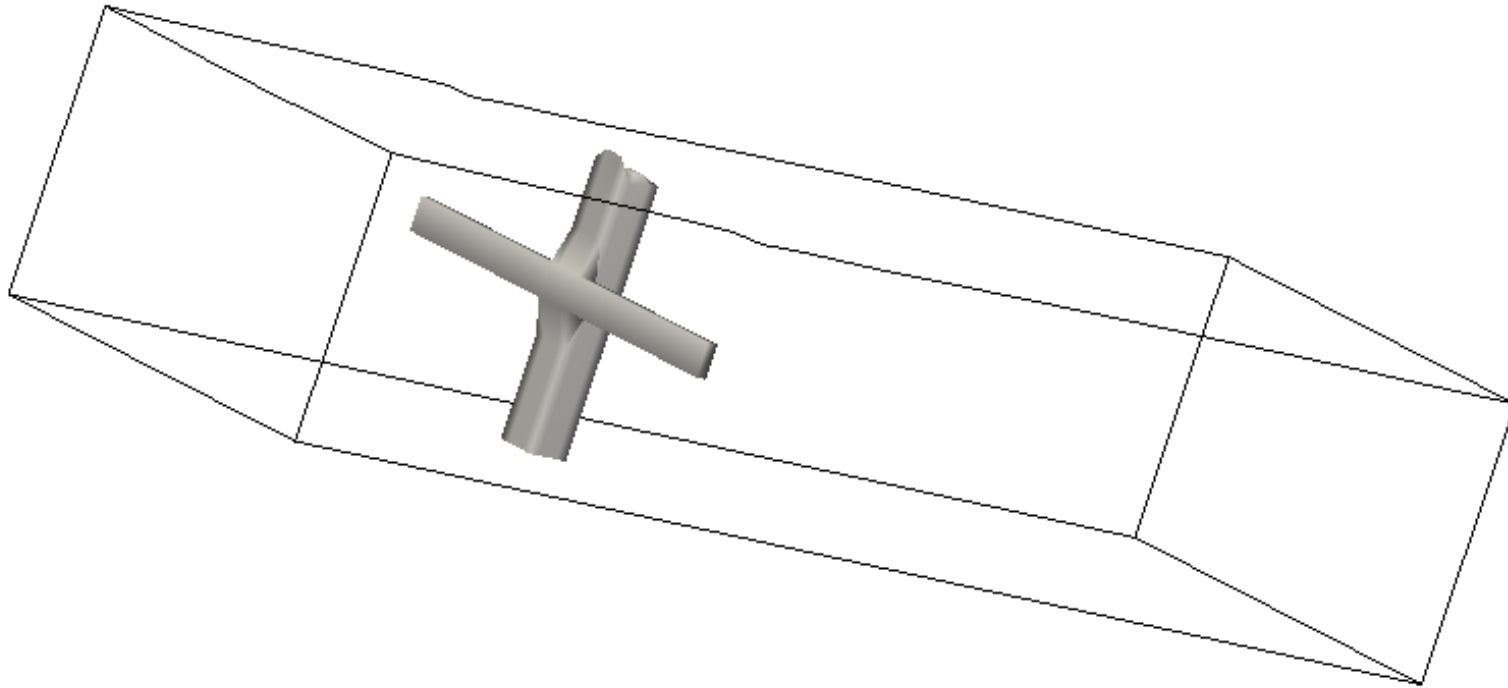
Струјнице $t=20s$



3. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛИРАЊА

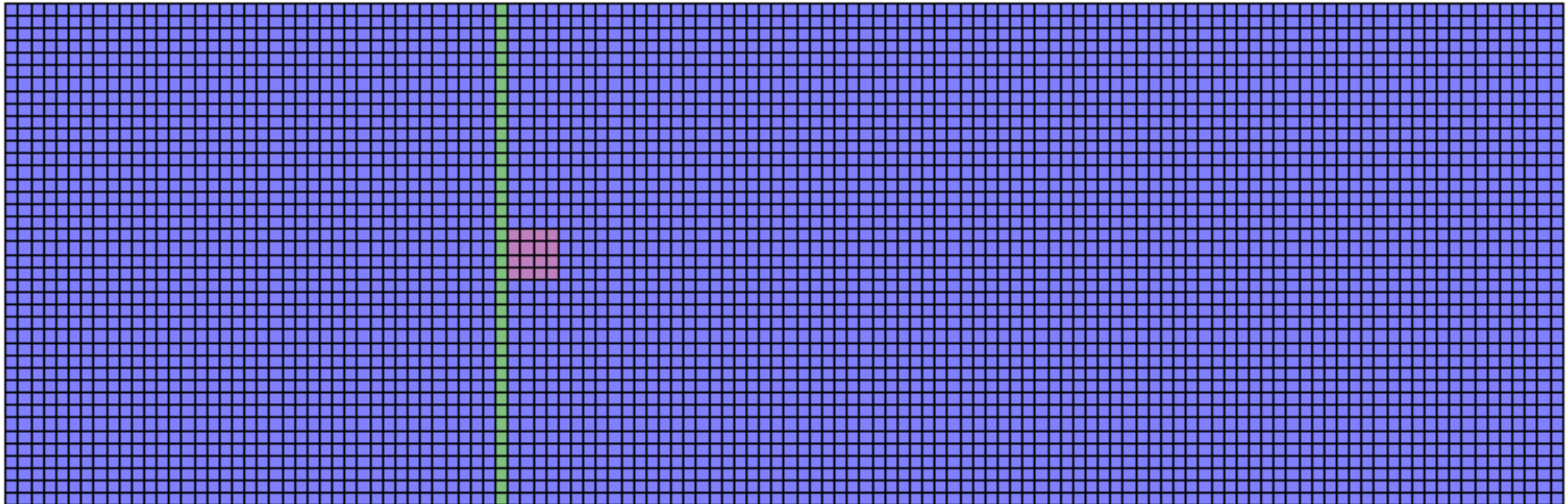


Варијанта II – 1 стуб и 1 хоризонтална греда



НАПОМЕНА: За варијанту II ће од методологије бити редом приказани само делови који се разликују у односу на варијанту I

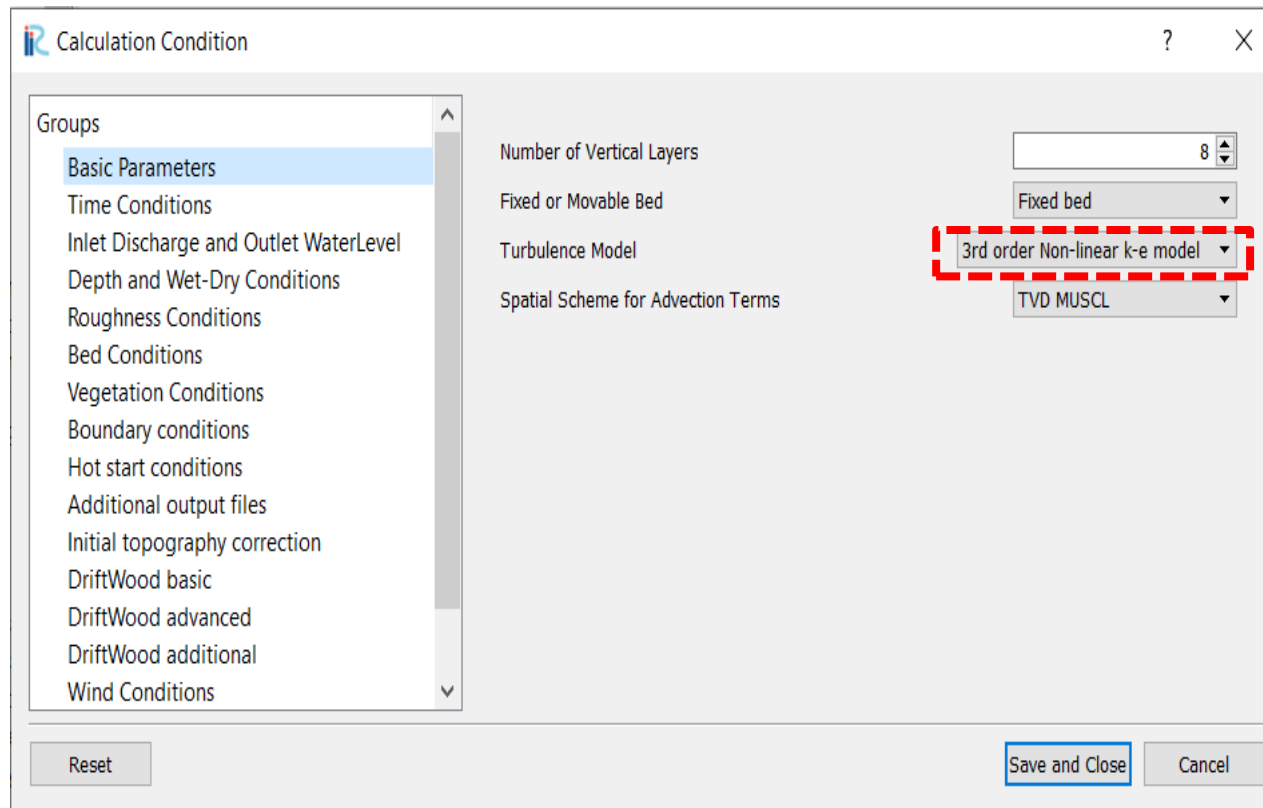
2. МЕТОДОЛОГИЈА – израда препреке



Задавање висина препрека и пропуста помоћу броја ћелија је идентично као у варијанти I.

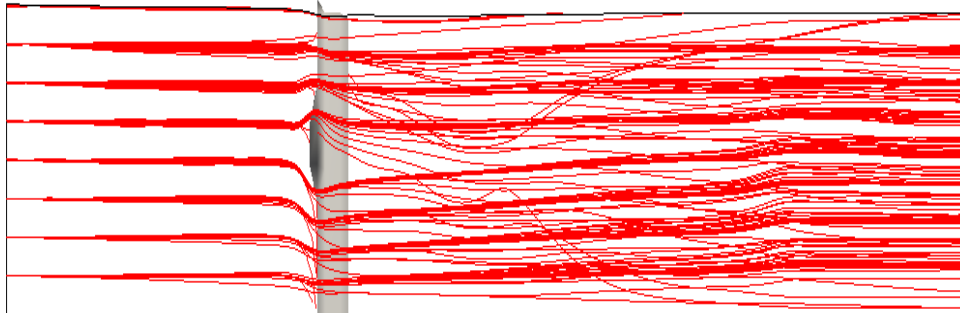
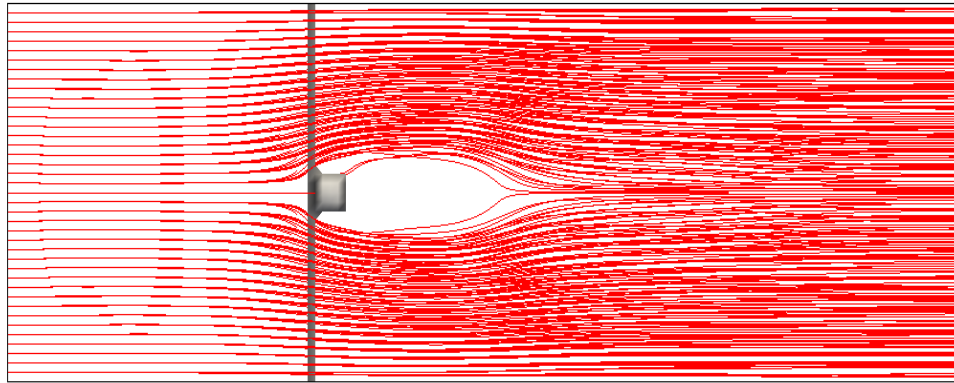
2. МЕТОДОЛОГИЈА – дефинисање улазних података

Calculation Condition/Setting

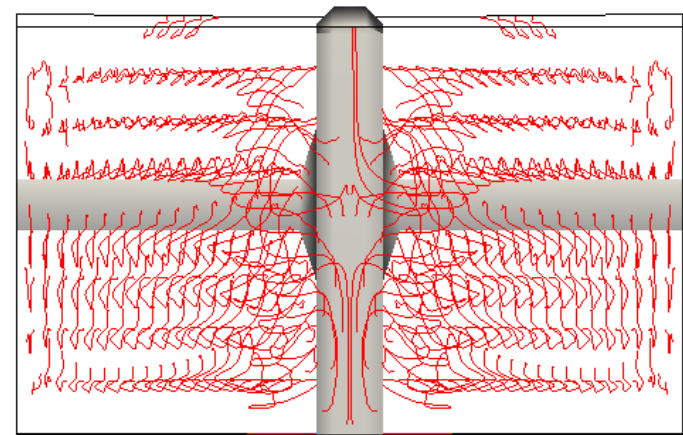


← Избор модела

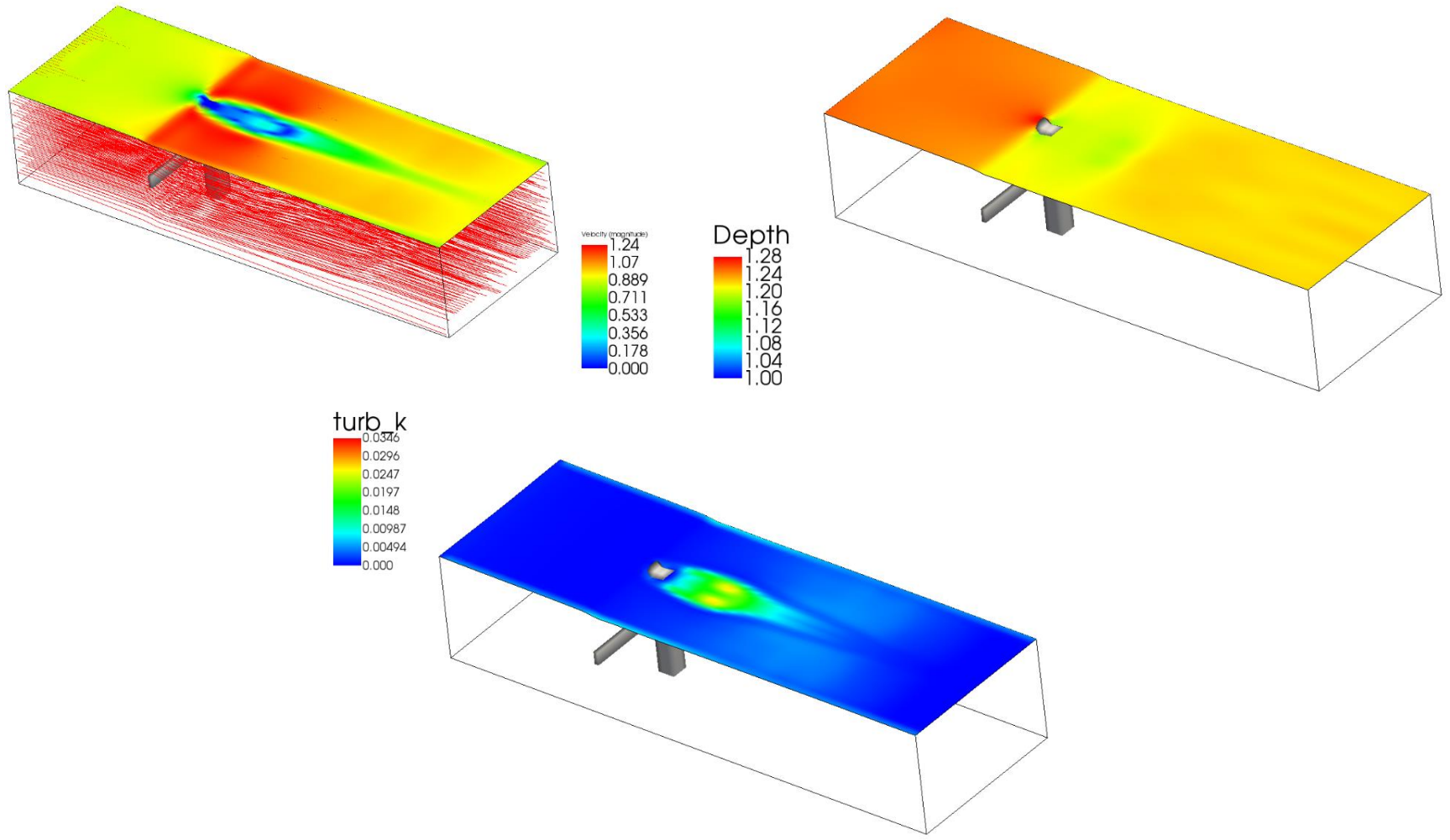
3. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛИРАЊА



Струјнице $t=20s$

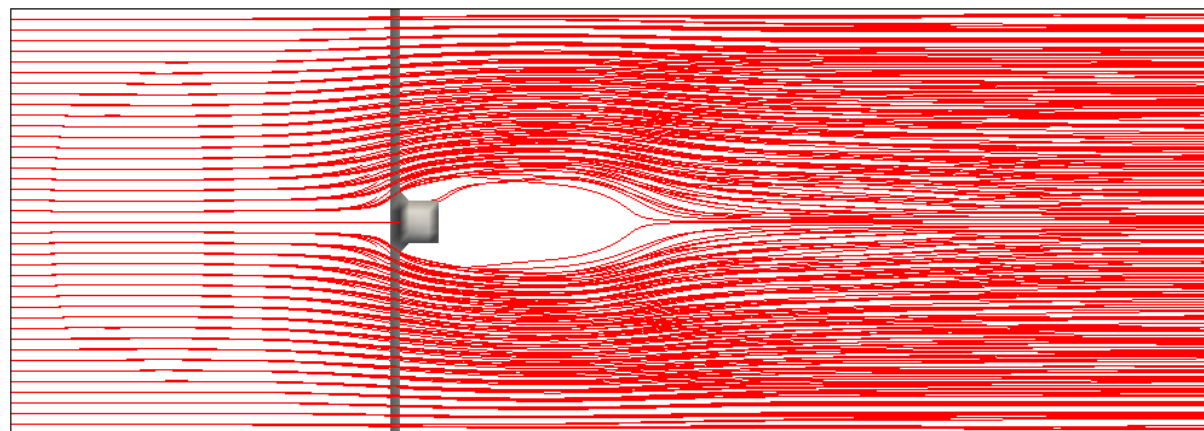
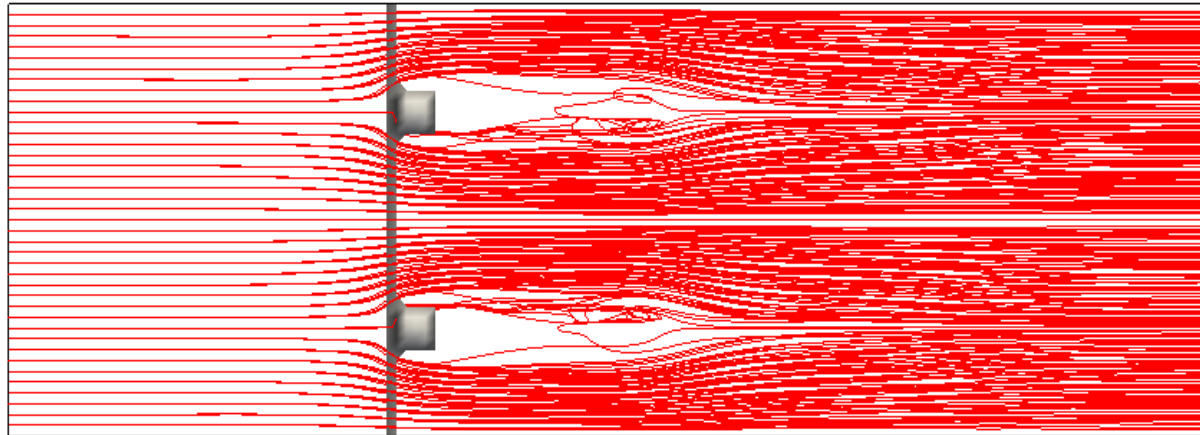


3. РЕЗУЛТАТИ МОДЕЛИРАЊА



4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

Струјнице $t=20s$

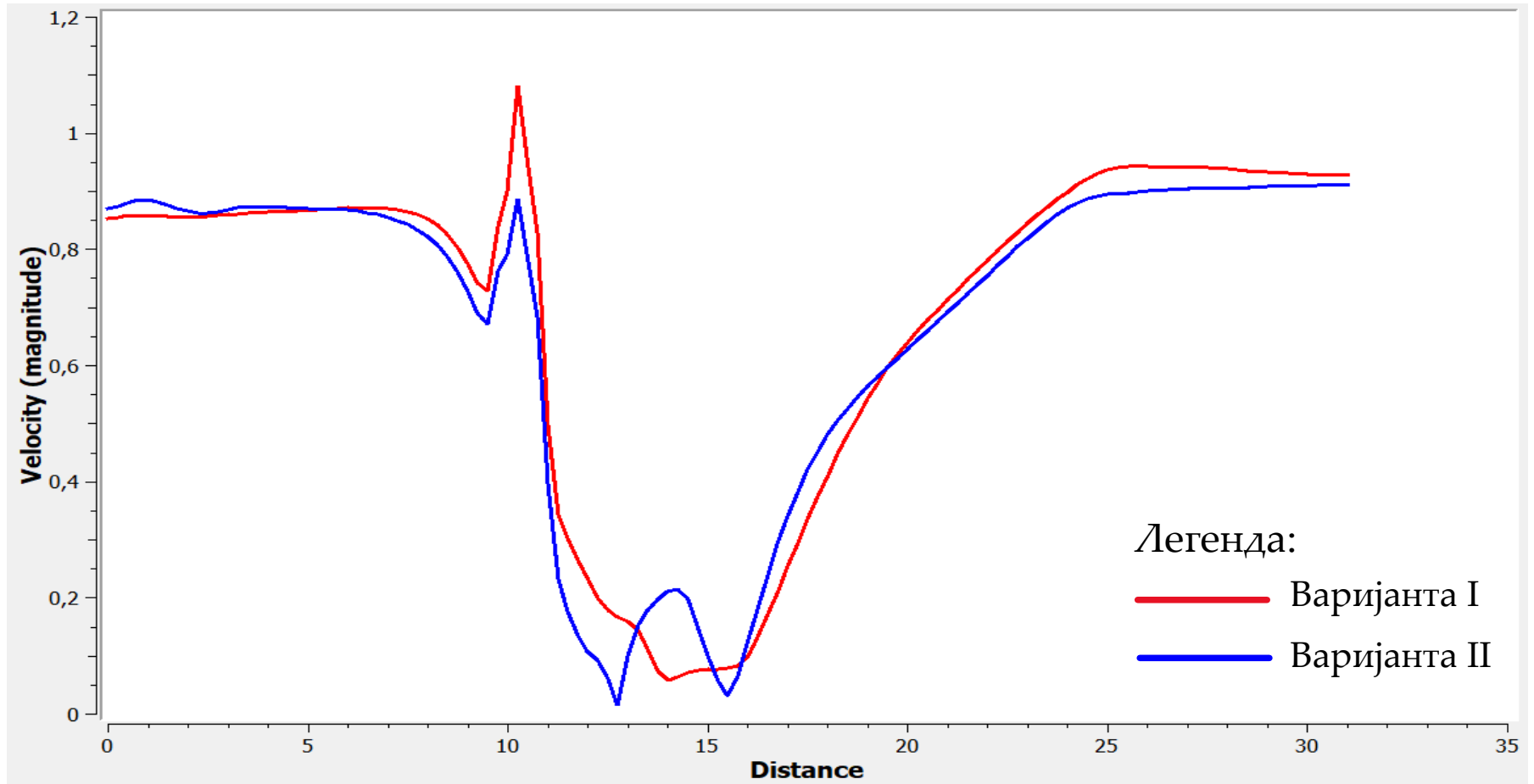


Слабије изражени вртложни трагови турбулентног течења иза препреке су последица:

- немогућности избора друге врсте модела турбуленције (к- ϵ модел није погодан за овакав тип проблема),
- недовољно ситне мреже (грида).

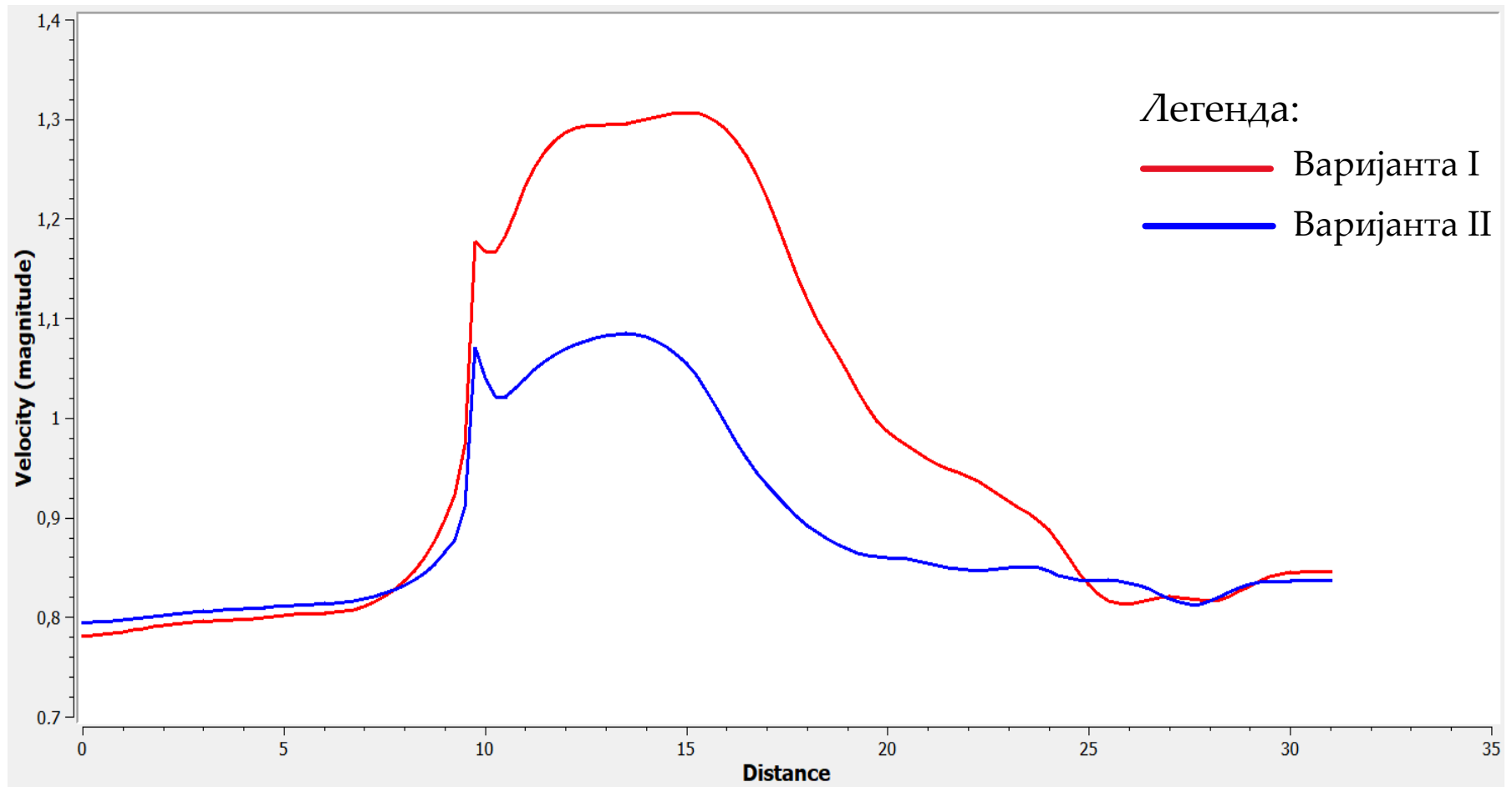
4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

Дијаграм брзине воде на површини по дужини канала уз стуб



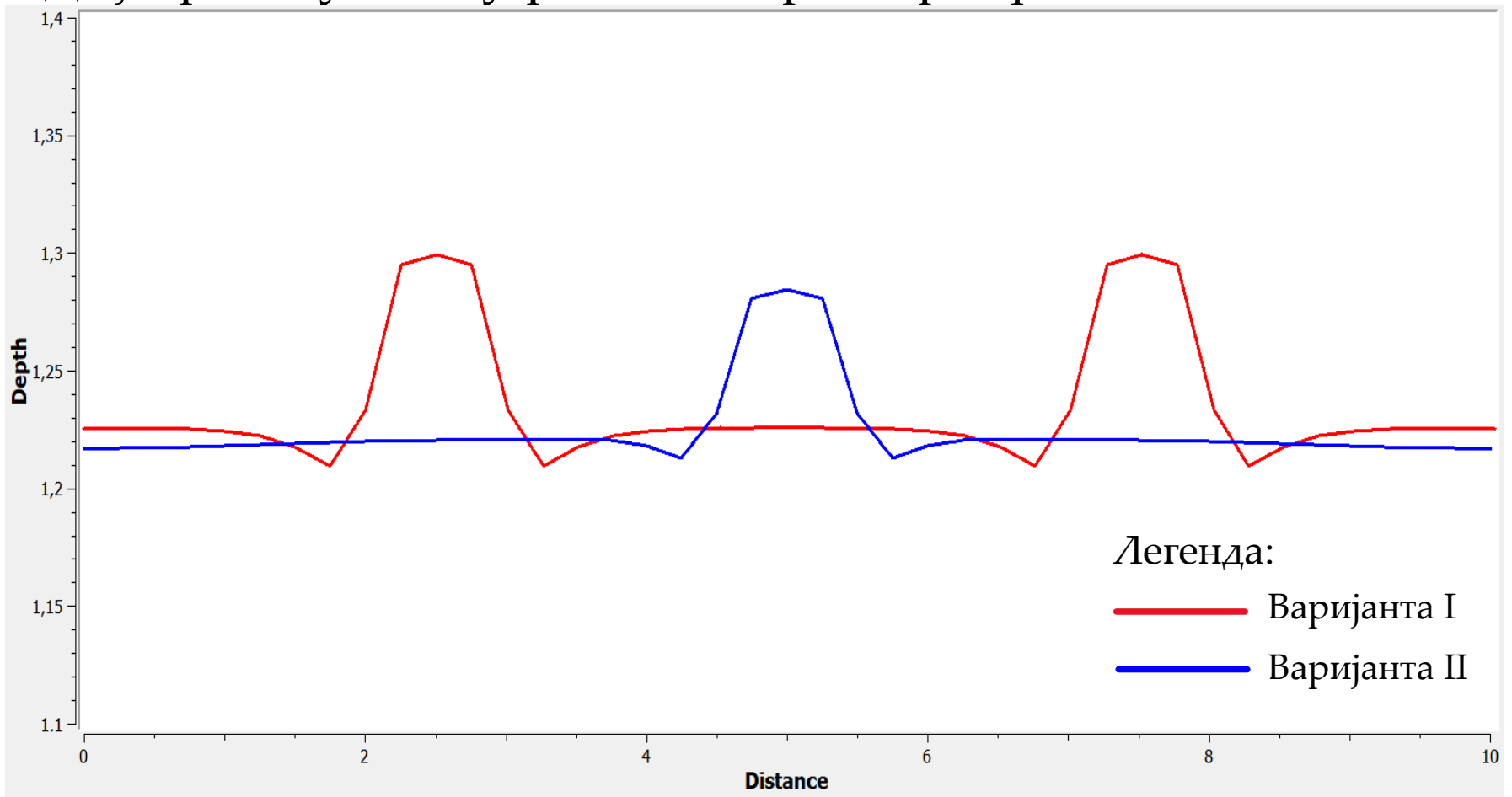
4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

Дијаграм брзине воде у равни испод греде на 2m од стуба



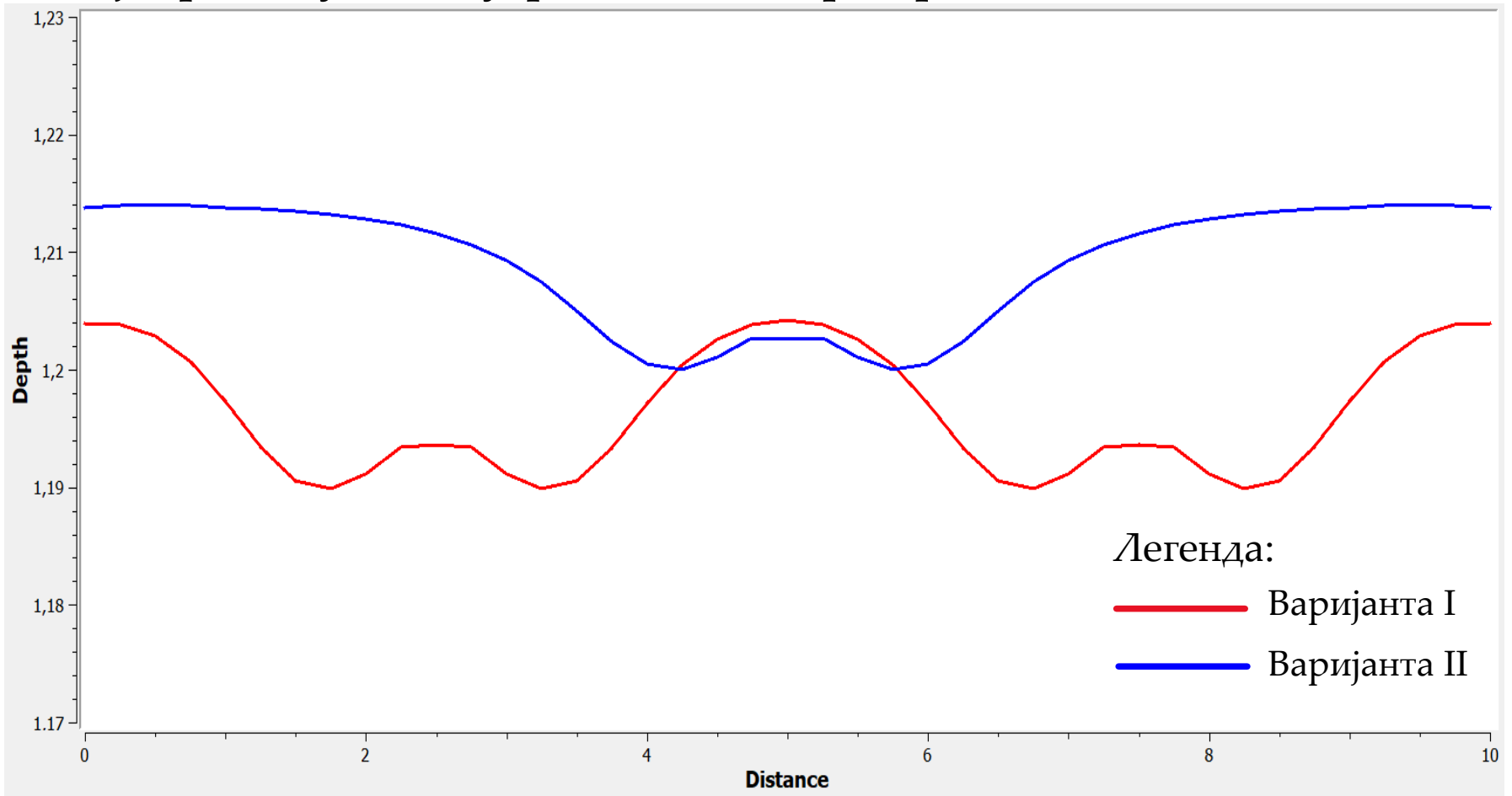
4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

Дијаграм дубине у равни испред препреке



4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

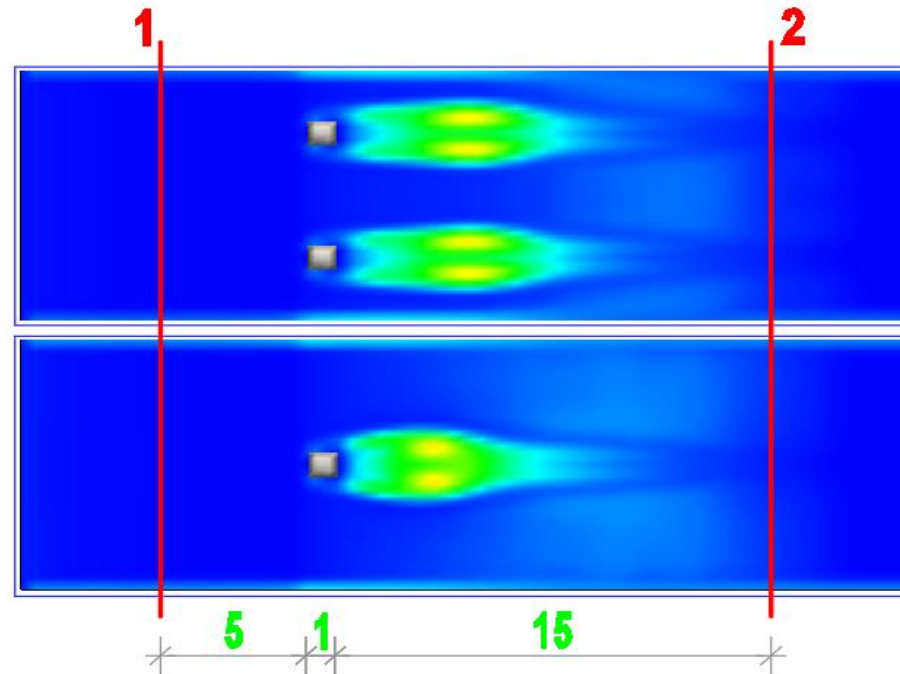
Дијаграм дубине у равни иза препреке



4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

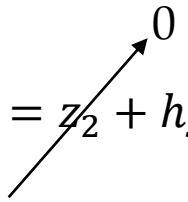
“Груба” процена локалних губитака:

- профили у зонама где су струјнице паралелне и где нема знакова турбулентне кинетичке енергије,
- за прорачун се користе осредњене дубине и брзине,
- линијски губици се могу занемарити.



4. УПОРЕДНИ ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

$$E_1 = E_2 + \Delta E_{1-2}$$

$$z_1 + h_{SR,1} + \frac{v_{SR,1}^2}{2g} = \cancel{z_2} + h_{SR,2} + \frac{v_{SR,2}^2}{2g} + \xi \frac{v_{SR,2}^2}{2g}$$


$$A = Bh_{SR} \Rightarrow v_{SR} = \frac{Q}{A}$$

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s} ; B = 10 \text{ m} ; I_d = 0,1\text{‰} ; z_1 = I_d L_{1-2} = 0,0021 \text{ m}$$

Варијанта I

$$h_{SR,1} = 1,27 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \xi = 1,444$$

$$h_{SR,2} = 1,22 \text{ m}$$

Варијанта II

$$h_{SR,1} = 1,25 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \xi = 0,826$$

$$h_{SR,2} = 1,22 \text{ m}$$

5. ЗАКЉУЧАК

- Појава успора узводно од препреке и смањења дубине непосредно иза препреке,
- Појава повећања брзине у зонама око препреке услед смањивања површине протицајног профила,
- Секундарна струјања најизраженија у зонама иза стубова,
- Локални губитак у варијанти са једним стубом знатно мањи од губитка у варијанти са два стуба, што се могло и очекивати,
- За тачније резултате моделских испитивања препоручује се употреба других програмских пакета услед одрђених недостатака NaysCUBE-а.

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

