



Универзитет у Београду Грађевински факултет
Одсек за хидротехнику и водно-еколошко инжењерство

МАСТЕР РАД

ТЕМА:

АНАЛИЗА ХИДРАУЛИЧКИХ ПАРАМЕТАРА ЛОКАЛНОГ
СТРУЈАЊА ДУЖ РИБЉЕ СТАЗЕ

СТУДЕНТ:

Сања Шаљић 637/13

Београд, јун 2014.

САДРЖАЈ

- ✘ Увод
- ✘ Мерења на физичком моделу
 - Мерење протока
 - Мерење дубина
 - Мерење брзина
- ✘ Израда просторног модела струјања
- ✘ Анализа резултата
- ✘ Закључак
- ✘ Литература





УВОД

- ✘ Рибље стазе су посебни канали у саставу бране или у широј зони преградног профила у којима рибе саме, пливајући савладавају пад између горње и доње воде.
- ✘ Циљ рибљих стаза:
 1. потрошити што мање воде;
 2. пропустити рибе.



МЕРЕЊА НА ФИЗИЧКОМ МОДЕЛУ

- ✘ У лабораторији Института за хидротехнику и водно-еколошко инжењерство, направљен је физички модел рибље стазе у размери за дужину 1:10.
- ✘ Модел је пројектован према Фрудовој сличности.

$$Fr = \frac{V^2}{gL} \rightarrow Fr_p = Fr_m \rightarrow \frac{V_p^2}{gL_p} = \frac{V_m^2}{gL_m}$$

$$V^2 = L$$

$$Q = L^{5/2}$$

- ✘ Мерења су рађена за нагиб дна $Id=5\%$.

МЕРЕЊА НА ФИЗИЧКОМ МОДЕЛУ





МЕРЕЊЕ ПРОТОКА

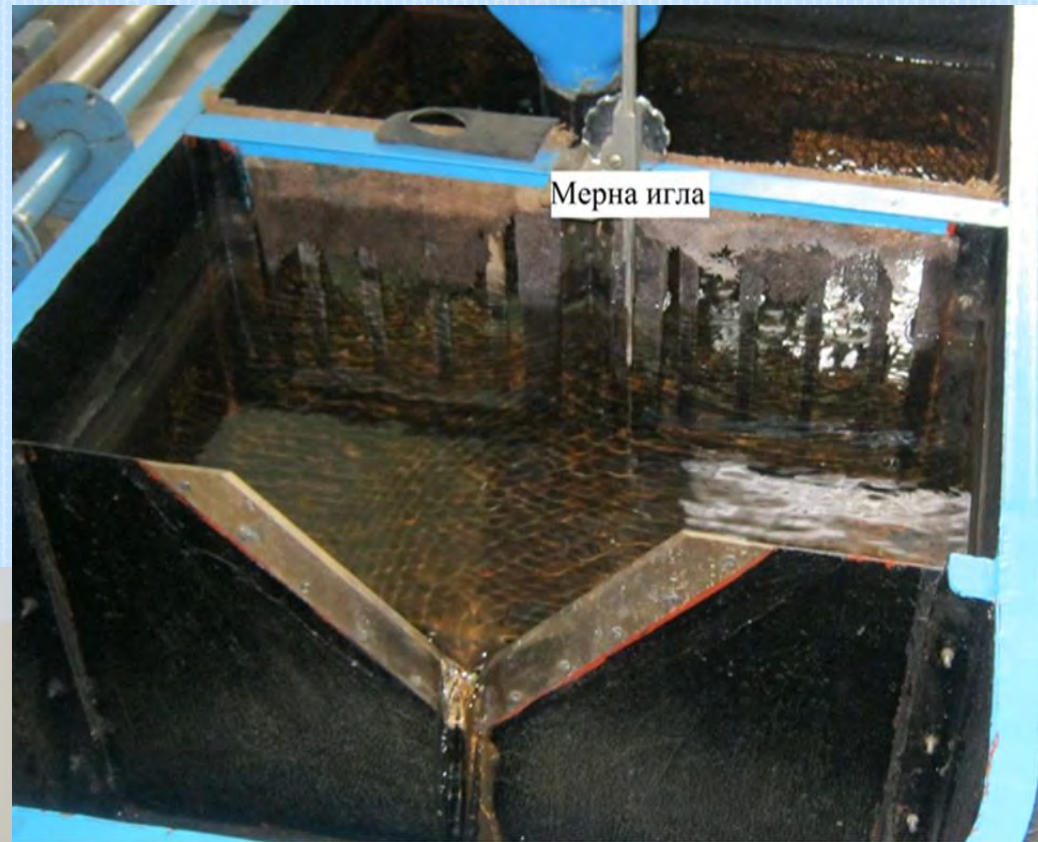
- ✗ Проток је мерен на Томпсоновом преливу.

$$Q = \frac{5}{16} \sqrt{2 * g \Delta h^5}$$

$$\Delta h = H_{\text{mereno}} - H$$

$$H = 37,32 \text{ cm}$$

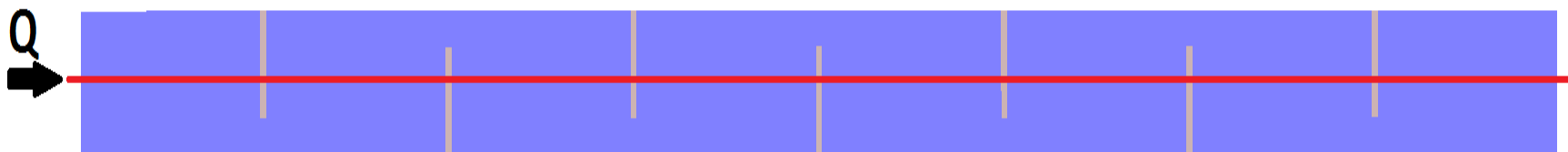
- ✗ Протока $Q = 1 \text{ l/s}$.





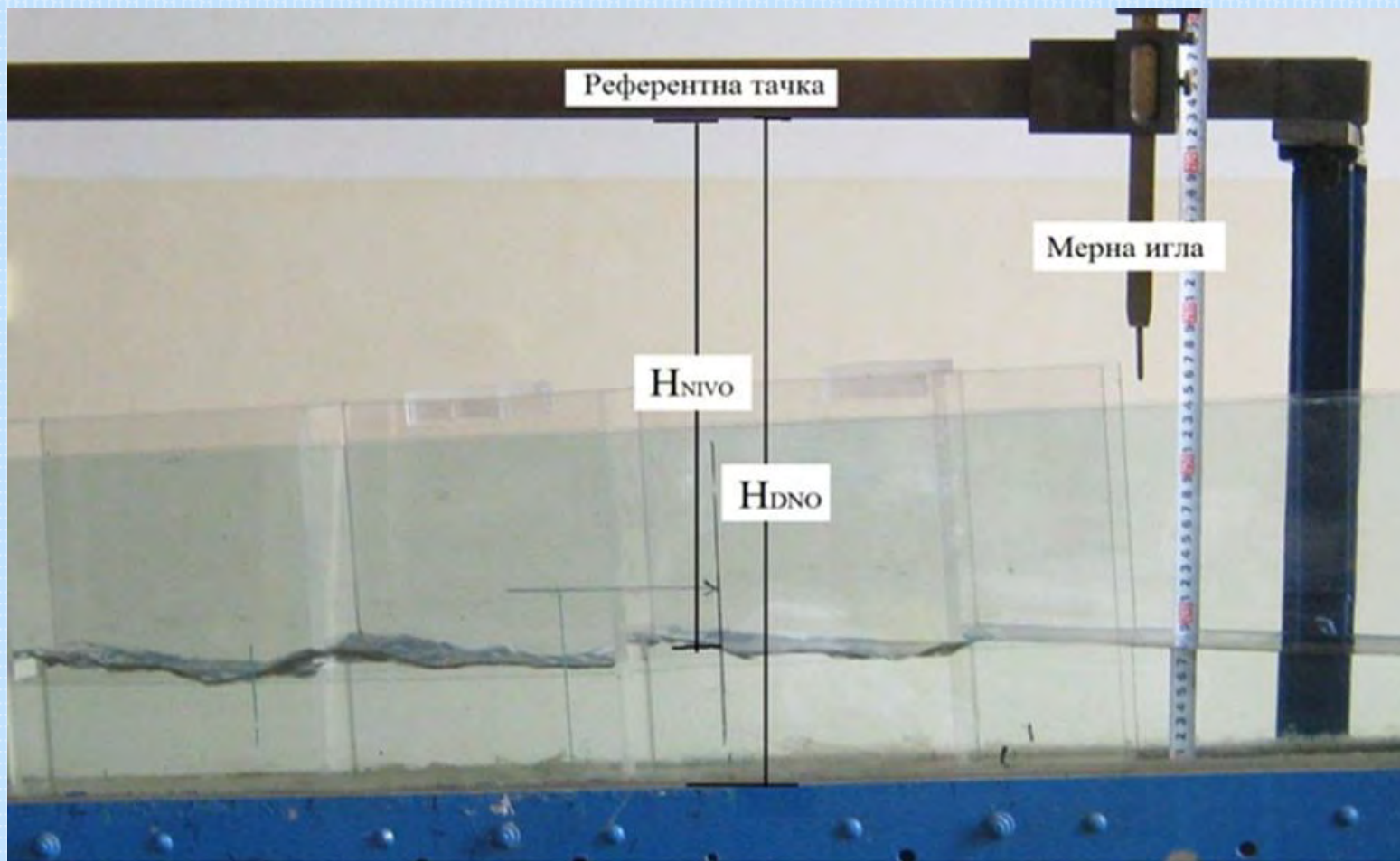
МЕРЕЊЕ ДУБИНА

- × Дубине су мерене на два начина:
 - мерном иглом;
 - лењиром (очитавање са слика).



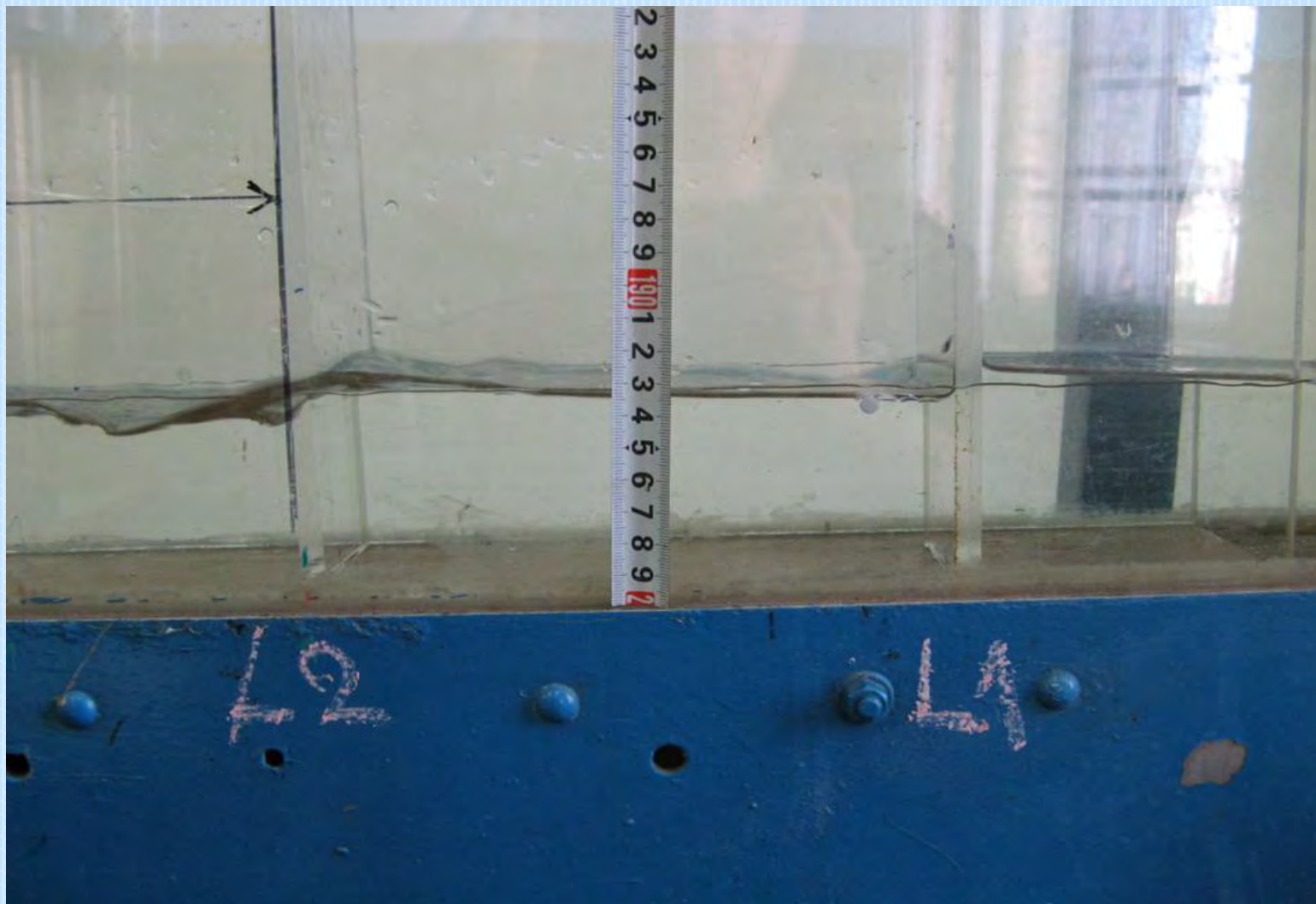


МЕРЕЊЕ МЕРНОМ ИГЛОМ





МЕРЕЊЕ ЛЕЊИРОМ





МЕРЕЊЕ БРЗИНА

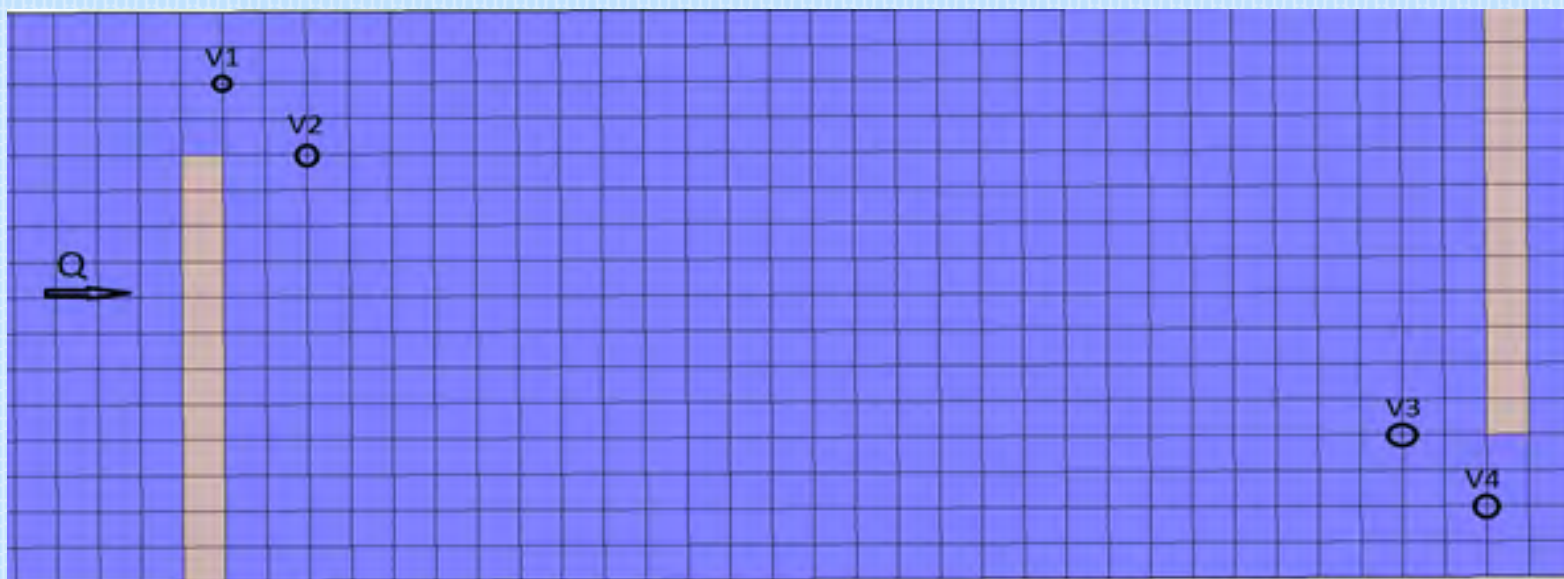
- ✘ Брзине су мерене са бочном вектрино сондом.
- ✘ Вектрино сонде су ултразвучни мерачи вектора брзине у једној тачки, које раде на принципу Доплеровог ефекта.





МЕРЕЊЕ БРЗИНА

- ✖ Брзине су мерене у четвртом "базену".
- ✖ на 4 вертикале.
- ✖ V_1 и V_2 у четири тачке 2, 4, 6, 8 cm.
- ✖ V_3 и V_4 у две тачке 4 и 8 cm.





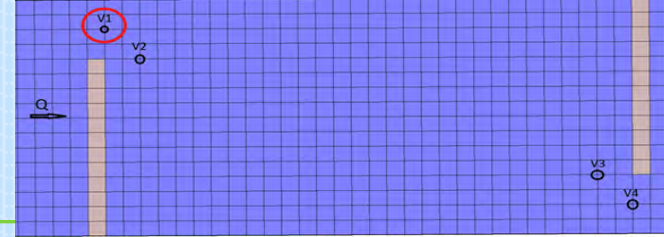
МЕРЕЊЕ БРЗИНА

× Проблеми:

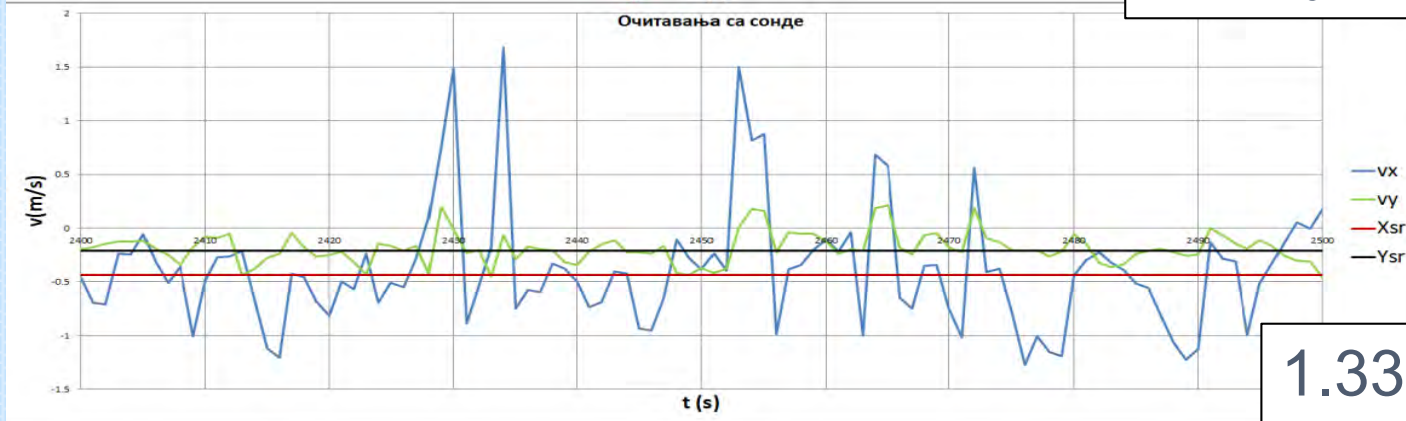
- Велике осцилације око средње вредности.
- 2.5D сонда мери X/Y компоненту, Z ниже тачности



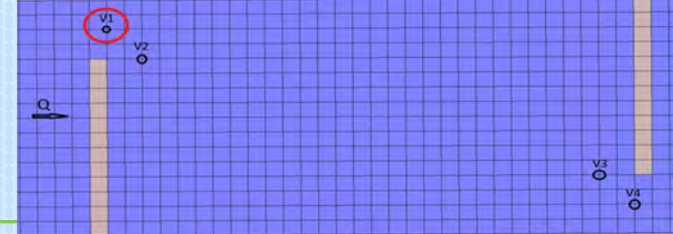
МЕРЕЊЕ БРЗИНА



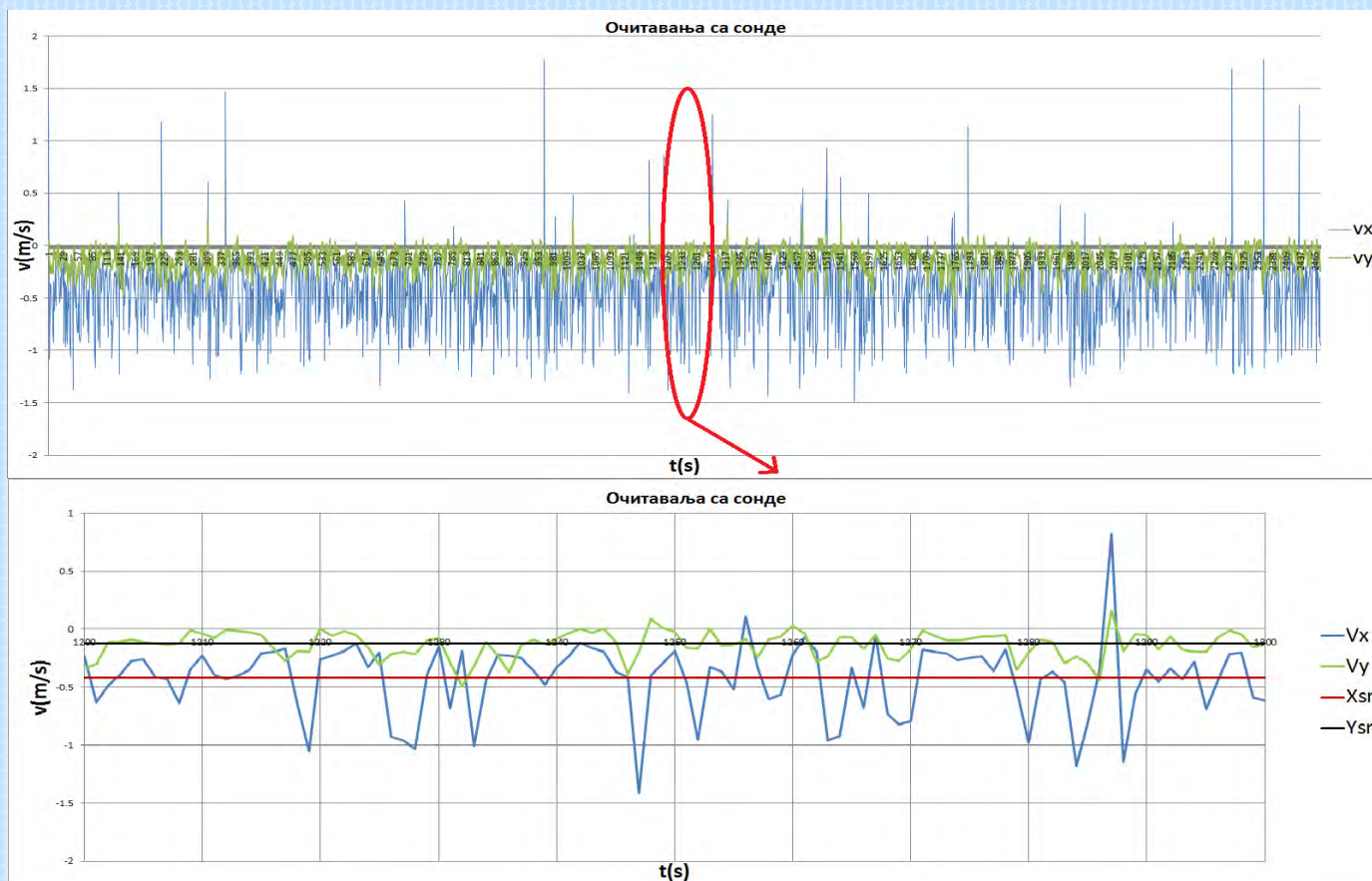
- ✘ V1-Z1 на 8 цм од дна – велике брзине
- ✘ $\Delta t = 1/75$ s



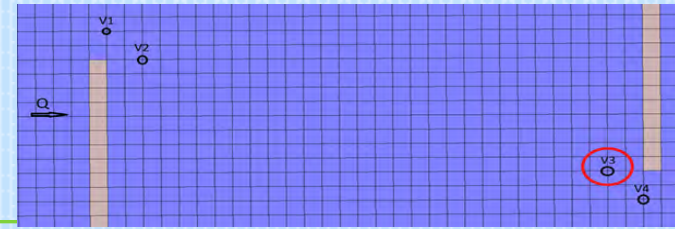
МЕРЕЊЕ БРЗИНА



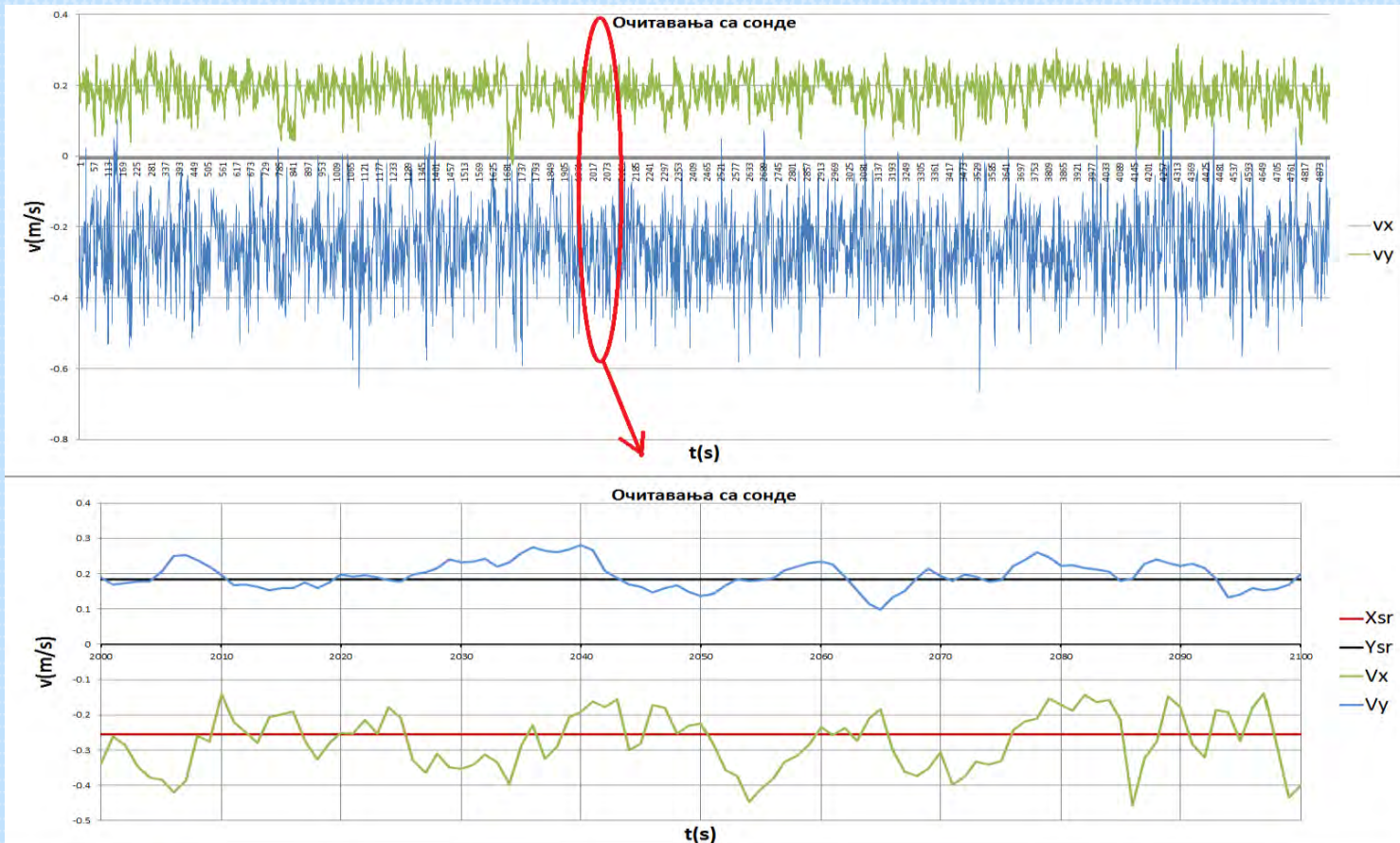
- ✗ V1-Z1 на 8 цм од дна- контролно мерење
- ✗ $\Delta t=1/40$ s



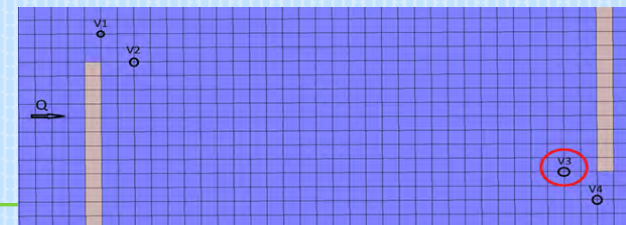
МЕРЕЊЕ БРЗИНА



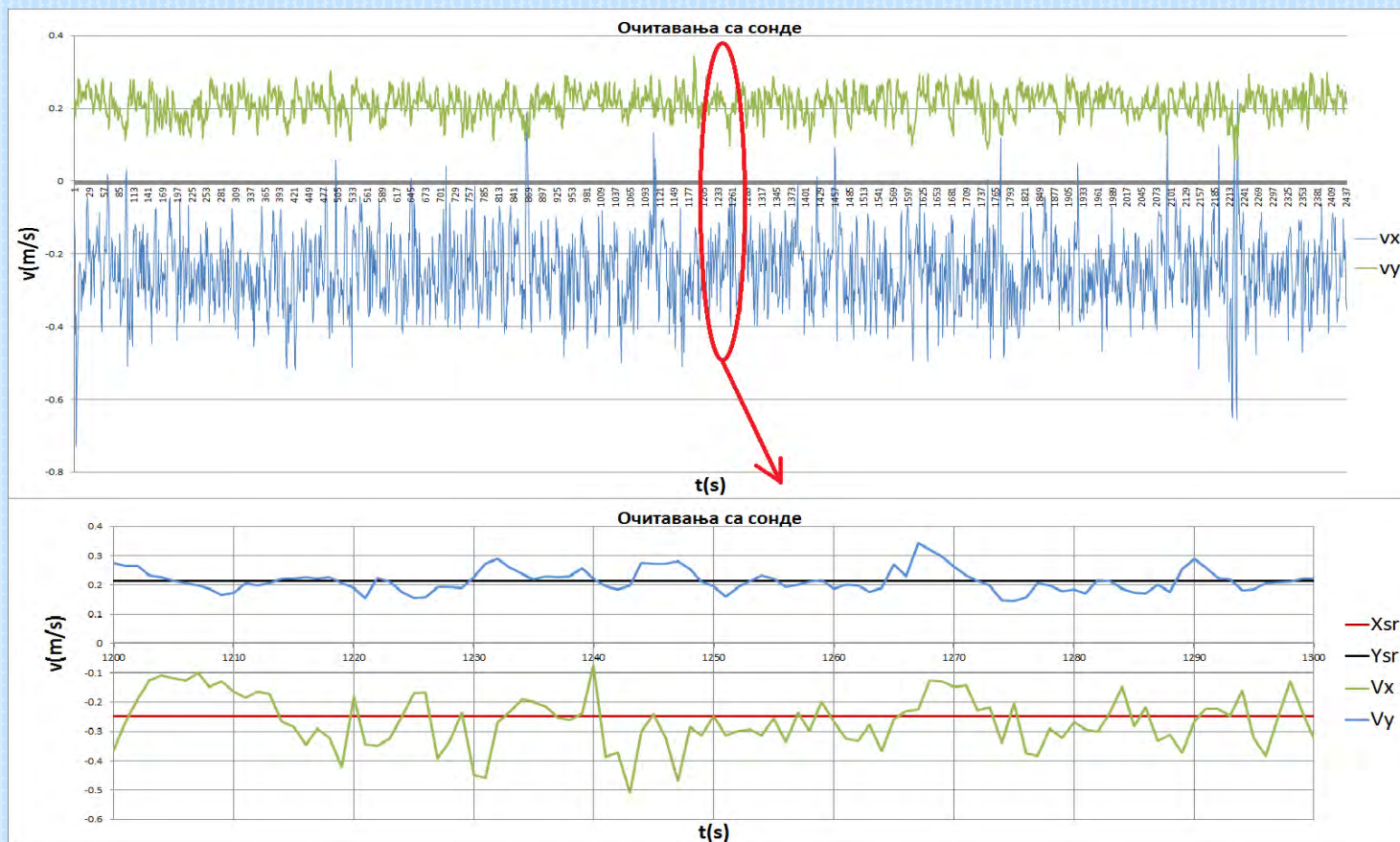
- ✘ V3-Z1 на 8 цм од дна – мале брзине
- ✘ $\Delta t=1/75$ s



МЕРЕЊЕ БРЗИНА



- ✘ V3-Z1 на 8 цм од дна – контролно мерење
- ✘ $\Delta t = 1/40$ s



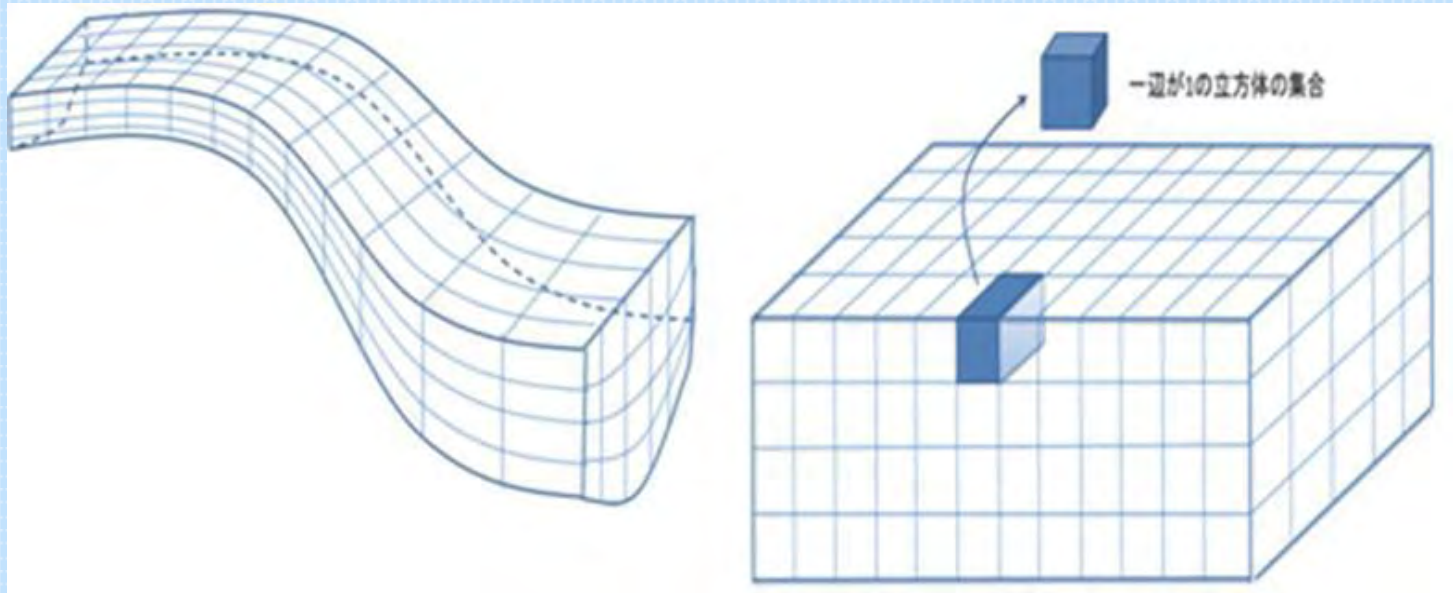
ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА

- ✘ Нумерички просторни модел струјања за рибљу стазу урађен је у програмском пакету iRIC (The International River Interface Cooperative), у програму NaysCUBE.
- ✘ Прорачун је урађен за исте хидрауличке услове као и на физичком моделу рибље стазе.
- ✘ Проток је $Q=1$ l/s, нагиб дна канала $Id=5\%$, низводни гранични услов је $H=12$ cm и минимална дубина је $h=10$ cm.



ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА

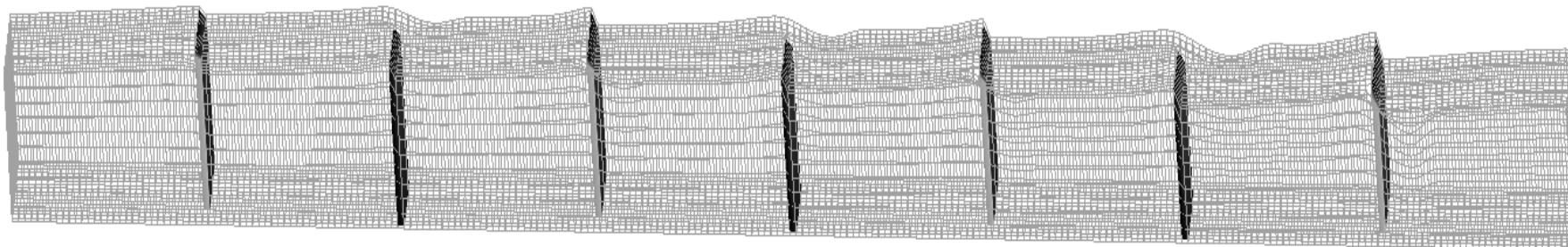
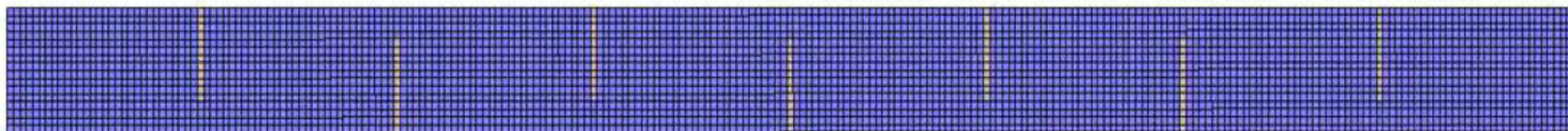
- ✘ NaysCUBE је програм за симулацију просторног течења и деформације речног корита.
- ✘ Речне мреже (физички простор) се трансформишу у мрежу коначних запремина (речунски простор).
- ✘ Нумеричка шема се деформише по дубини.



Нумеричка шема (Ichiro Kimura: iRIC Software-Solver Manual, 2011)

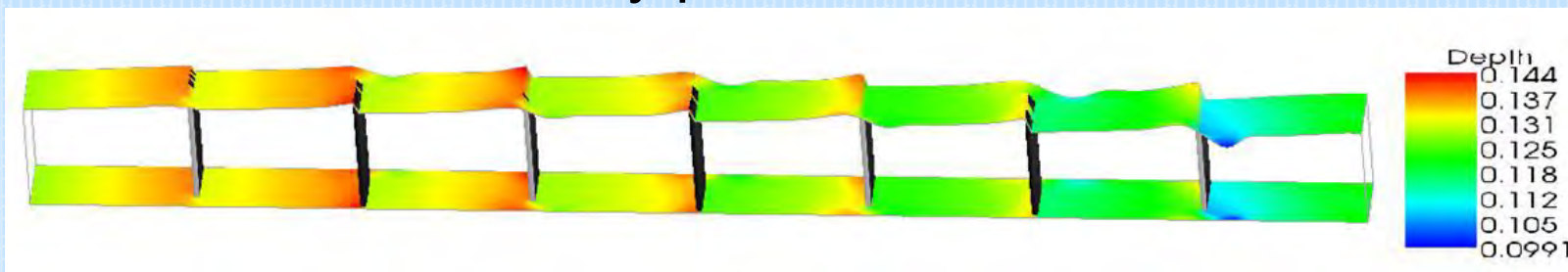
ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА

- ✘ Нумеричка шема рибље стазе се састоји од 247 квадрата по дужини и 17 квадрата по ширини, димензија једног квадрата је 6,5x6,5 mm.
- ✘ Време за које је рађен прорачун је $T=10$ s, временски корак је $\Delta t=0,001$ s.

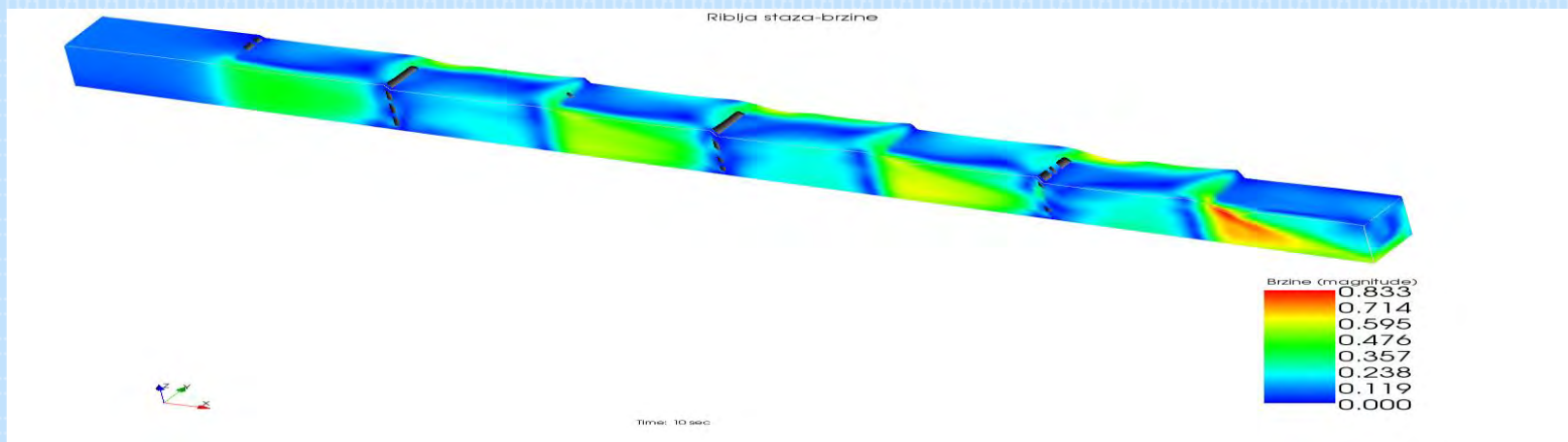


ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА

- ✘ Резултате у NaysCUBE се могу преставити графички:
- Нивои воде на моделу рибље стазе:

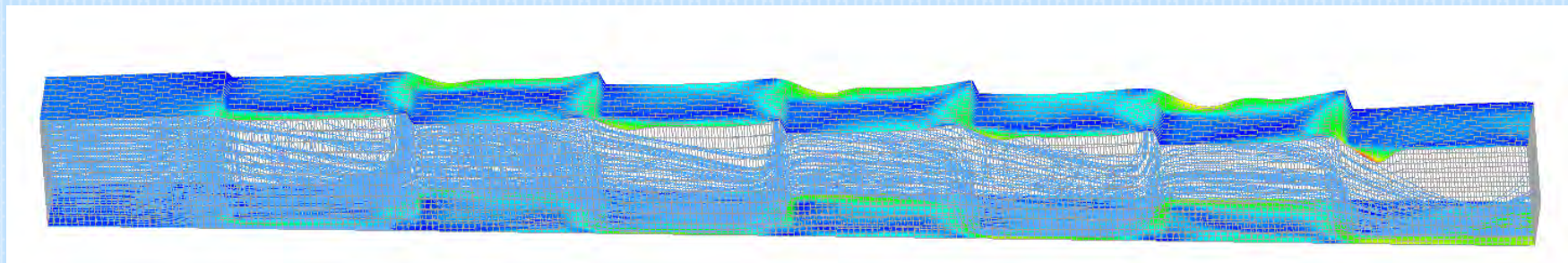


- Брзине воде на моделу рибље стазе:

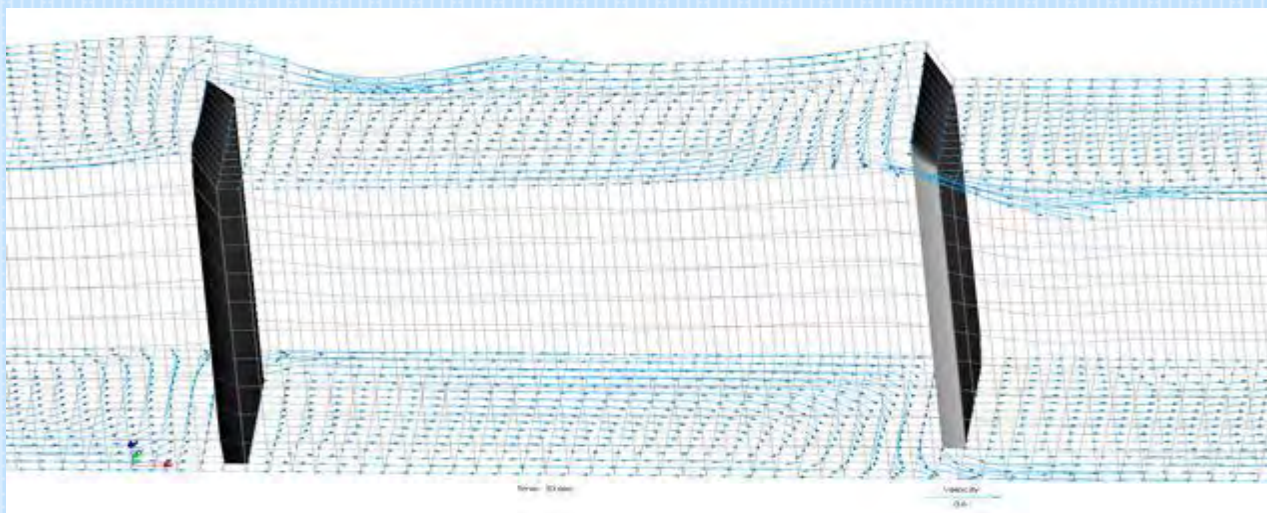


ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА


- Струјнице на моделу рибље стазе:



- Поље брзина:



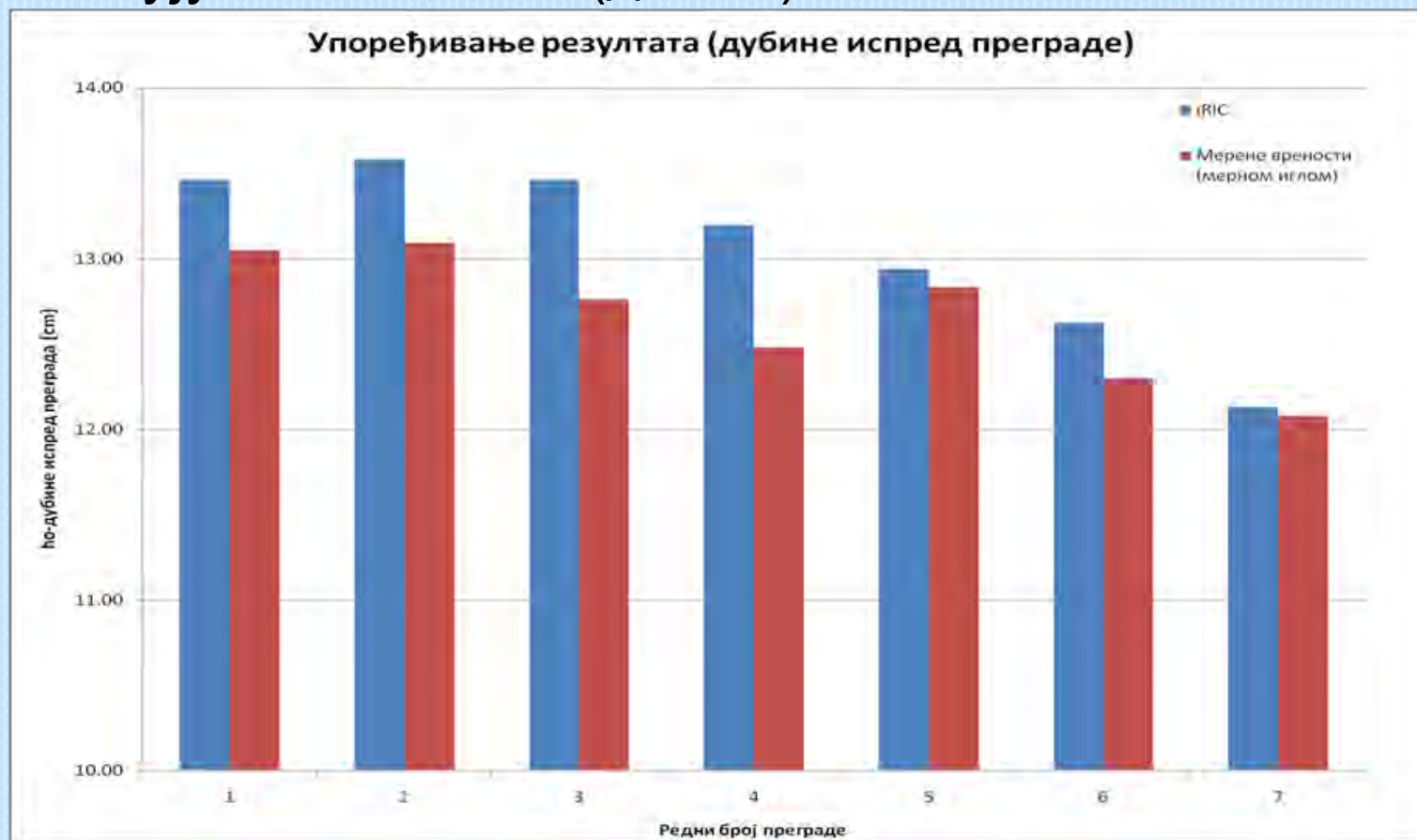
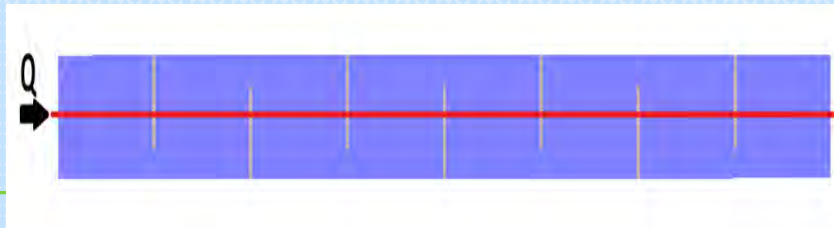
ИЗРАДА ПРОСТОРНОГ МОДЕЛА СТРУЈАЊА

- ✘ Приликом рада у програму NaysCUBE уочен је низ проблема:
 - Програм захтева новији рачунар и јак процесор да би прорачун био урађен у што краћем року.
 - Програм је осетљив на однос временског корака и димензије квадрата у нумеричкој шеми.
 - Доста је компликовано постављање нумеричке шеме квадратног облика.
 - У првој верзији програма компликована је била употреба експортованих података.
 - На графицима се не могу повећати бројеви на осама, као ни величина наслова.
 - Потребно је сачекати да се «смири» прорачун...  [video clip](#)

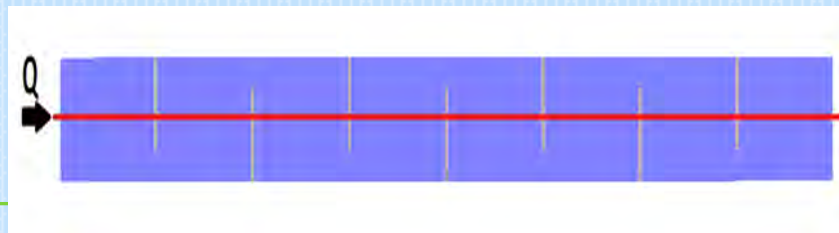
АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Поређење мерених и рачунатих вредности

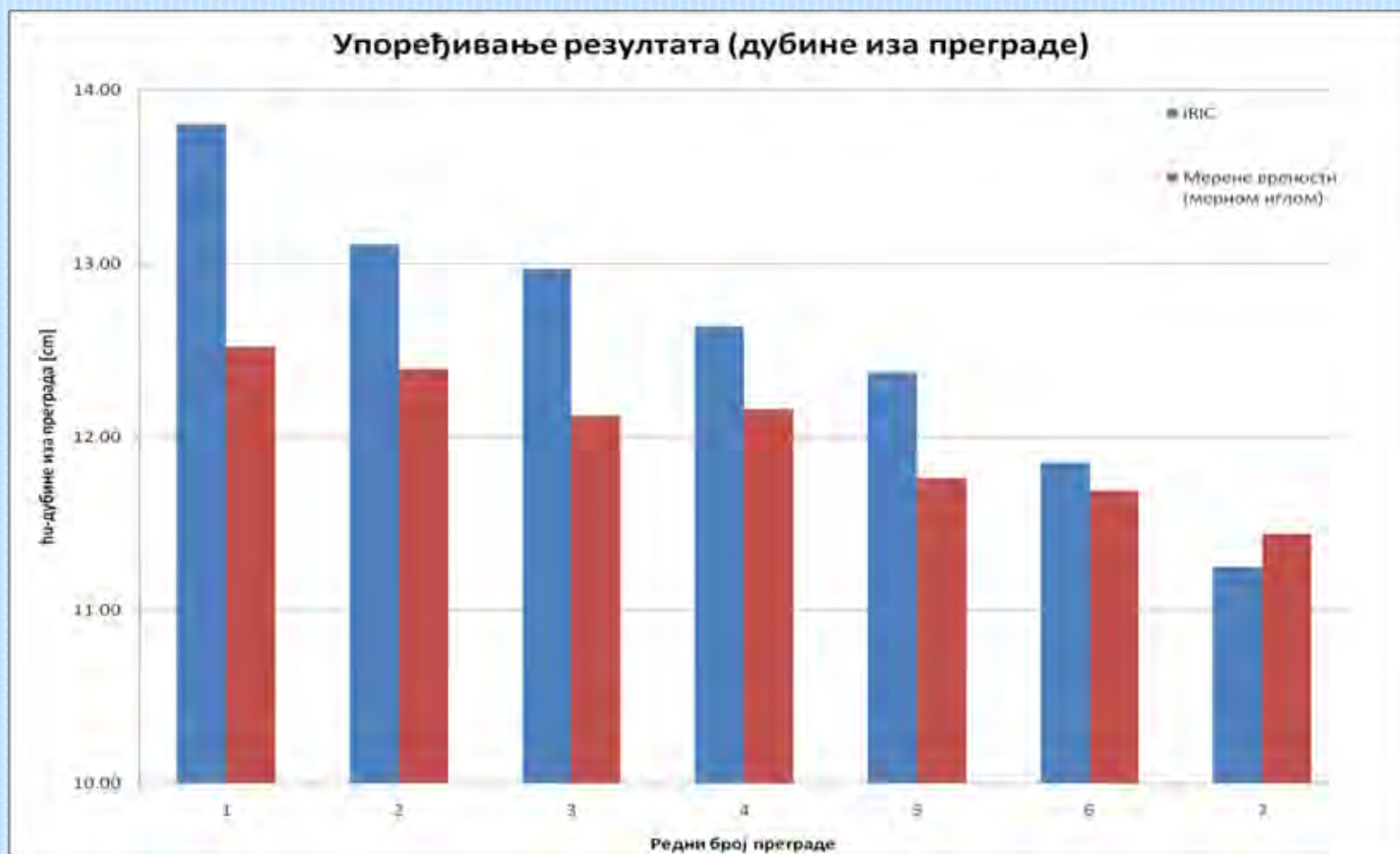
- ✘ Дубине воде испред преграда, на средини канала:
- Разликују се за 0,5 cm (до 4%).



АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



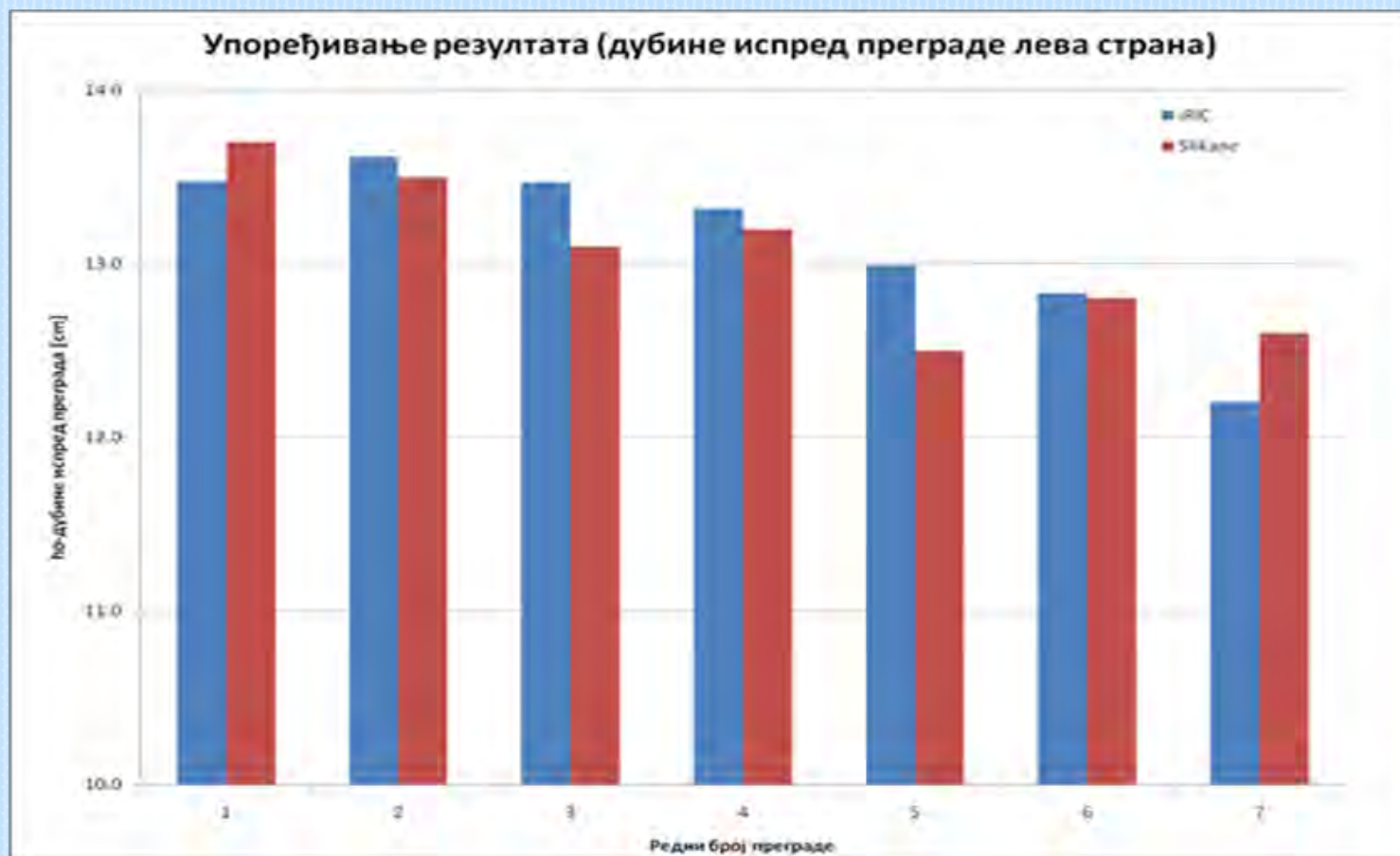
- ✘ Дубине воде иза преградна на средини канала:
- Разлика на првој прегради 1,5 cm (**12%!**)



АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



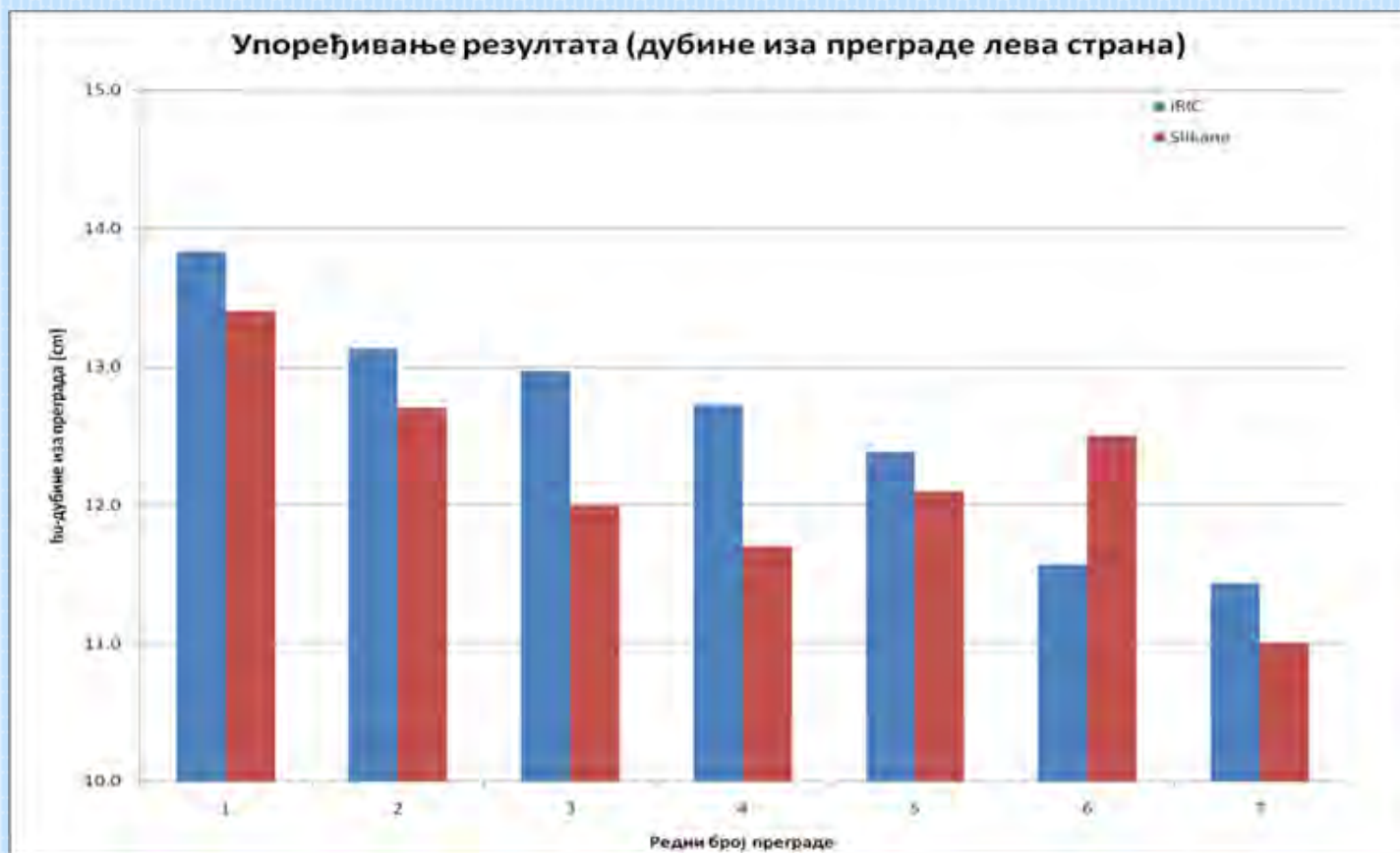
- ✘ Дубине воде испред преградна на левој страни канала:
- Приближно исте дубине, <0,5 cm.



АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



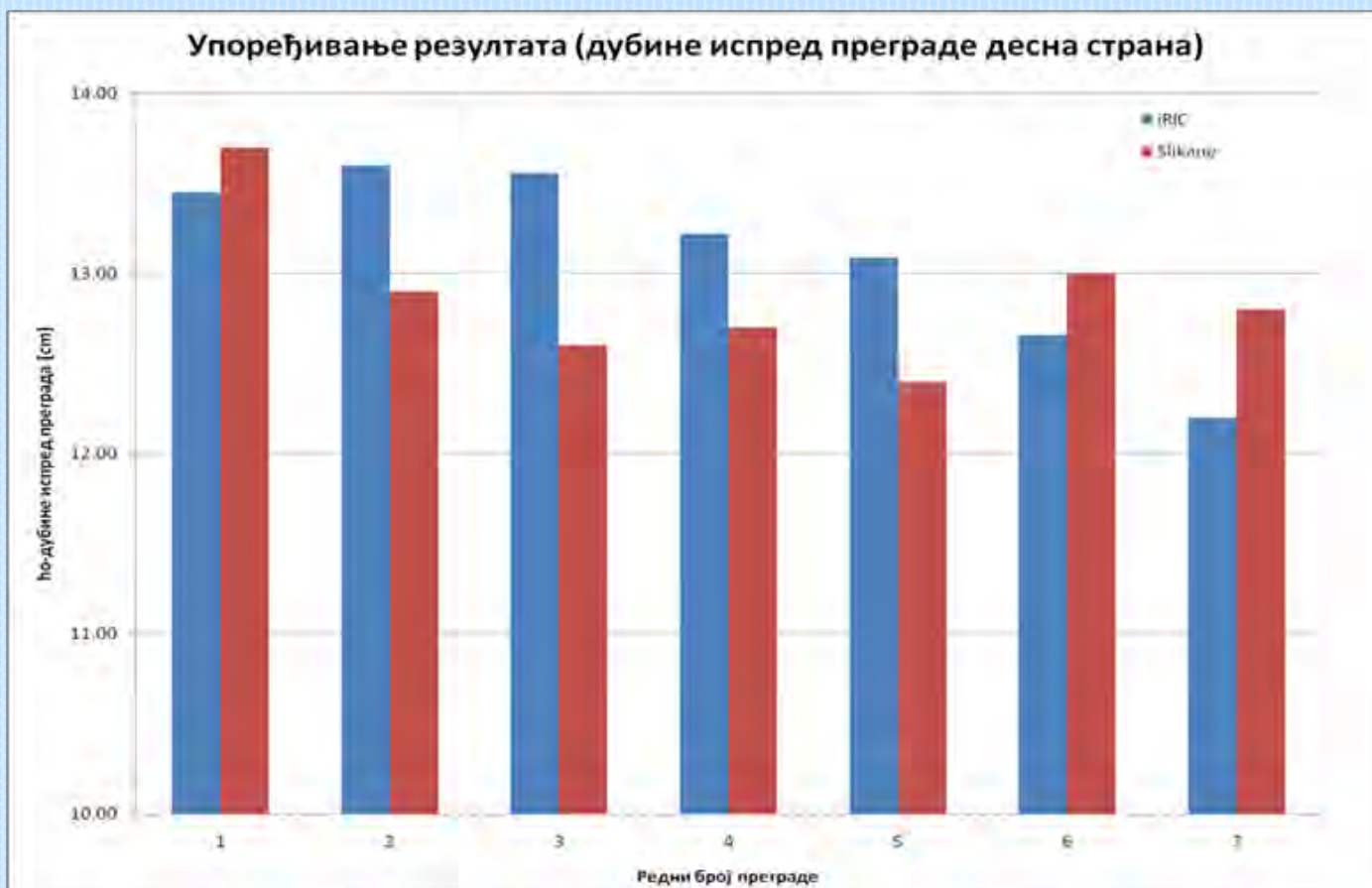
- ✘ Дубине воде иза преградна на левој страни канала:
- Разликују се од 0,5 до 1,5 cm.



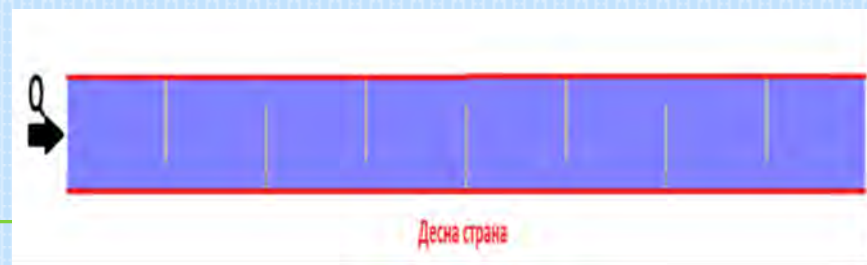
АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



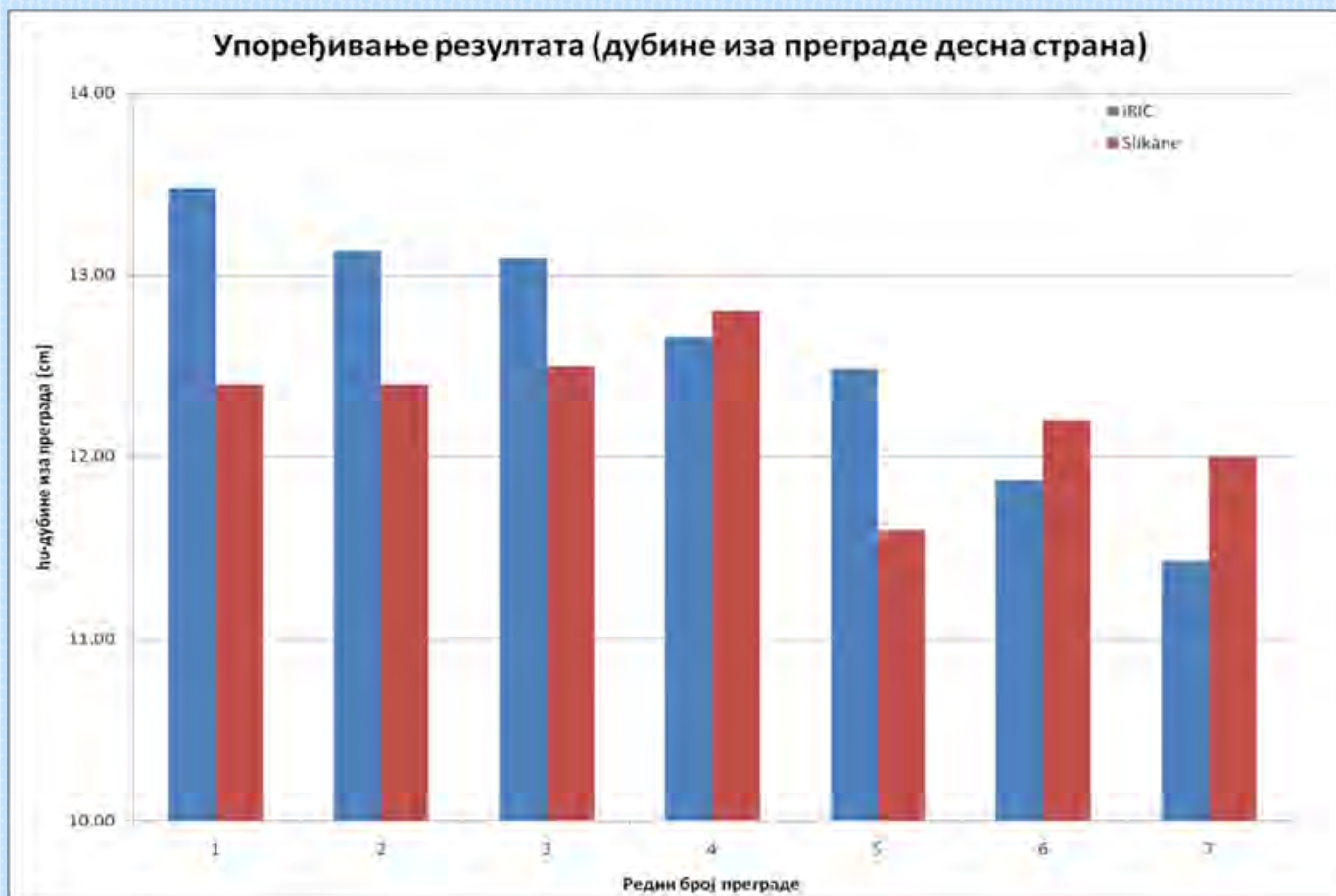
- ✘ Дубине воде испред преградна на десној страни канала:
- Разликују се од 0,5 до 1,0 cm.



АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

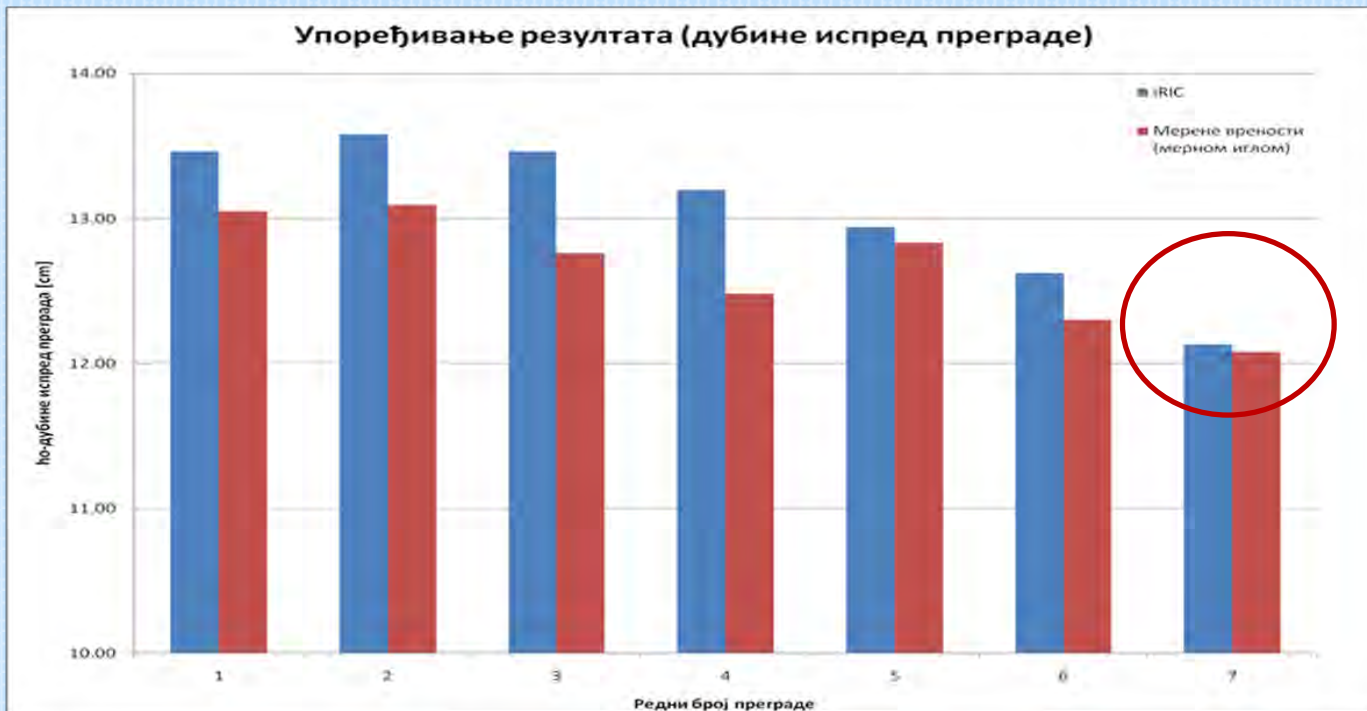


- ✘ Дубине воде иза преградна на десној страни канала:
- Разликују се од 0,2 до 1,0 cm.



РАЗЛИКЕ У ДУБИНАМА:

- ✘ Због низводног граничног услова:
 - За прорачун се задаје низводни гранични услов.
 - Низводни гранични услов је задат тако да се дубина испред последње преграде, мерена мерном иглом, поклапа са дужином у програму.



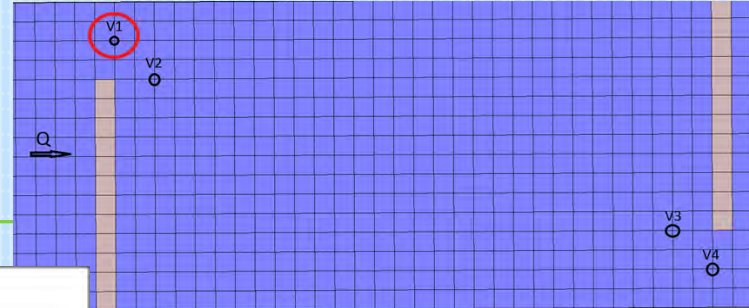
РАЗЛИКЕ У ДУБИНАМА:

- ✘ Разлика у нивоу дна:
 - На физичком моделу постоји разлика у нивоу дна за 0,8 mm која није била обухваћена у нумеричкој шеми, у прорачуну.

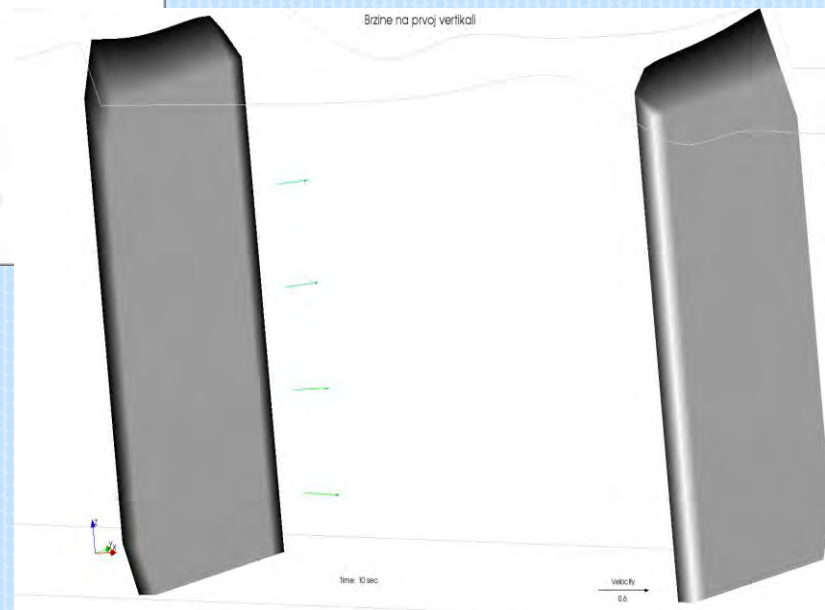
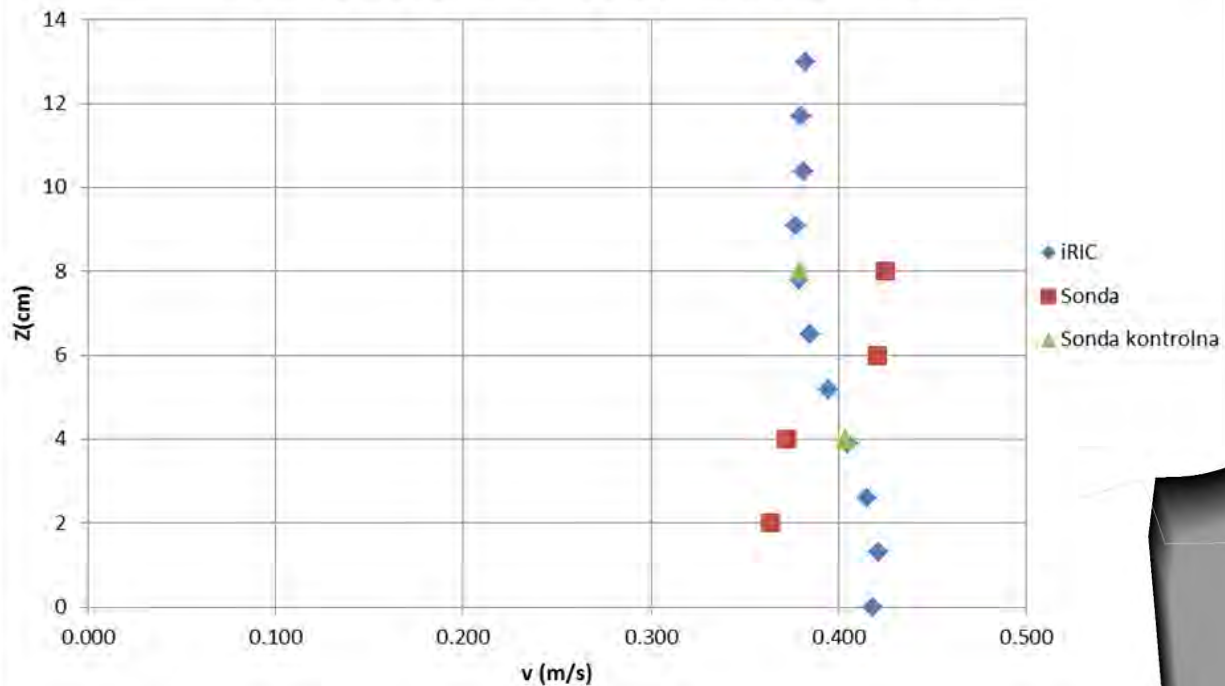


- ✘ Трење није детаљније анализирано (калибрисано).

АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

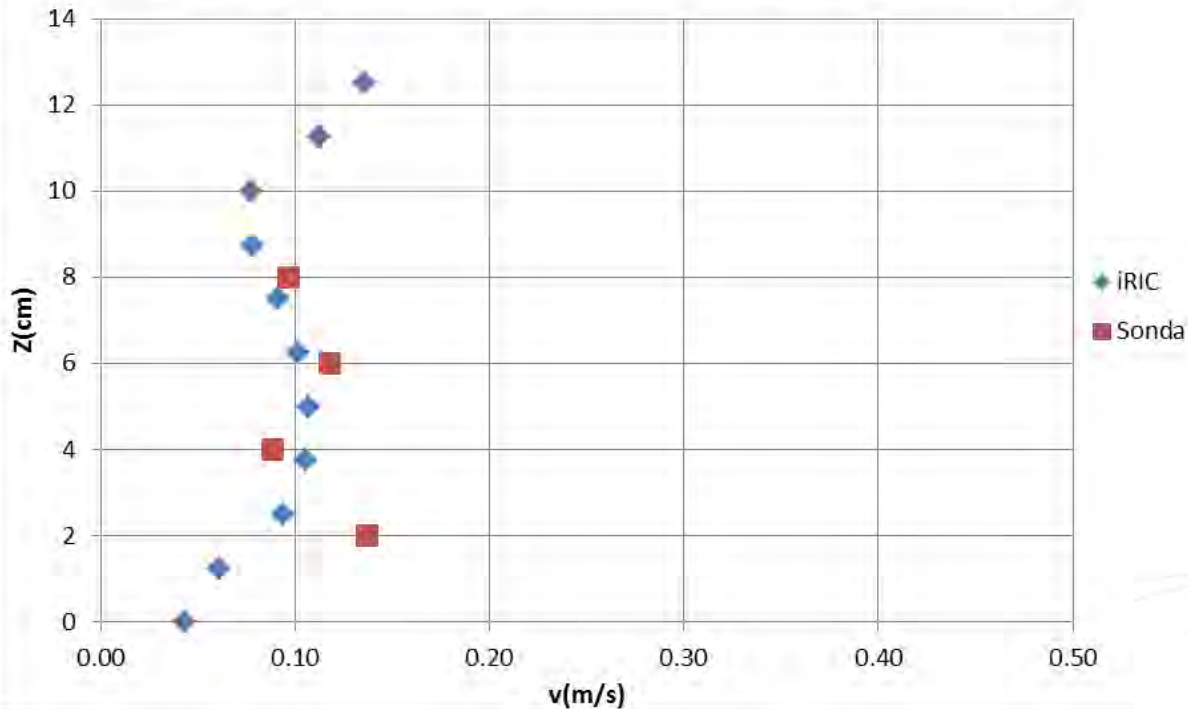


Распоред брзина по дубини, вертикала 1

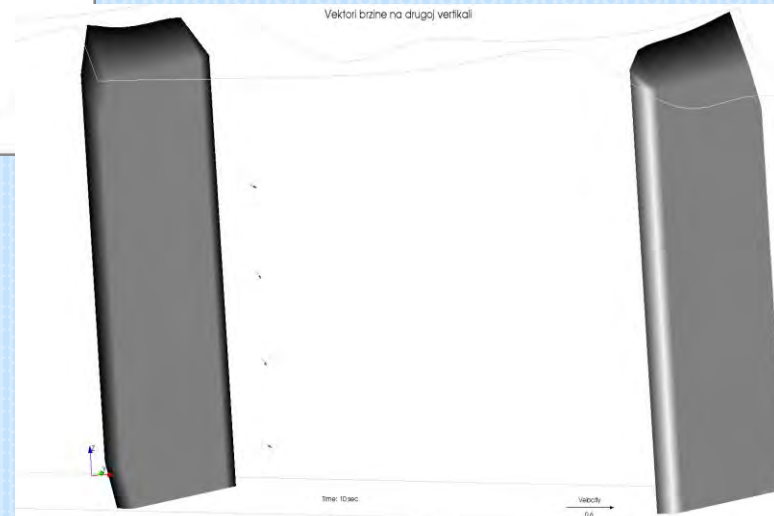
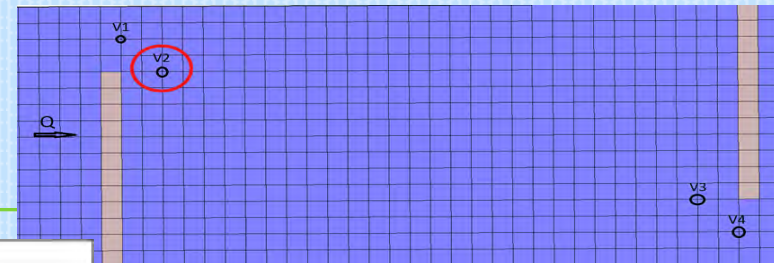


АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

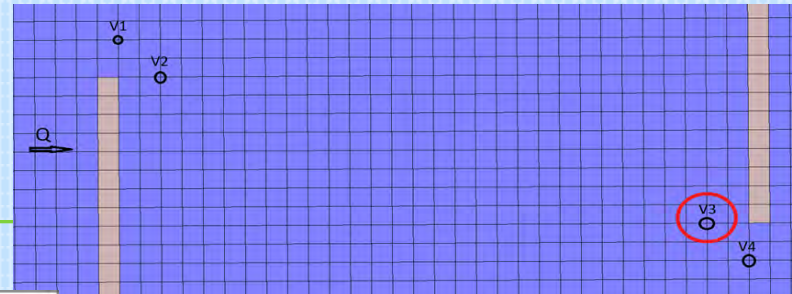
Распоред брзина по дубини, вертикала 2



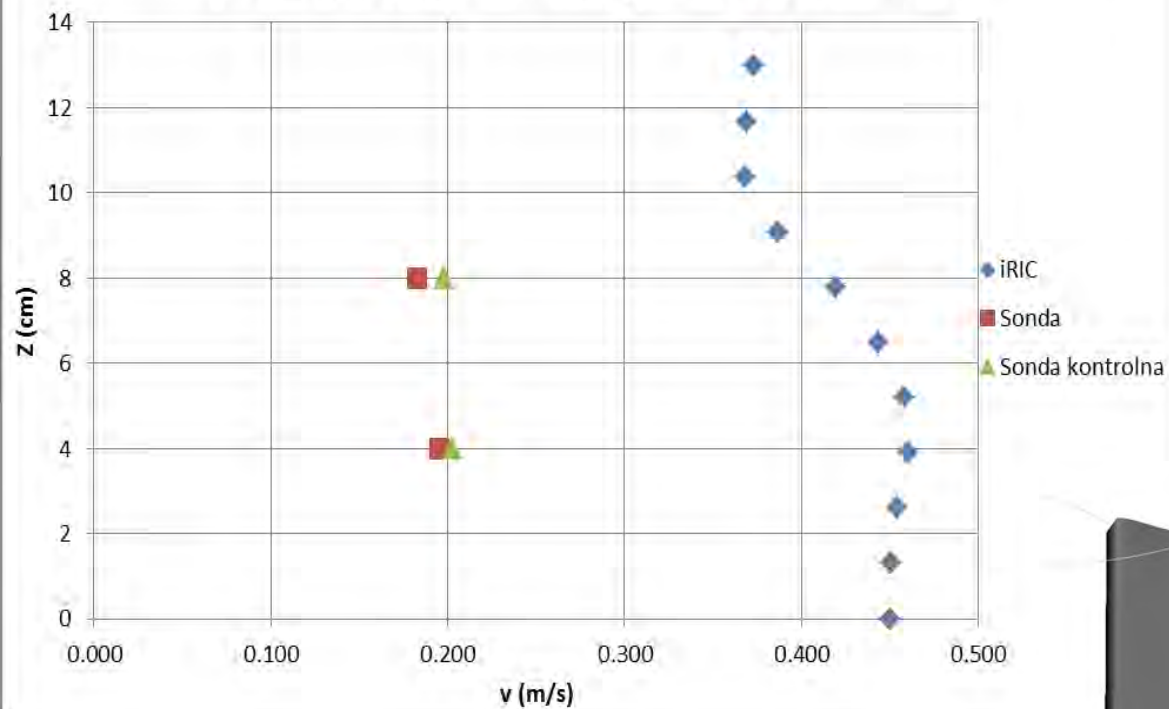
- ✘ $Z=8$ cm разлика је $0,019$ m/s
- ✘ $Z=6$ cm и $Z=4$ cm разлика је $\pm 0,017$ m/s
- ✘ $Z=2$ cm разлика је $0,043$ m/s



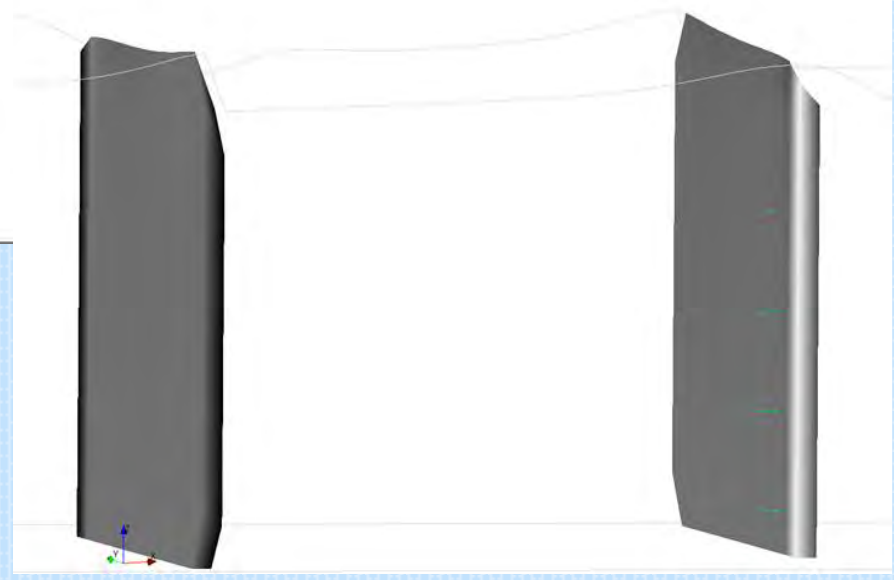
АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



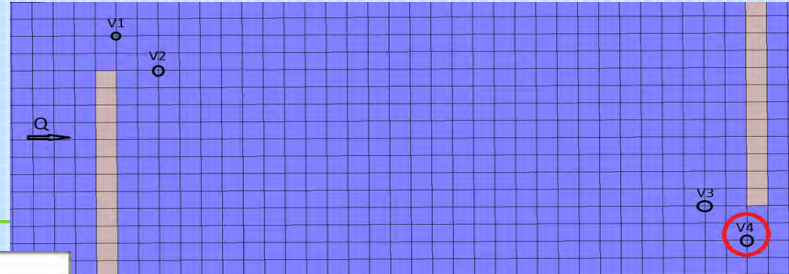
Распоред брзина по дубини, ветикала 3



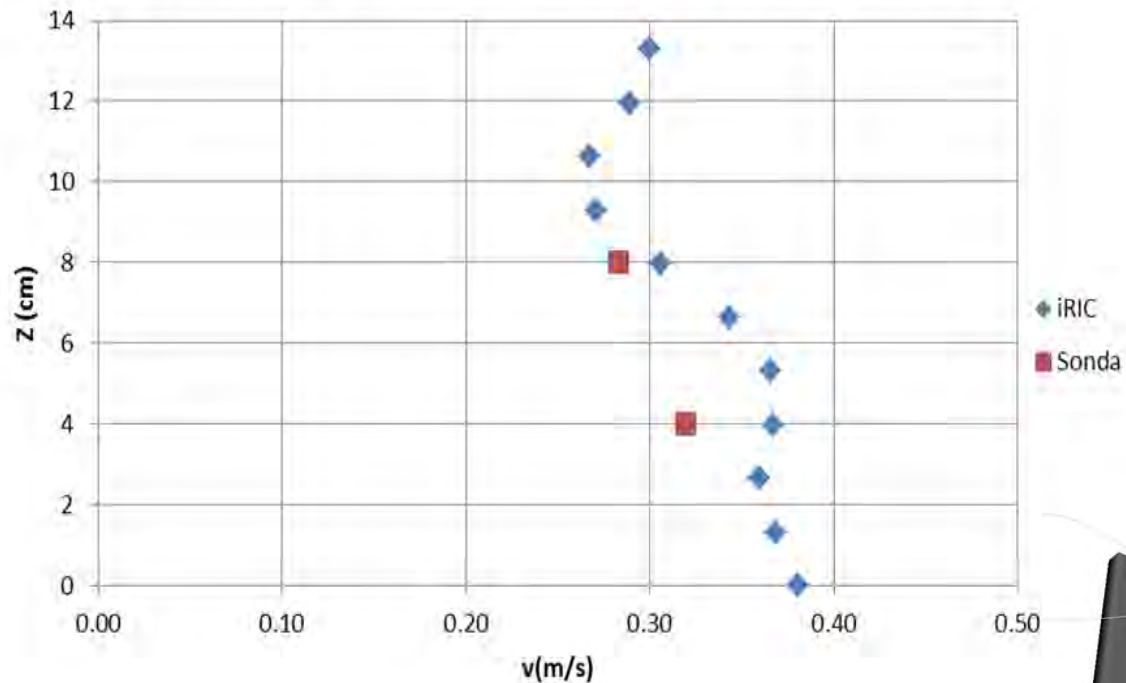
✘ Разлике су за 0,25 m/s.



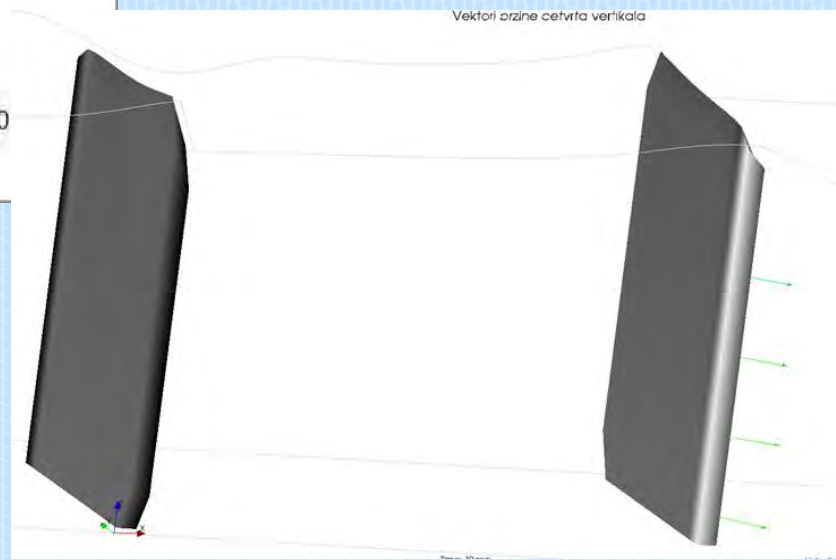
АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



Распоред брзина по дубини, вертикала 4

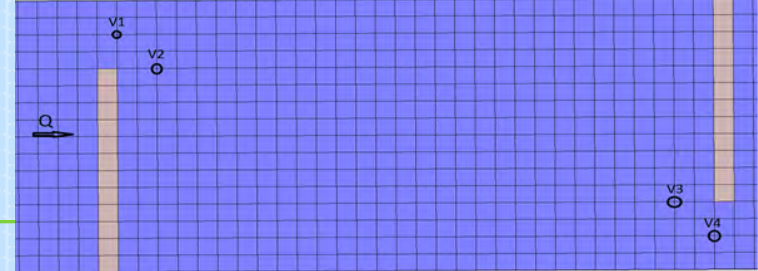


Vektori brzine cetvrta vertikala

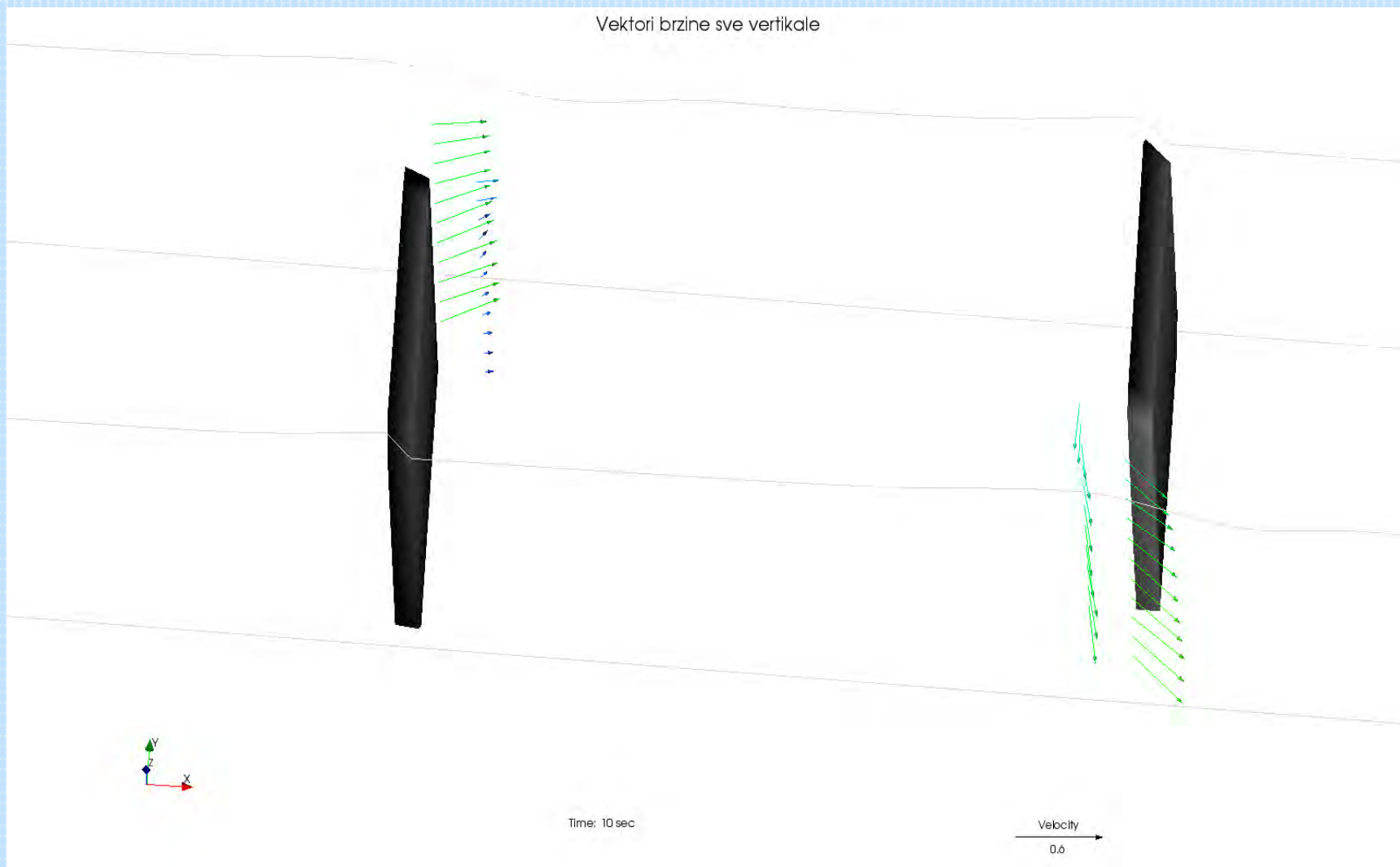


- ✖ Z=8 cm разликују је 0,02 m/s
- ✖ Z=4 cm разлика је 0,05 m/s

АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА



Vektori brzine sve vertikale



ЗАКЉУЧАК



- ✘ Физички модел треба конструисати ако постоји довољно новчаних средстава.
- ✘ Користити добру опрему.
- ✘ Увек проверити мерења и са просторним нумеричким моделом, водити рачуна о граничним условима.
- ✘ Анализирати обе групе података.
- ✘ Ако су финансијска средства оскудна, просторни нумерички модел може да послужи за пројектовање рибљих стаза.

ЛИТЕРАТУРА



- [1] Шаљић, С.: Дипломски задатак- Мерења на физичком моделу рибље стазе, Београд 2013.
- [2] Fish Passes – Deign, Dimensions and Monitoring, FAO, Rome 2002.
- [3] Ђорђевић, Б.: Коришћење водних снага – објекти хидроелектрана, Грађевински факултет, Београд, 1984.
- [4] Савић, Љ.: Увод у хидротехничке грађевине, друго издање, Грађевински факултет, Београд, 2009.
- [5] Јовановић, М.: Рибље стазе у склопу "натуралног" уређења малих вода, Водопривреда, Vol.43, стр. 217-226, 2011.
- [6] Katopodis, C.: Introduction to Fishway Desing, January 1992.
- [7] Nallamuthu Rajaratnam, M., Gary Van der Vinne, and Shristos Kapopodis, – Hydraulics od Vertical Slot Fishway, The Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 112, No. 10, pp. 909-927, February 14, 1986.
- [8] Blank J., Weber L., Numerical Simulations of Fish Passage Facilities at Lower Granite Dam, IHR Tehnical Report No. 412, Iowa Institute of Hydraulic Research, November 2000.
- [9] Kamula R.: Flow over weirs with application to fish passage facilities, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, 2001.
- [10] iRIC Software- User`s Manual, River Cenatar of Hokkaido.
- [11] iRIC Tutorials, River Cenatar of Hokkaido.
- [12] Ichiro Kimura: iRIC Sotware-Solver Manual, 2011.
- [13] Nortek AS: User Guide- Vectrino Velocimeter, 2009.



ХВАЛА
НА
ПАЖЊИ!!!

