

ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Семинарски рад: Распоред брзина у лабораторијском каналу за праг

Мерења Vestrino сондом

Ален Гуша, Иван Стојнић, Снежана Гаврић, Иван Миловановић

Београд, 2014

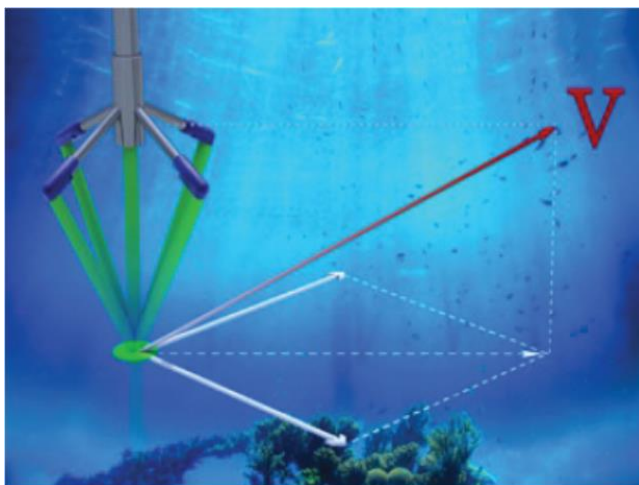
Садржај

1. Увод.....	2
2. Пробно мерење.....	6
3. Избор материјала за засејавање	7
4. Спектрална анализа	13
5. Финална мерења.....	16
6. Литература	20

1. Увод

Тема нашег семинарског рада била је да одредимо распоред брзина у каналом са прагом. Да би успешно измерили брзине, било је потребно урадити пробно мерење, где смо се упознали са радом сонде. Након тога, тражени су најповољнији материјали за засејавање и фреквенције узорковања. Затим су уследила финална мерења и обрада резултата.

Мерења су вршена у стакленом каналу ширине 12 cm, у учионици завода за хидротехнику. У њему се налазио праг исте ширине као и канал, дужине 20 cm. За мерење је коришћена ADV Vetrino 3D сонда која ради на принципу доплеровог ефекта.



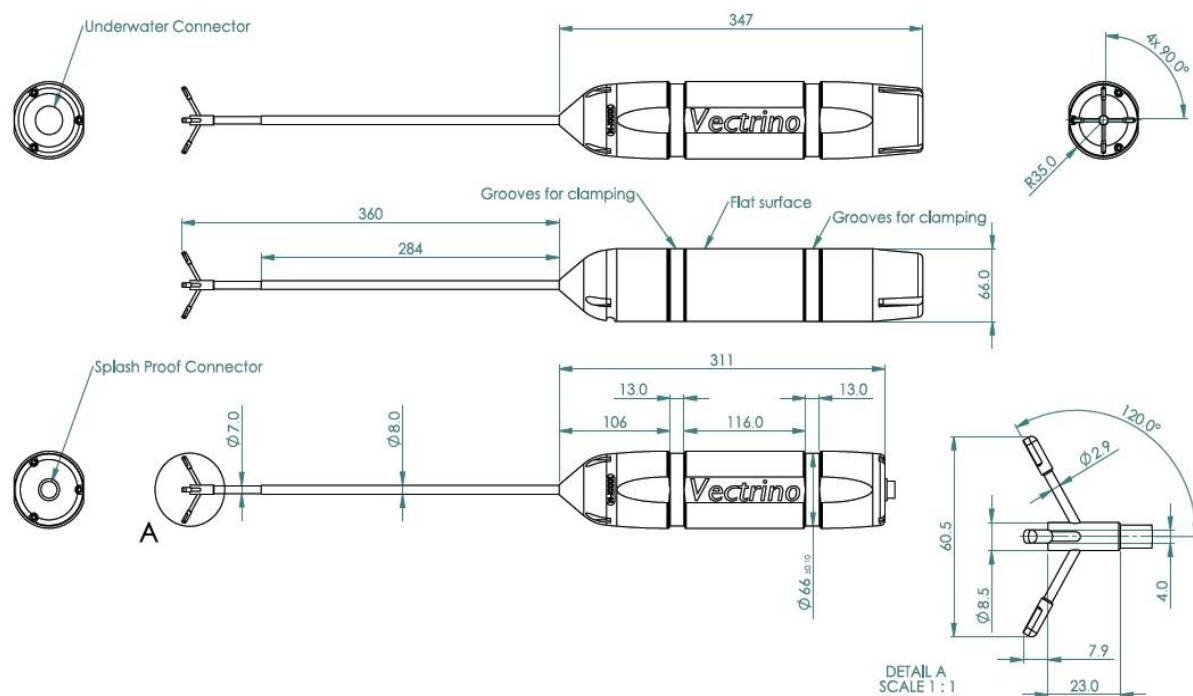
Слика 1 Принцип рада сонде [2]

Доплеров ефекат представља појаву да услед релативног кретања пријемника или извора долази до мењања фреквенције таласа. Ако се пријемник и предајник крећу један ка другом, фреквенција се помера навише, а ако се пријемник и предајник крећу један од другог, фреквенција се помера наниже. Доплеров мерач брзине је конструисан како би се измерила брзина тока флуида.

Предајник шаље таласе ка мерној запремини која се налази на 50 mm од врха сонде. Висина запремине је 3 до 15 mm (Задаје корисник), а пречник основе износи 6 mm. Унутар запремине долази до сударања ултразвучних таласа са флуидним делићима, након чега одбијене таласе прихватају пријемници који су усмерени ка тој замишљеној запремини.

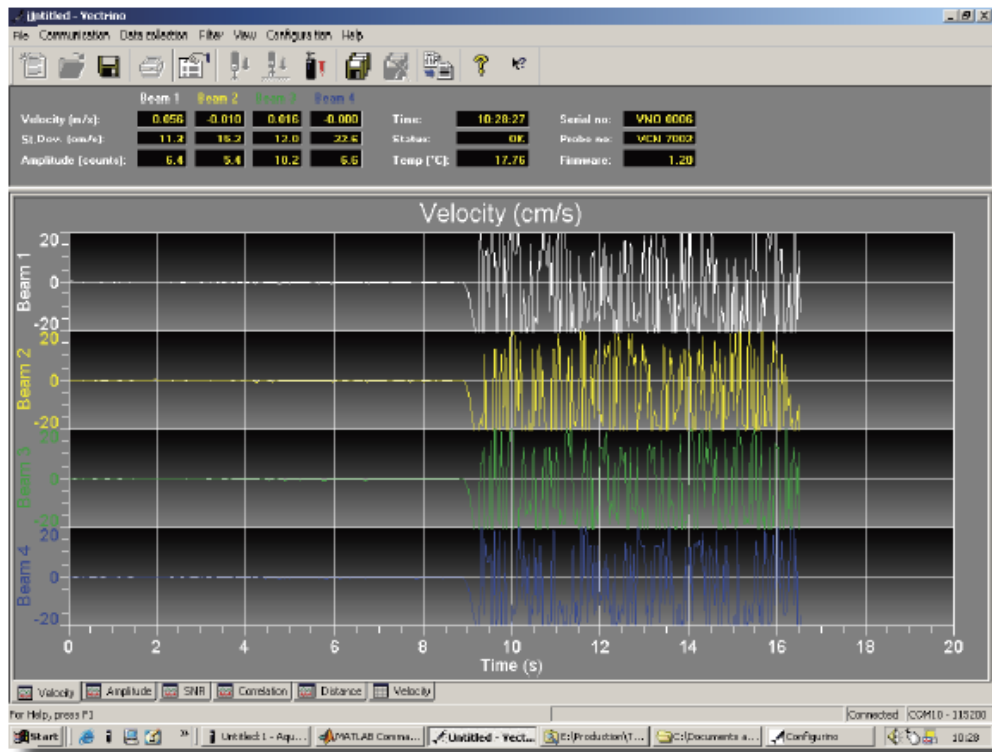
Подаци се затим складиште, па се помоћу рачунара обрађују, одакле добијамо брзину ног делића.

Постоје четири пријемника, који мере брзину у 3 правца X, Y и Z, где је четврти пријемник корекциони. Помоћу вектрине сонде може се мерити и дубину на којој се врши мерење, као и њену температуру. На слици 2, приказане су димензије сонде.

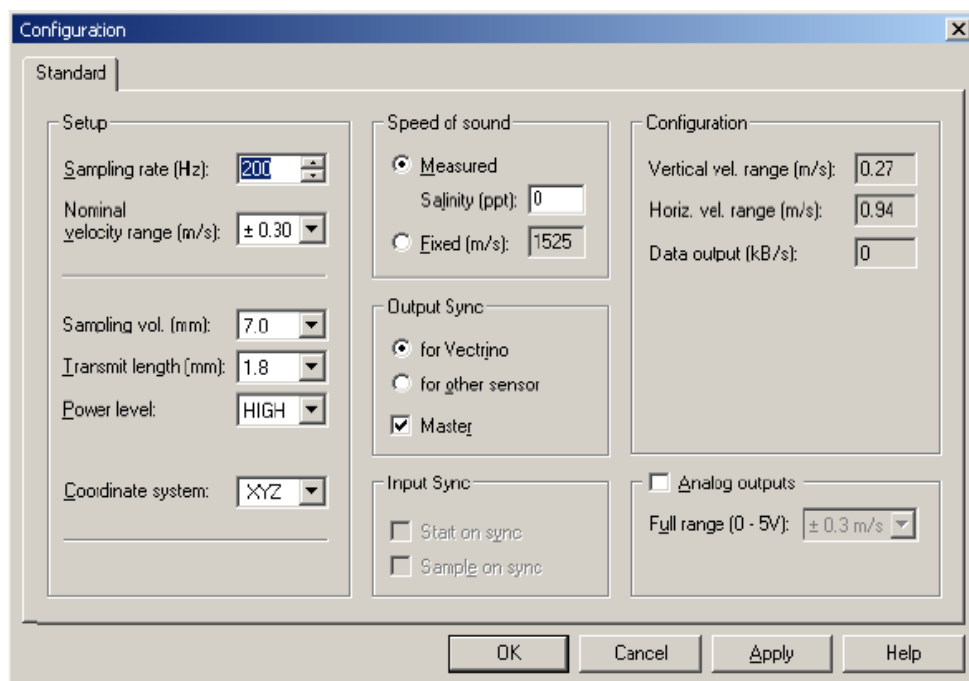


Слика 2 Димензије сонде [2]

При монтажи сонде на канал где се врше мерења, мора се водити рачуна о пажљивом руковању сондом, да се глава сонде не би оштетила. Препоручујемо да се сонда обезбеди од пада на дно канала (у нашем случају коришћено је парче гуме, постављено испод носача тако да онемогући сонду да се спусти испод одређеног нивоа). Након што је сонда постављена и осигурана на мерном месту, приступа се повезивањем сонда за рачунар. Треба конектовати сонду на напајање и на СОМ порт од рачунара. Затим треба покренути Vectrino софтвер (погледати у упутству како спровести Functionality check и Probe check, који морају предходити мерењу [2]), и започети колекцију података. На слици 3 приказан је главни прозор, где се могу видети дијаграми и вредности брзина у сва три правца, док се на слици 4 види прозор за подешавање параметара мерења. Могу се варирати брзина узорковања, номинални опсег брзина, висина мерне запремине, брзина звука кроз флуид...



Слика 3 Главни прозор Vestrino софтвера



Слика 4 Прозор за подешавања параметара мерења

Vestrino софтвер прави бинарне фајлове, који се могу конвертова ASCII формат. Формати који се добијају помоћу софтвера су *.hdr, *.dat и *.sen, где се у .dat, фајловима

налазе подаци о мереној брзини. Ови фајлови се лако екпортују у друге програме за анализу и обраду података, на пример Еxcell.

Као и сваки мерни уређај, Vestrino сонда има одређене недостатке. Неки од њих су:

1. Велика осетљивост рецептора на удар. Због тога није препоручљиво користити сонду на местима где може бити изложена удару и треба је обезбедити приликом мерења.
2. Не даје добре резултате у чистој води, мора се обезбедити засејавање воде.
3. Не може се мерити близу дна, мора се обезбедити 5 cm за мерну запремину.
4. Иако геометрија сонде омогућава да се што мање утиче на проток, ипак постоји извесни поремећај од стране сонде.

2. Пробно мерење

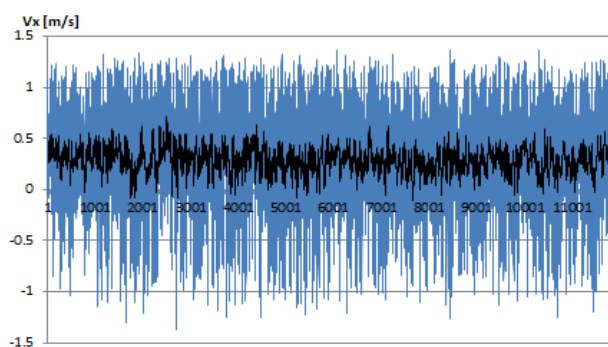
Да би се боље упознали са радом сонде, пре мерења у каналу са прагом, урађена су пробна мерења без препрека. Том приликом урађена су три мерења:

1. У чистој води
2. Са замућеном водом, када смо материјал за засејавање убацивали 60 cm од сонде
3. Са замућеном водом, када смо материјал за засејавање убацивали на 120 cm од сонде.
4. Инсталација је приказана на слици 5, а резултати мерења на сликама 6, 7 и 8.



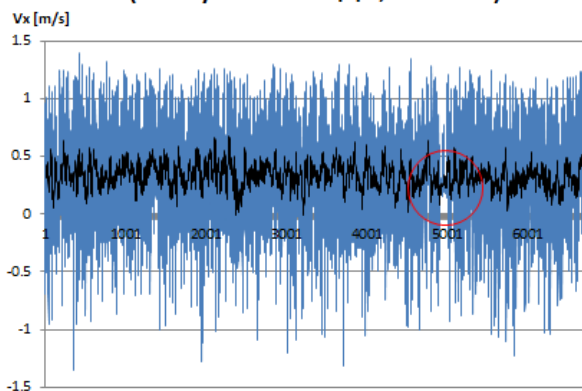
Слика 5 Инсталација за пробно мерење

Дијаграм брзине у правцу тока (чиста вода)



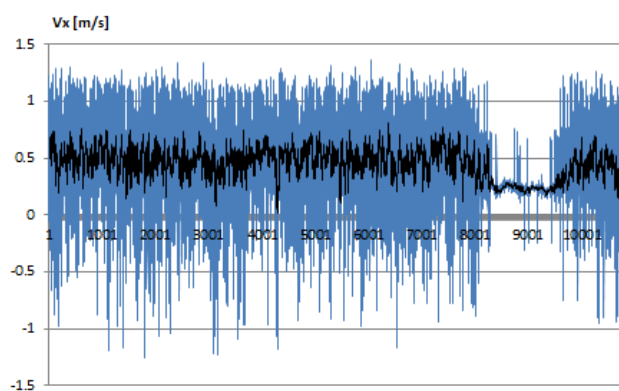
Слика 6 Дијаграм брзине у правцу тока за чисту воду

Дијаграм брзине у правцу тока
(замућена вода, 60 cm)



Слика 7 Дијаграм брзине у правцу тока, материјал убачен 60 cm од сонде

Дијаграм брзине у правцу тока
(замућена вода, 120 cm)



Слика 8 Дијаграм брзине у правцу тока, материјал убачен 120 cm од сонде (Најбоље се примећује ефекат замућивања)

3. Избор материјала за засејавање

Као што се може видети, у чистој води нема довољно честица од којих се талас може одбити, па је потребно замути воду. Такође се може закључити да је потребно убацити материјал за засејавање довољно далеко, да би се довољно измешао са водом. За пробно мерење коришћен је материјал добијен са сондом приказан на слици 9.

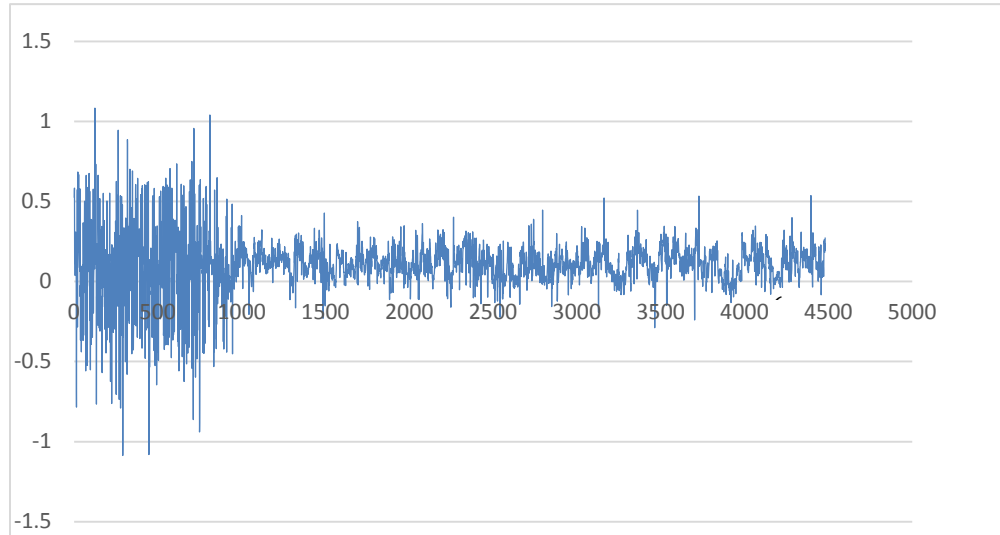


Слика 9 Материјал коришћен при пробном мерењу

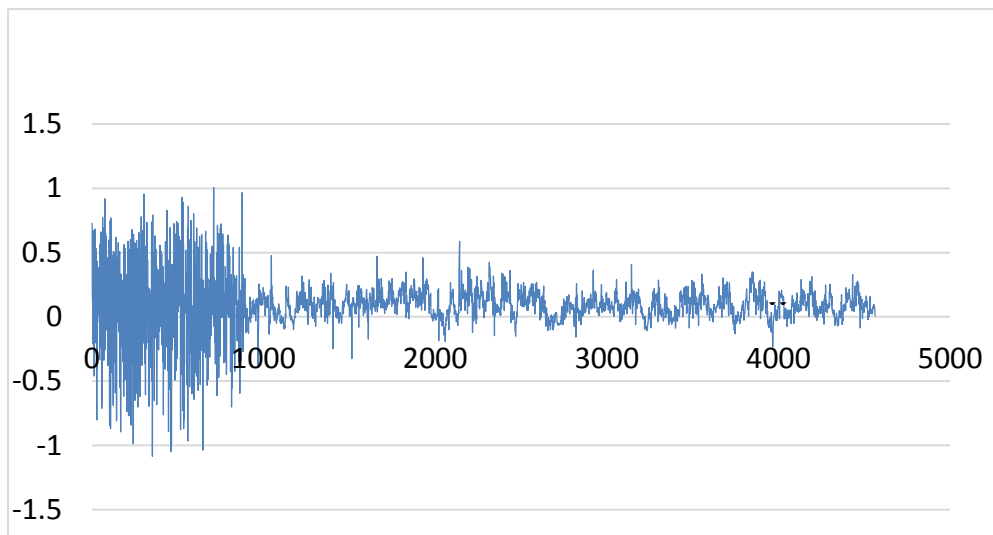
Пошто овог материјала није било довољно за сва мерења морали смо да одлучимо који материјал би био погодан да га замени. У ту сврху урађена је анализа засејавања. Коришћени су следећи материјали: глина, прашкасти абразив, течни абразив и талог који је настао приликом мешања прашкастог абразива са водом. Катедра за механику тла снабдела нас је са посебно припремљеном глином, која је већ у одређеној мери била разблажена са водом, а коју смо ми накнадно још разблаживали у следећим односима: 1:1, 1:5 и 1:25. Прашкасти абразив је сипан у чашице од 0,3 dl и мешан са 1l воде. У првој варијанти сипано је пола чашице, тј 0,15 dl прашка, у другој једна и у трећој две чашице прашка. После мешања сакупљен је талог са дна посуде који је такође испробан као материјал за засејавање. Последњи тестирани материјал био је течни абразив размућен у води, и то у односу 1:30.

Мерења за одређивање најбољег материјала су обављена у истом каналу као и остала, на 20 cm од прага.

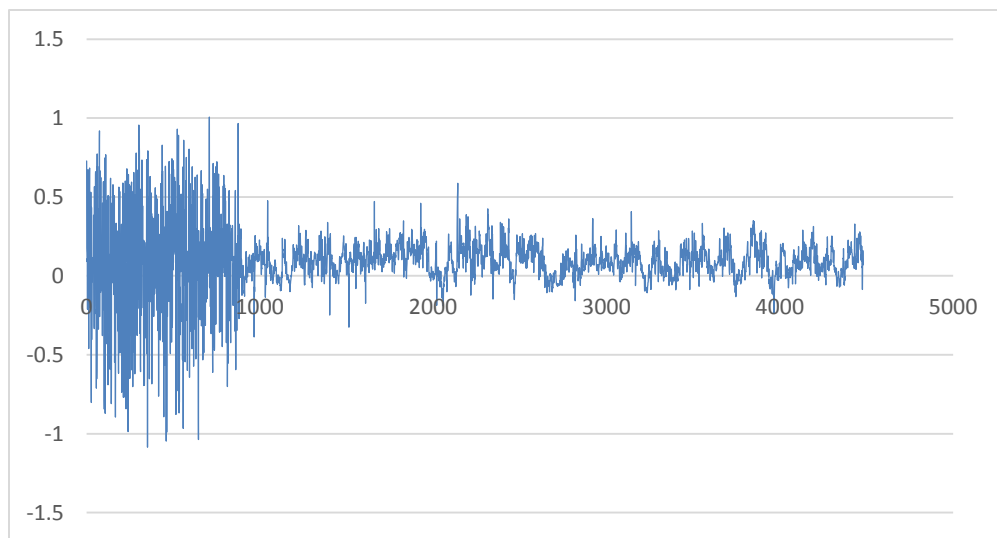
На сликама 10–17 приказане су средње брзине у правцу тока за различите материјале у различитим концентрацијама.



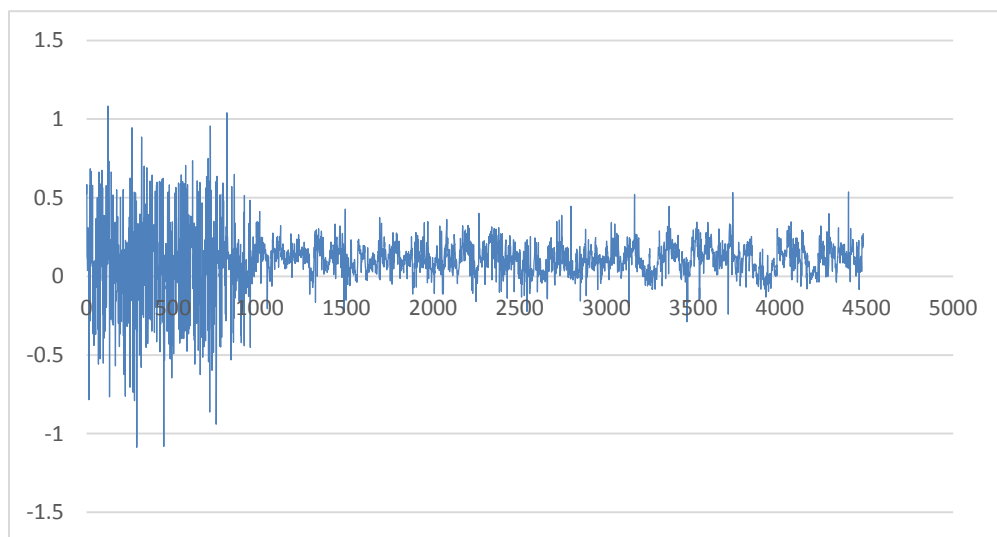
Слика 10 Средња брзина у правцу тока за глину растворену у односу 1:1



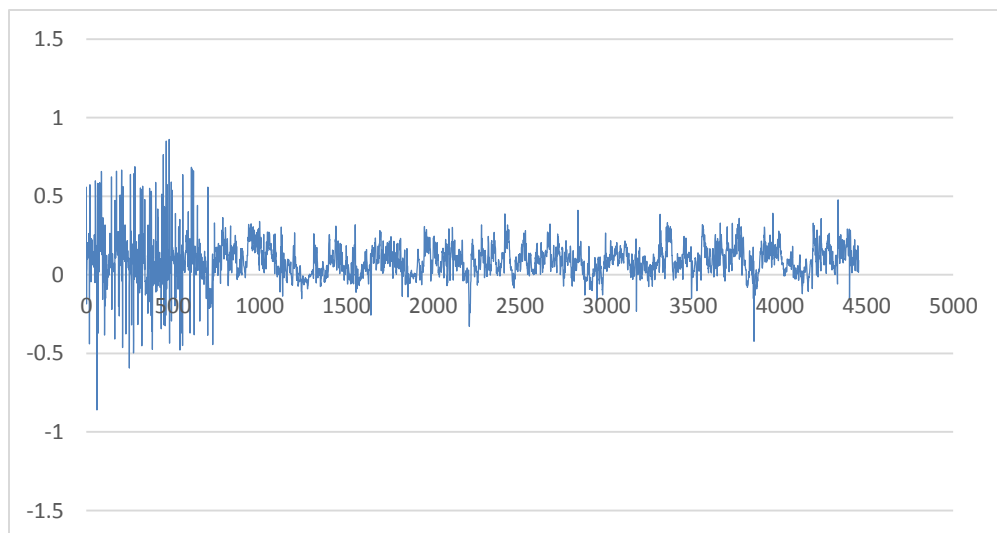
Слика 11 Средња брзина у правцу тока за глину растворену у односу 1:5



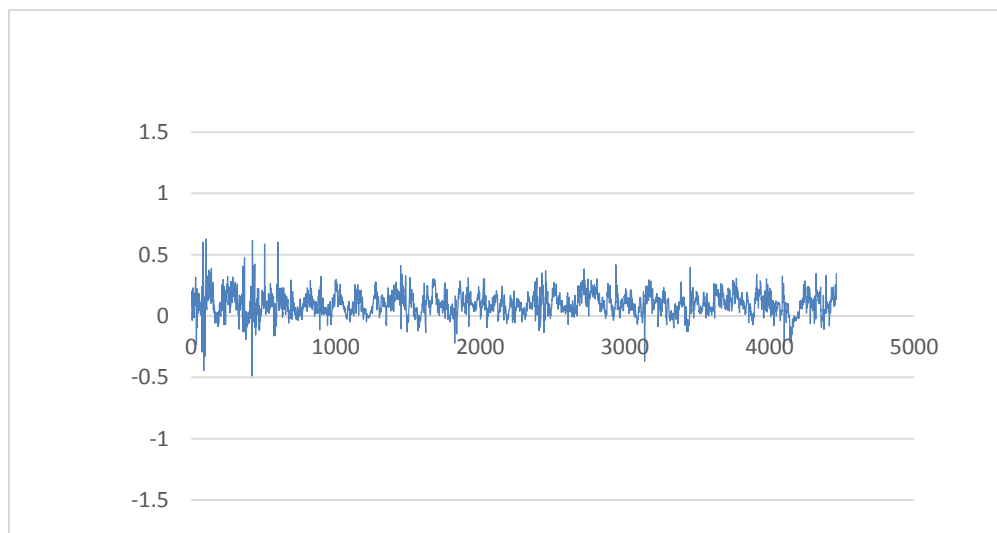
Слика 12 Средња брзина у правцу тока за глину растворену у односу 1:25



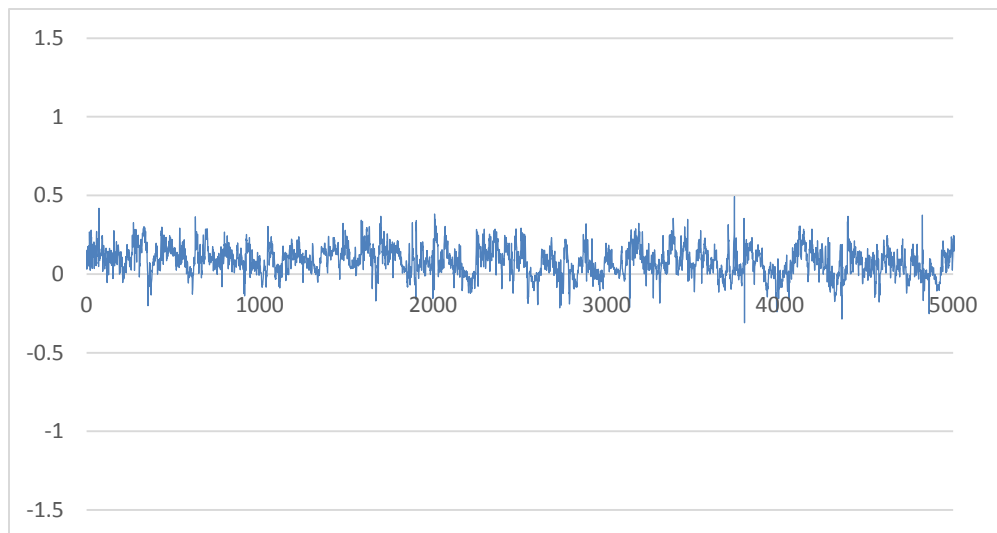
Слика 13 Средња брзина у правцу тока за 0,15 dl абразивног прашка раствореног у 1 l воде



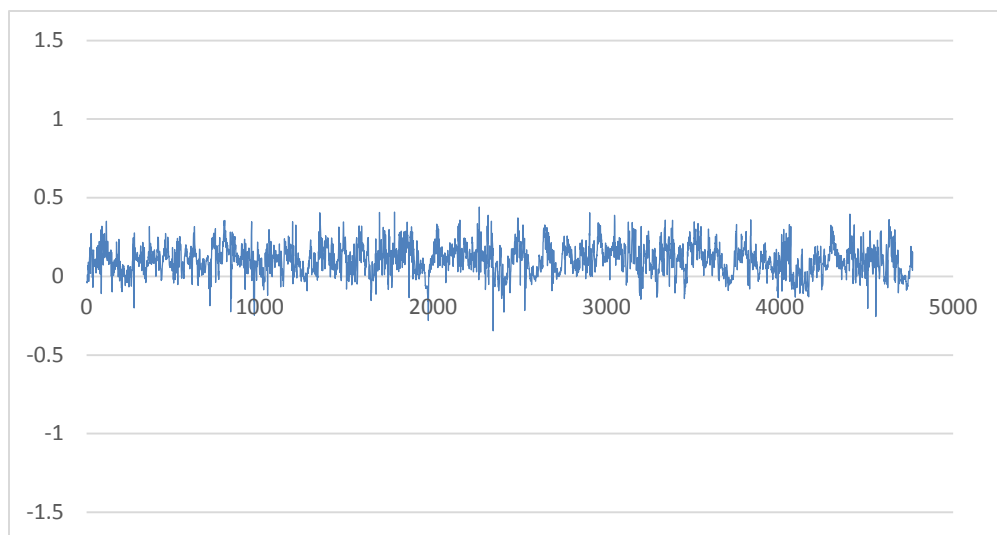
Слика 14 Средња брзина у правцу тока за 0,30 dl абразивног прашка раствореног у 1 l воде



Слика 15 Средња брзина у правцу тока за 0,60 dl абразивног прашка раствореног у 1 l воде



Слика 16 Средња брзина у правцу тока за течни абразив



Слика 17 Средња брзина у правцу тока за талог настао при мешању прашкастог абразива са водом

На сликама 10–14, након убацивања материјла за засејавање, примећује се значајно смањење шума, услед наилазак честица од које се ултра звучни таласи одбијају, што се слаже са горе поменутим да сонда боље ради у замућеној води. Може се уочити да на сликама 16 и 17, а делимично и на слици 15, материјал за засејавање скоро и да нема улогу. До овога долази због тога што су абразивне честице из предходних мерења остале у каналу и тиме обезбедиле потербну замућеност воде.

За сваки узорак узето је 1000 мерења и одређен је број узорака који одступа од 3 стандардне девијације. У табели 1 су приказани резултати анализе.

Tabela 1: Број узорака који одступа више од једне и три стандардне девијације од средње вредности

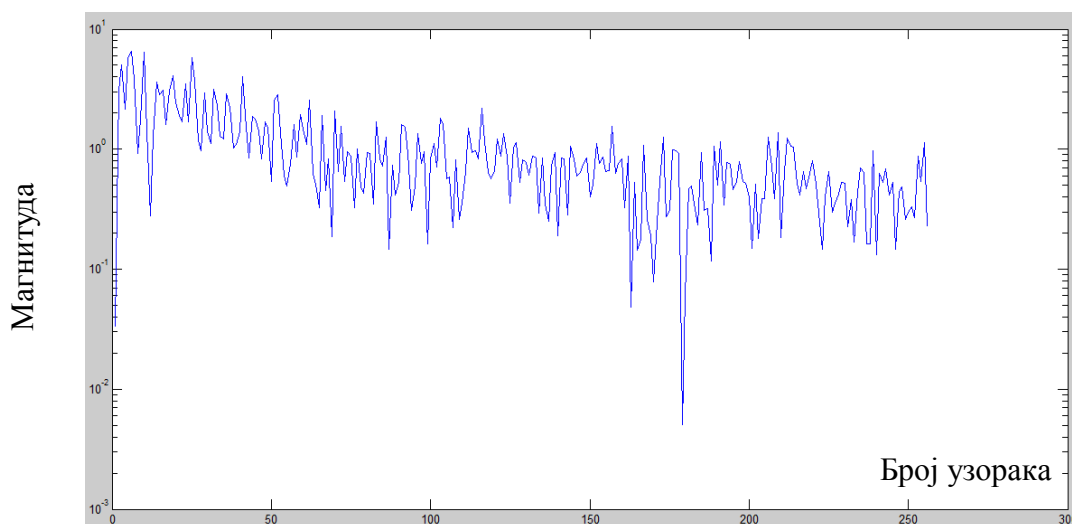
Материјал	Број одступања(Три стандардне девијације)	Број одступања(Стандардна девијација)
Глина 1:1	6	660
Глина 1:5	3	508
Глина 1:25	9	537
Абразивно 1	3	607
Абразивно 2	11	542
Абразивно 3	3	575
Течно	6	614
Талог	4	554

С обзиром да су и друго и пето мерење имали подједнаки број узорака који одступају од три стандардне девијације, као меродавни материјал за засејавање усвојена је мешавине глине и воде у односу 1:5, због веће количине која је била доступна приликом мерења. Такође она има и најмањи број одступања од једне стандардне девијације, које је такође узето као критеријум за одређивање оптималног засејивача.

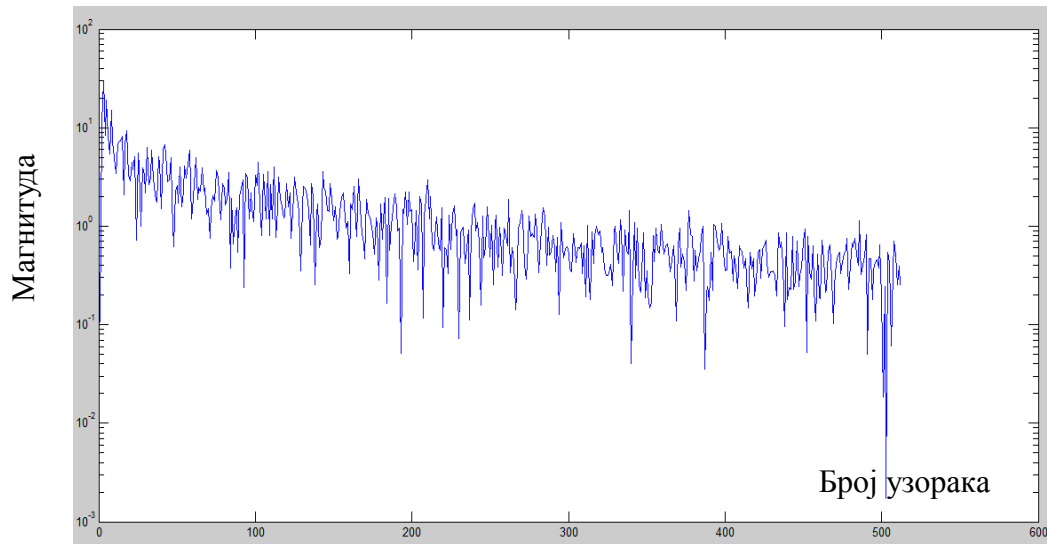
Напомена: Препоручујемо да се у будућим мерењима не користи течно абразивно средство, будући да је довело до стварања велике количине пене, што може угрозити рад пумпе. Такође се препоручује коришћење прашкастог абразива произвођача Scalla, зато што је примећено да при коришћењу неких других абразивних средстава може доћи до стварања пене. Читалац се такође упућује на још неке могућности засејавања као то су мехурићи изазвани електролизом и др. [3], [4], [5], [6].

4. Спектрална анализа

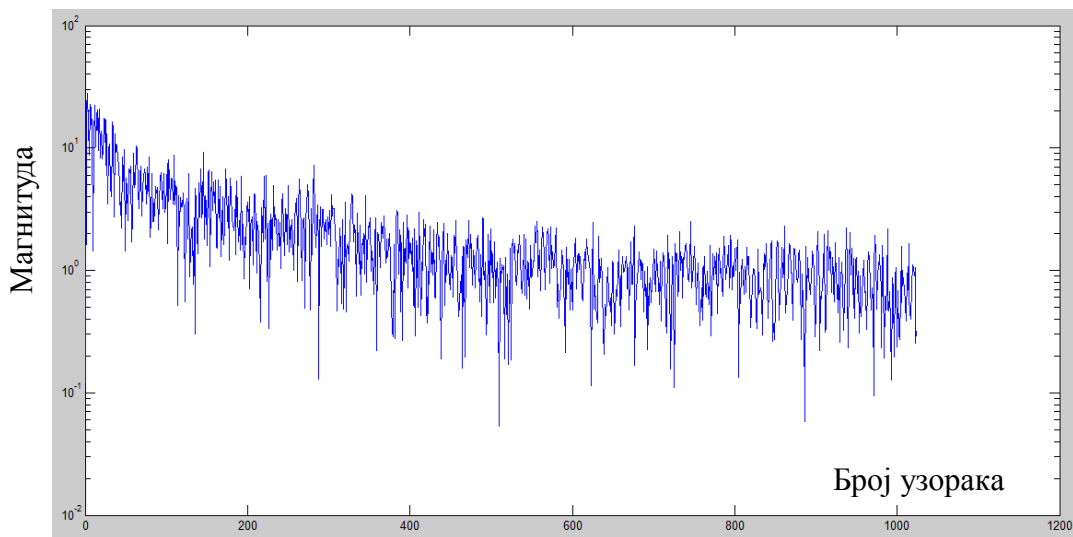
Следећи задатак био је испитати фреквенцију узорковања. Било је потребно утврдити да ли са најмањом фреквенцијом узорковања можемо да ухватимо процесе који се дешавају у флуиду. Такође смо желели да видимо да ли при неким другим фреквенцијама долази до сметњи које би се јавиле услед поклапања фреквенције узорковања са фреквенцијом струјне мреже. На следећим сликама (18 – 22) биће приказани резултати спектралне анализе урађене у програмском пакету MATLAB.



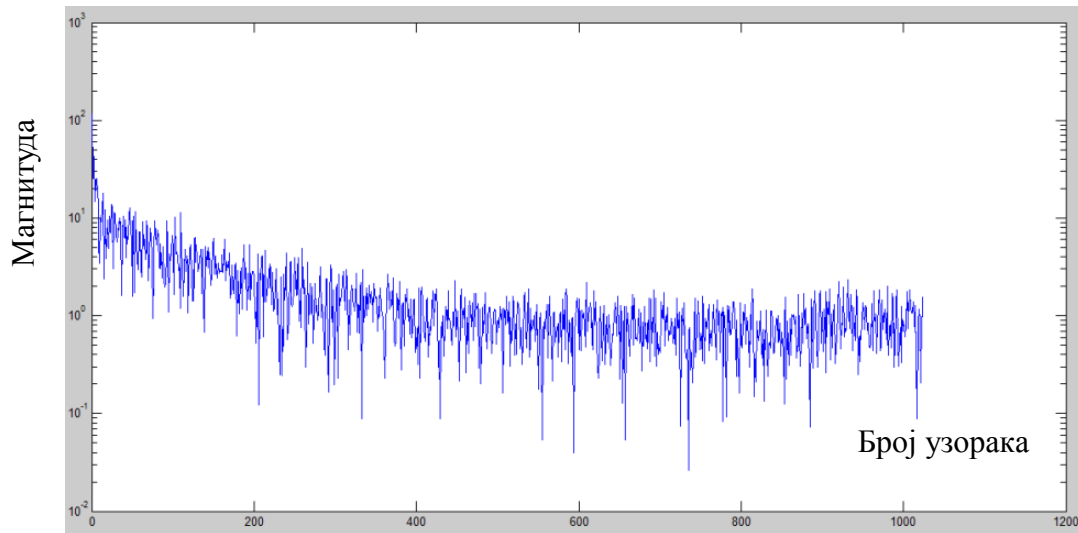
Слика 18 Узорковање фреквенцијом 20 Hz приказ 256 узорака



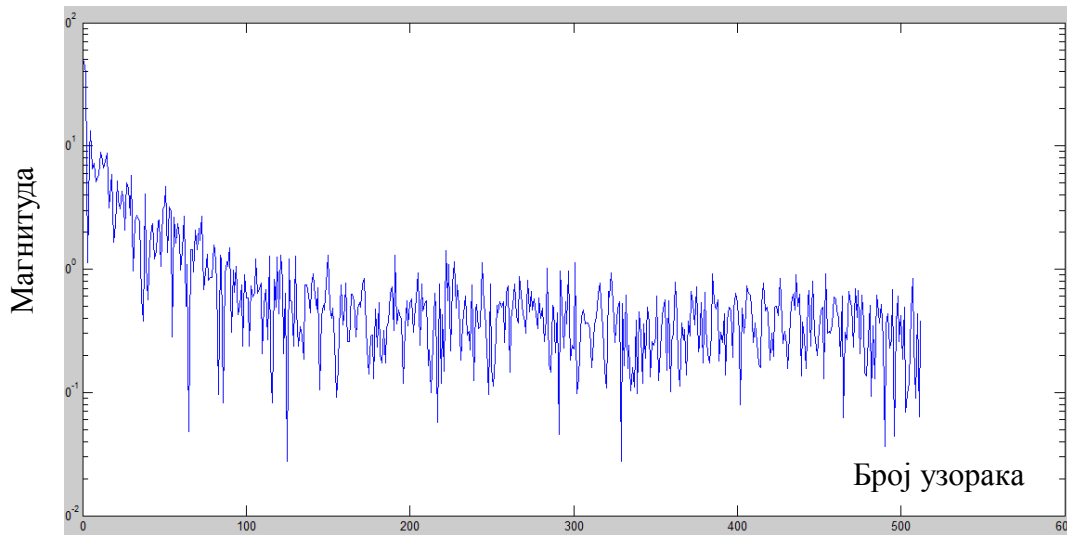
Слика 19 Узорковање фреквенцијом 50 Hz приказ 512 узорака



Слика 20 Узорковање фреквенцијом 90 Hz приказ 1024 узорака



Слика 21 Узорковање фреквенцијом 130 Hz приказ 1024 узорака



Слика 22 Узорковање фреквенцијом 190 Hz приказ 512 узорака

Као што се на сликама може видети, значајне појаве одигравају се на фреквенцијама до 5 Hz, тако да се може закључити да су све фреквенције које су испитиване повољне за мерења. Из тог разлога, у финалним мерењима брзине користили смо фреквенцију од 70Hz.

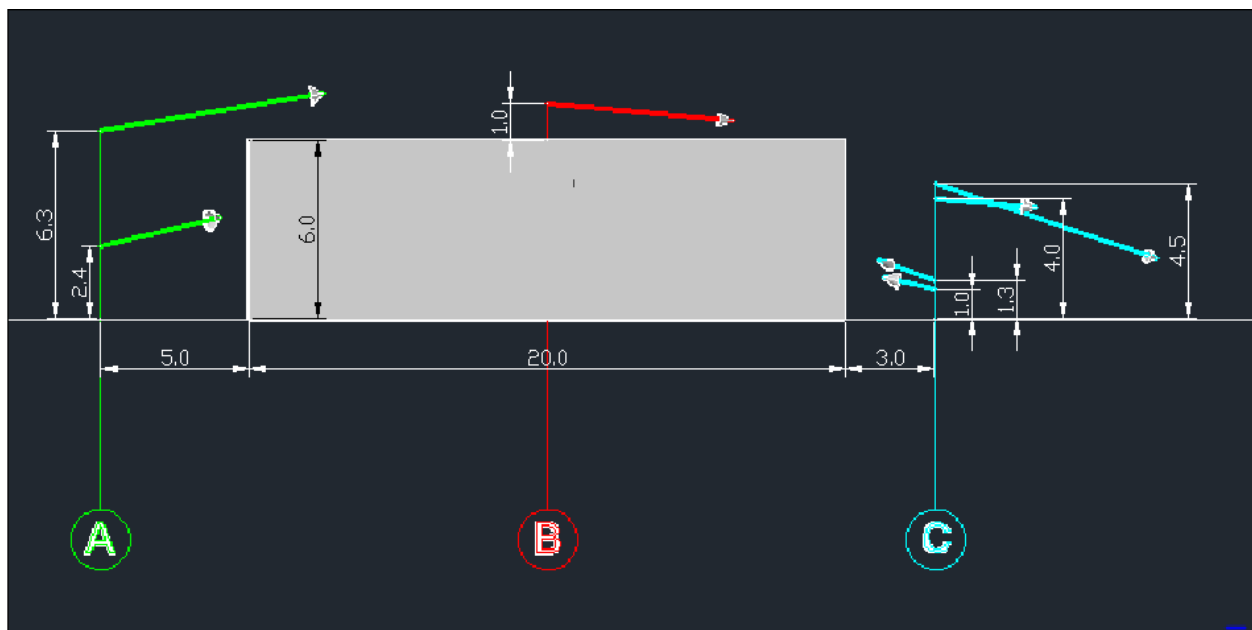
5. Финална мерења

Након што је изабран најповољнији материјал за засејавање и фреквенција узорковања, било је могуће одредити векторе брзина.

Желели смо да видимо утицај прага на струјну слику тако да смо изабрали три профила у којима смо мерили брзине А, В, С. Прифил А је на 5 cm испред прага, профил В на средини и профил С на 3 cm иза прага. На слици 23 приказан је положај профила:

Растојања профила од прага су била фиксна али смо зато мењали вертикално растојање контролне запремине узорковања од дна канала.

- Профил А на 2,4 и на 6,3 cm од дна канала
- Профил В на 7 cm од дна канала
- Профил С на 1, 1,3, 4 и на 4,5 cm од дна канала



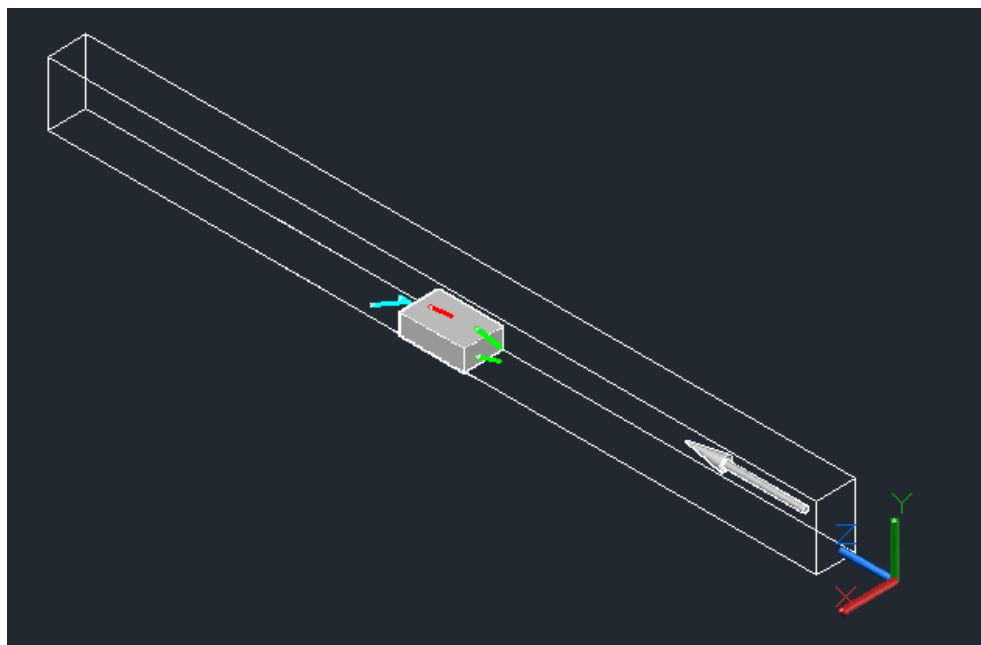
Слика 23: Положај профила у којима су мерене брзине

Након мерења приступило се обради резултата. Разматрана су по три низа од 1000 узорака (V_x , V_y , V_z), одстрањене су све вредности које су се разликовале од средње вредности низа за више од три стандардне девијације. Нађене су средње вредности компоненти брзина и те вредности су приказане у табели 2.

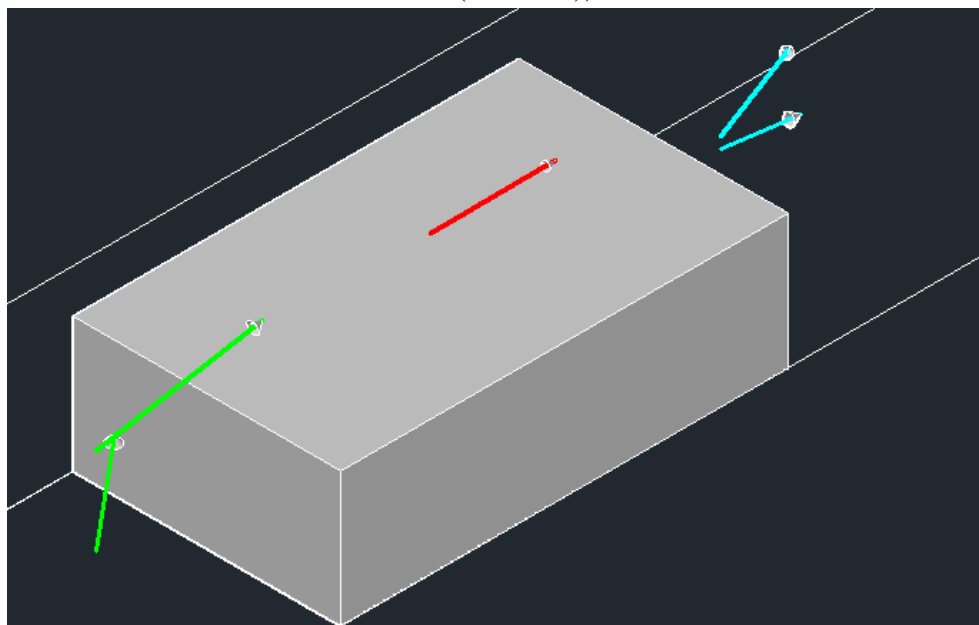
Табела 2: Средње вредности брзина по профилима

Профил	Удаљеност од дна канала [cm]	V_x [m/s]	V_y [m/s]	V_z [m/s]
A	2.4	0.160469	0.125928	0.038818
A	6.3	0.30245	-0.00211	0.050368
B	7	0.478976	0.048729	-0.04489
C	1	-0.06985	0.016279	0.016657
C	1.3	-0.0768	-0.10708	0.02561
C	4	0.136307	-0.00717	-0.00113
C	4.5	0.297821	0.171845	-0.01043

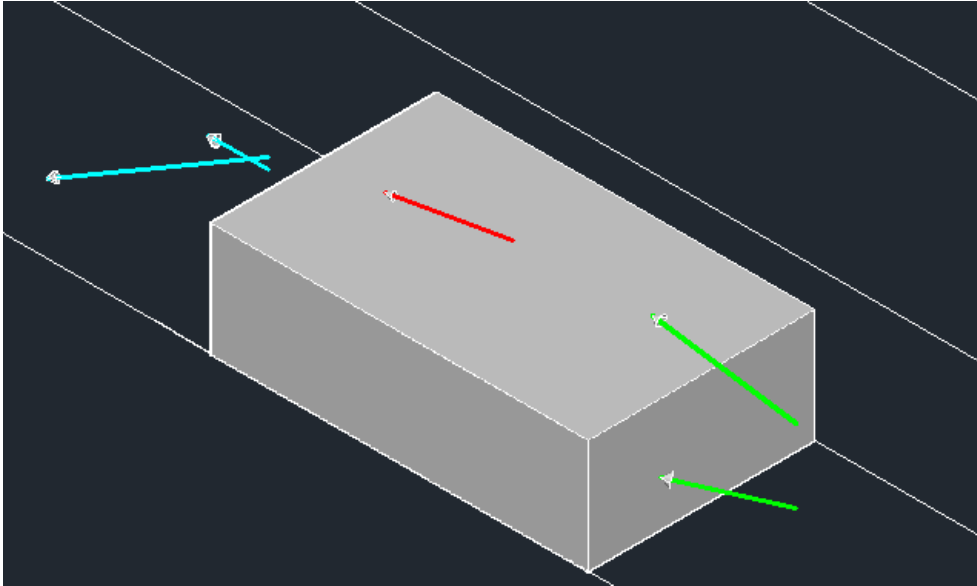
Графички приказ брзина представљен је у AutoCAD-у. На сликама 24-26 може се видети 3D приказ канала са прагом и векторима брзина.



Слика 24: 3D приказ канала са прагом и векторима брзина (NW Isometric (Autocad)).



Слика 25: 3D приказ канала са прагом и векторима брзина(SW Isometric(Autocad)).



Слика 26: 3D приказ канала са прагом и векторима брзина(NW2 Isometric(Autocad)).

Поред ових мерења обављена су и мерења сондом са бочном главом. Због техничких проблема, приликом повезивања сонде, дошло је до губитка података.

Напомена: При промени сонде претходно угасити програм који врши прикупљање података.

Аутори:

Ален Гуша
Иван Стојнић
Снежана Гаврић
Иван Миловановић

6. Литература

- [1] Душан Продановић, *Скрипта са предавања* (http://hikom.grf.bg.ac.rs/web_stranice/KatZaHidr/Predmeti/Merenja/Literatura/Skripta/Tekst/Skripta.html), 01.03.2013 15:15.
- [2] Nortek AS, *Vectrino velocimeter user guide*, 2004.
- [3] T. Meile, G. De Cesare, K. Blanckaert, A.J. Schleiss, *Improvement of Acoustic Doppler Velocimetry in steady and unsteady turbulent open-channel flows by means of seeding with hydrogen bubbles*, Lausanne Switzerland, 2007.
- [4] João N. Fernandes, João B. Leal, António H. Cardoso, *Ultrasound velocity profile (UVP) measurements in shallow open-channel flows*, Portugal, 2007.
- [5] Thomas Geisler, *Ultrasound velocity profile measurements in experimental hydraulics*, Graz, Austria, 2001.
- [6] Sandro Longo, *The effects of air bubbles on ultrasound velocity measurements*, Parma, Italy, 2006.