

ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ОДСЕК ЗА ХИДРОТЕХНИКУ И ВОДНО-ЕКОЛОШКО
ИНЖЕЊЕРСТВО

МАСТЕР РАД

Унапређење методологије прикупљања хидрауличких података за
потребе димензионисања ППОВ

Ментор:
Др Дамјан Иветић

Кандидат:
Жарко Живановић 671/21

Београд, 2023

САДРЖАЈ ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ

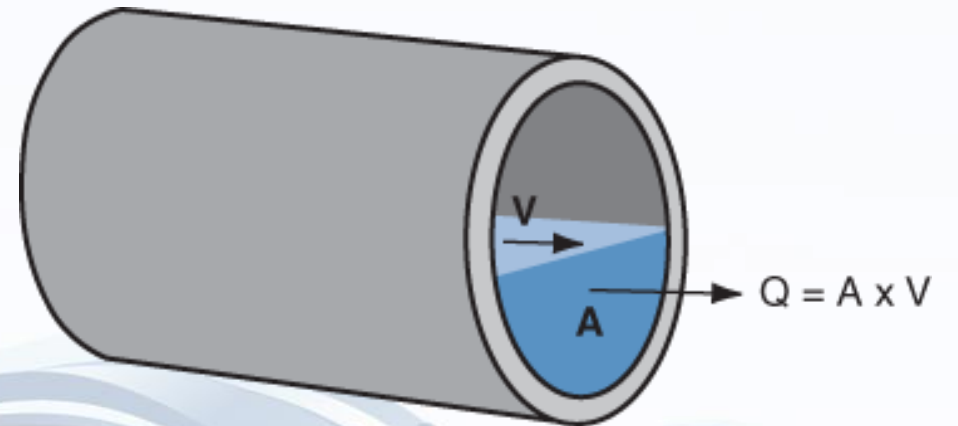
- Мониторинг отпадних вода
- Опрема коришћена у оквиру истраживања
- Методологија испитивања
- Експериментални део
- Унапређење корекционе функције
- Унапређење помоћне опреме за монтажу и комуникацију
- Закључак

МОНИТОРИНГ ОТПАДНИХ ВОДА

- Мониторинг отпадних вода је основни корак приликом димензионисања ППОВ.
- Мониторинг отпадних вода подразумева:
 - Мерење протока
 - Анализу квалитета отпадних вода
 - Одређивање протока масе полутаната

МОНИТОРИНГ ОТПАДНИХ ВОДА

- Мерење протока отпадних вода:
 - Избор мерног места (хидраулички услови, утицај средине, флуида, проводника и економски фактори)
 - Избор методе мерења ($Q(h)$, $V-A$)
 - Избор мерне опреме (ЕМ, УЗВ сензори)
 - Корекциона функција ($V = K * V_{mer}$)



МОНИТОРИНГ ОТПАДНИХ ВОДА

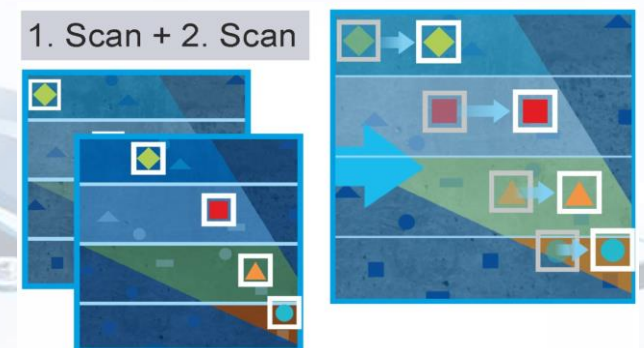
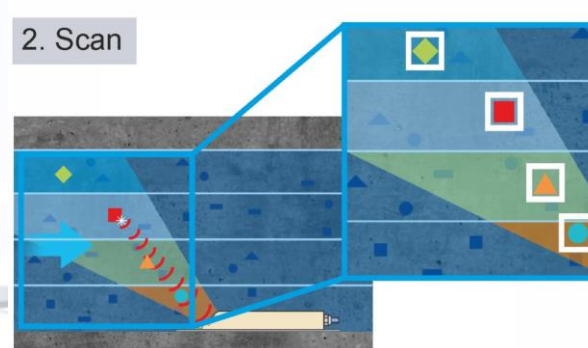
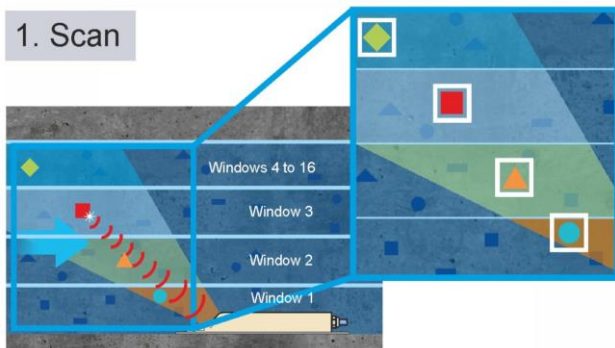
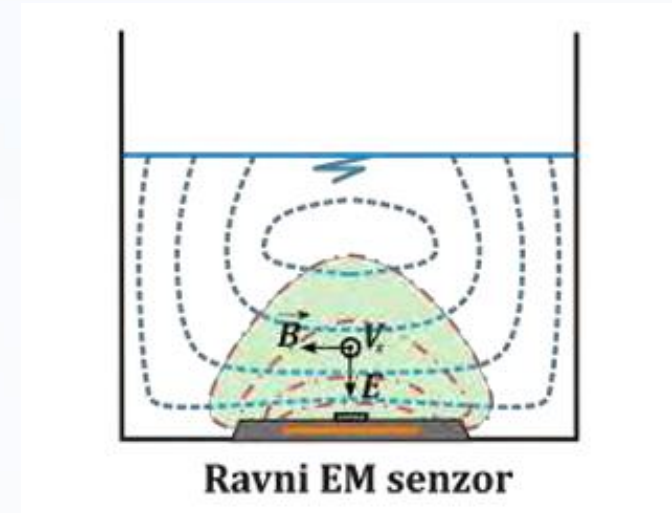
Протокомери – преносиви уређаји за мерење протока

❑ Сондене са ЕМ сензорима

- Фарадејев закон ЕМ индукције

❑ Сондене са УЗВ сензорима

- Папучасте сонде са ADV сензорима
- Папучасте сонде са крос-корелационим сензорима

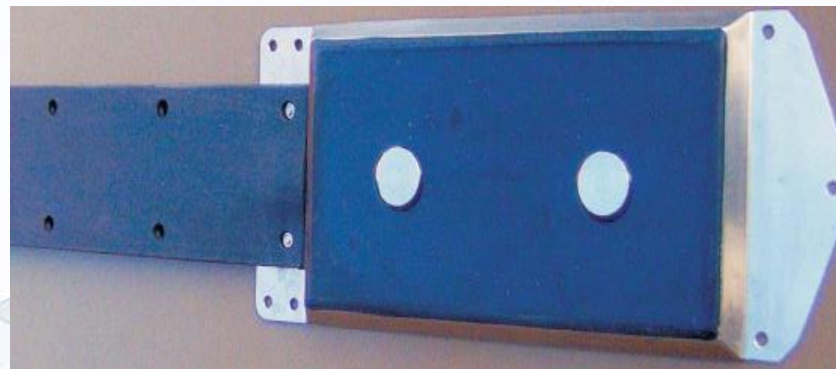


МОНИТОРИНГ ОТПАДНИХ ВОДА

- Анализом квалитета стиче се увид у врсту и количину полутаната присутних у води (рН вредност, ХПК, БПК, нитрити, нитрати)
- Типови узорковања:
 - Мануелно узорковање
 - Употребом аутоматских узоркивача (вакуум и перисталтичке пумпе)
- Типови узорака:
 - Појединачни узорци
 - Композитни узорци (time proportional, flow proportional)

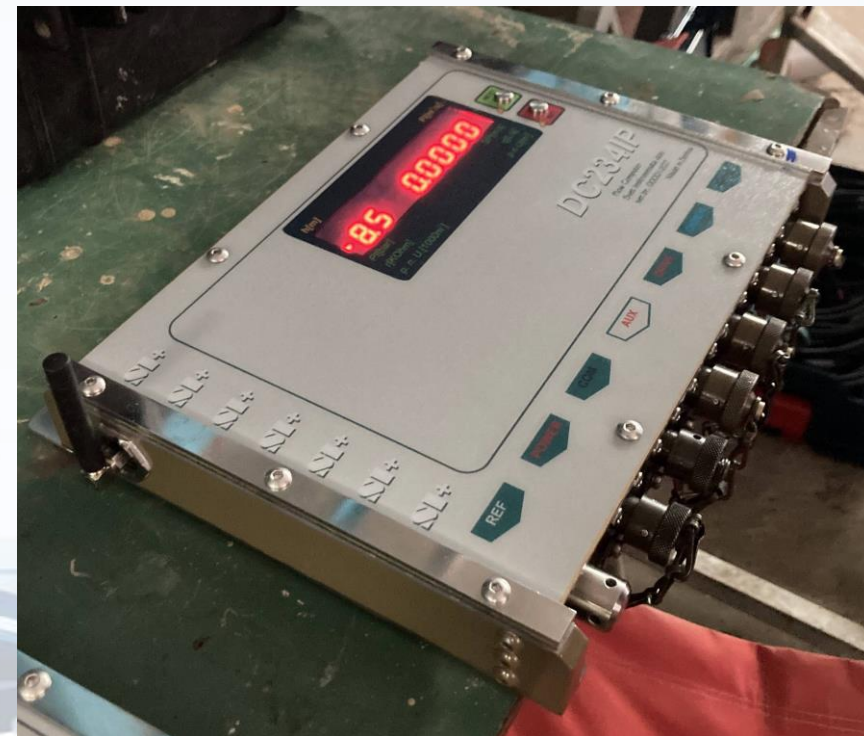
ОПРЕМА КОРИШЋЕНА У ОКВИРУ ИСТРАЖИВАЊА

- Равне ЕМ сонде домаће фирме ”Свет инструмената”
 - ❑ Сонда Flat compact модел S
 - ❑ Сонда Flat 400
 - ❑ Сонда Flat 100



ОПРЕМА КОРИШЋЕНА У ОКВИРУ ИСТРАЖИВАЊА

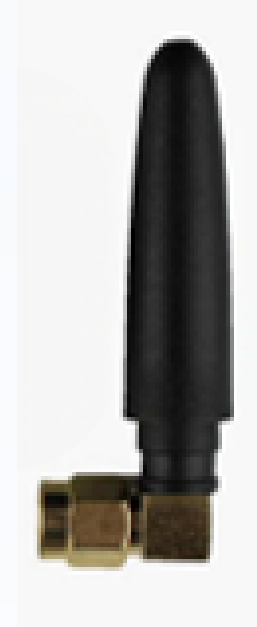
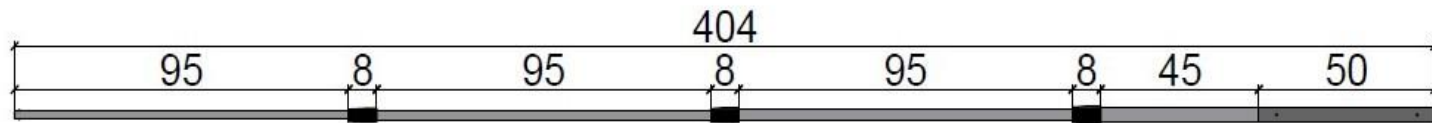
- Рачунска јединица ЕМ протокомера
 - Програмабилни контролер DC234
 - Могућност повезивања са различитим сондама
 - Апликација DC234 server



ОПРЕМА КОРИШЋЕНА У ОКВИРУ ИСТРАЖИВАЊА

- Помоћна опрема за мерење протока:

- Телескопска шипка компаније Nivus



- Антена за даљинску комуникацију

- Омогућава правовремену реакцију у случају проблема са мерењем
- Сметње сигналу услед наслага и отпада
- Лоша покривеност мобилном телефонијом

ОПРЕМА КОРИШЋЕНА У ОКВИРУ ИСТРАЖИВАЊА

- Дајвери – преносиви нивомери
 - Баро дајвер
 - Микро дајвер
 - CTD, Сера дајвери



ОПРЕМА КОРИШЋЕНА У ОКВИРУ ИСТРАЖИВАЊА

- Аутоматски узоркивач – МАХХ ТР5 С
 - ❑ Узоркивач са перисталтичком пумпом
 - ❑ Могућност складиштења 24 појединачна узорка
 - ❑ Подешавање режима рада пумпе
 - ❑ Задавање редоследа пуњења боца
 - ❑ Минимална могућност контаминације узорка



МЕТОДОЛОГИЈА ИСПИТИВАЊА

- Испитивање радних карактеристика протокомера и нивомера у лабораторијским условима
 - Одређивање мерне несигурности
 - Утврђивање везе између V_{mer} и V



МЕТОДОЛОГИЈА ИСПИТИВАЊА

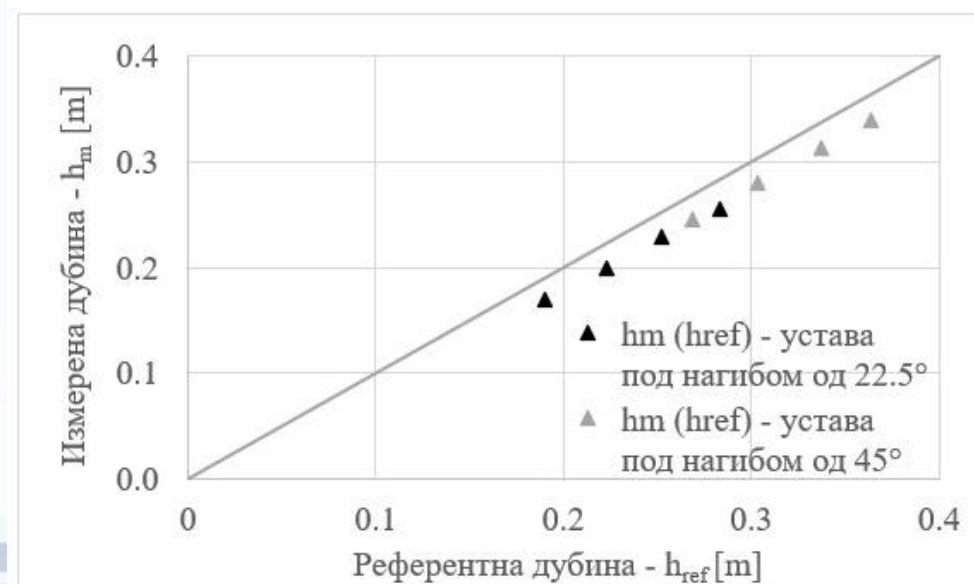
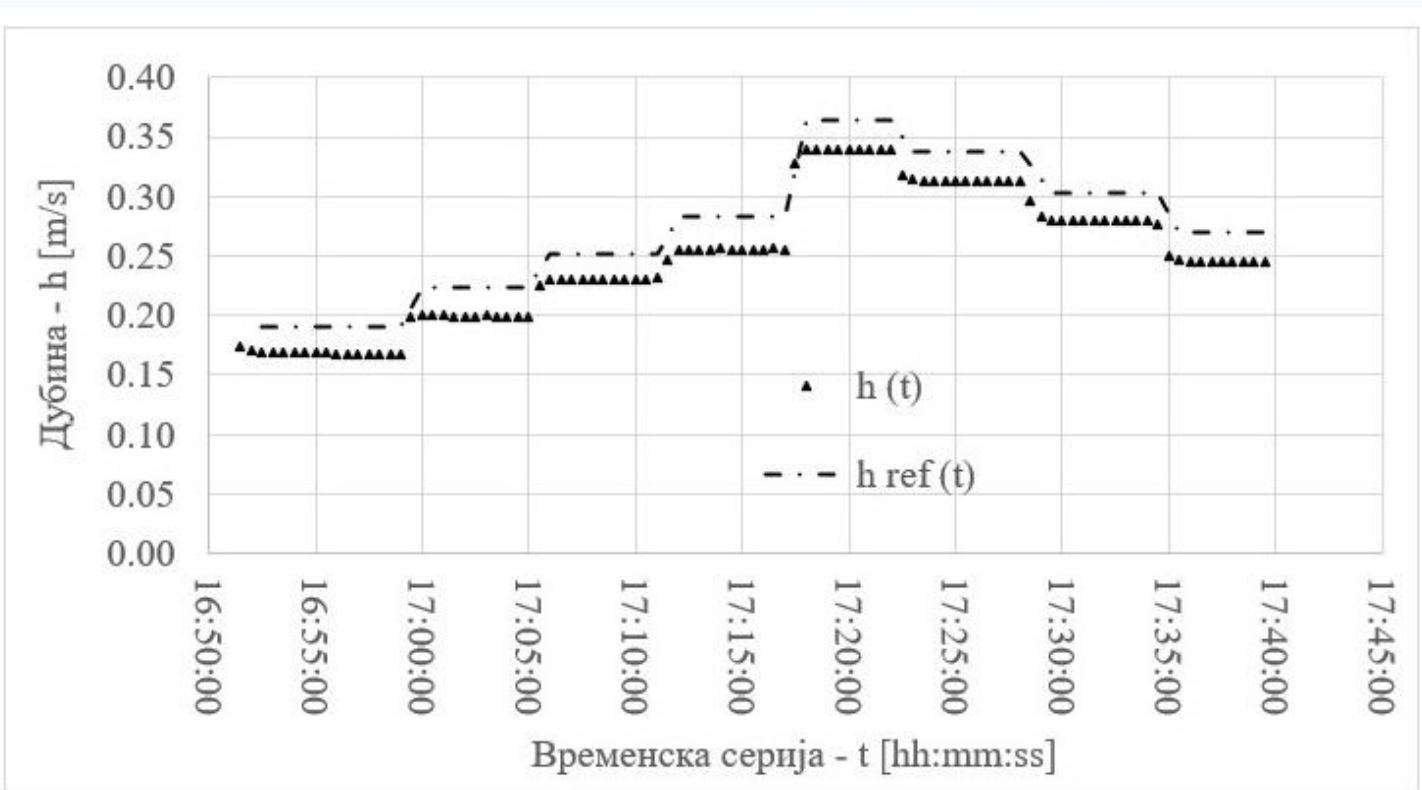
- Могућности унапређења корекционе функције ЕМ сонди
 - ❑ $V_{avg}(h) = V_m(1+P_8*(h/h_n)^{P_7})$
 - ❑ Проналажење оптималне вредности параметара P_7, P_8
 - ❑ Употреба програмског пакета "Matlab"
- Могућности унапређења помоћне опреме
 - ❑ Повећање домета телескопске шипке
 - ❑ Јачање сигнала предајника

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Испитивање сензора дубине и брзине протокомера у лабораторијском каналу:
 - Временске серије измерене измерених величина
 - Зависност измерене од референтне вредности
 - Корекција измерене брзине
 - Вредност протока добија се на основу измерене брзине и дубине
- Одређивање мерне несигурности:
 - Статистичка мерна несигурност
 - Систематска мерна несигурност

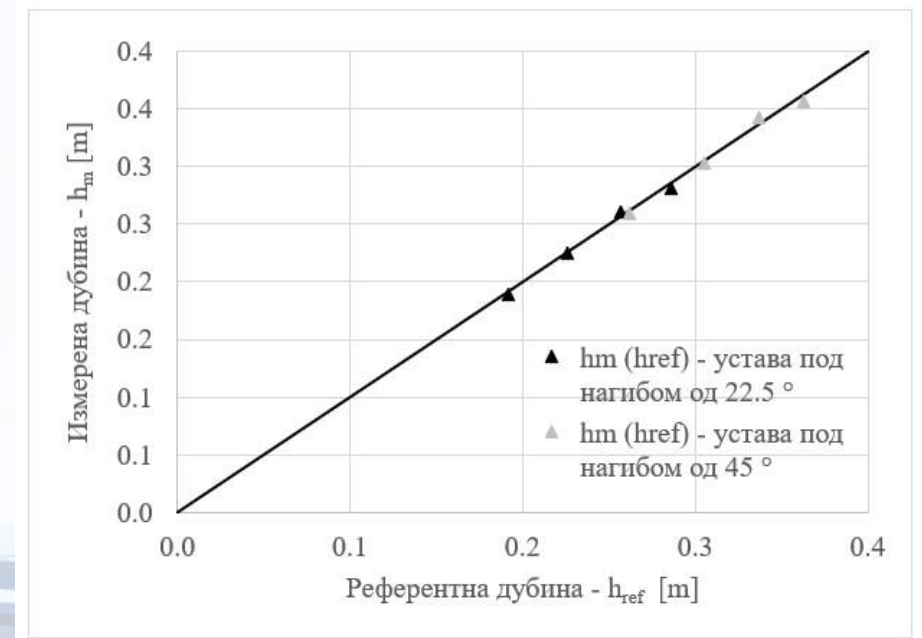
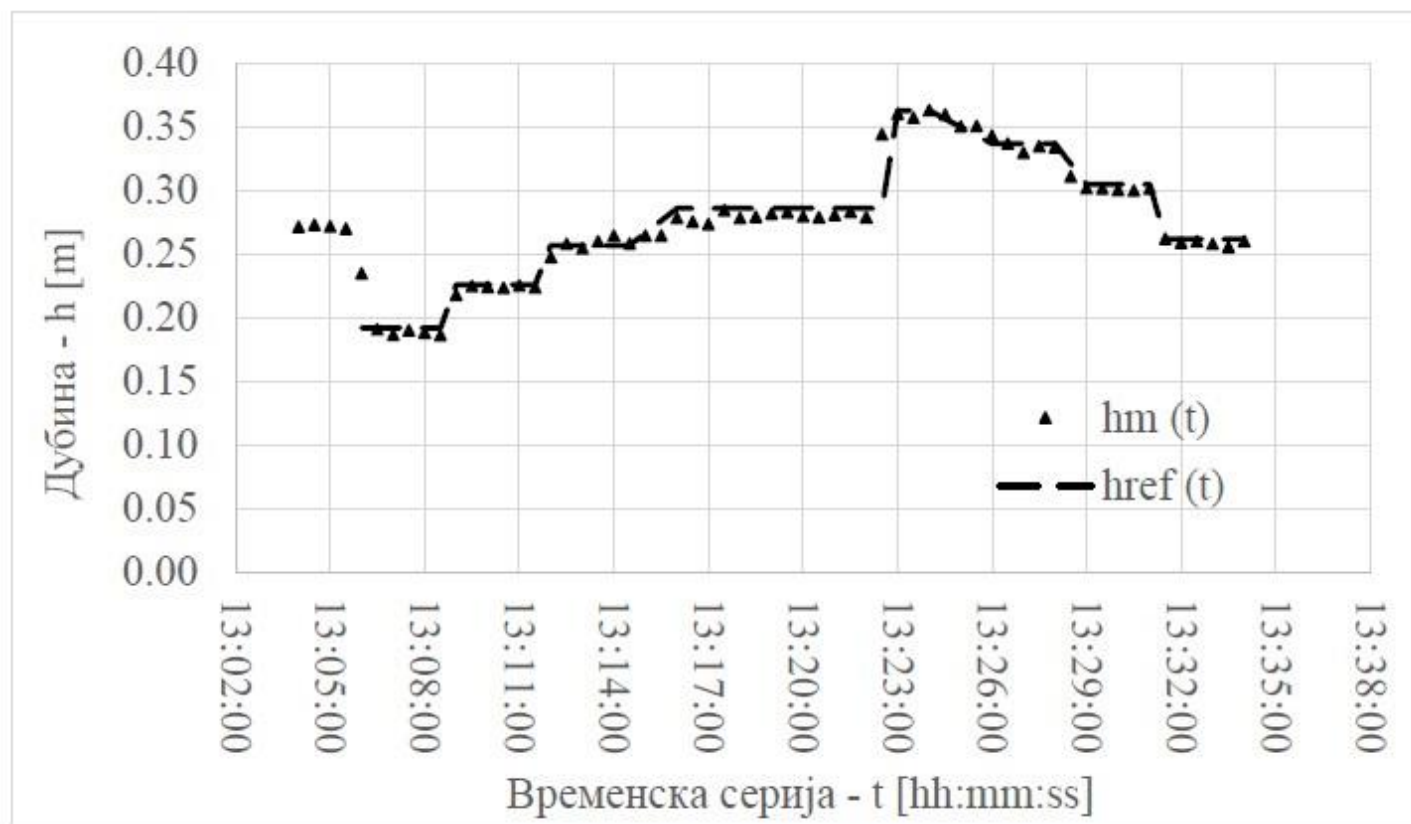
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Сонда Flat compact S model 1105



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Сонда Flat 400



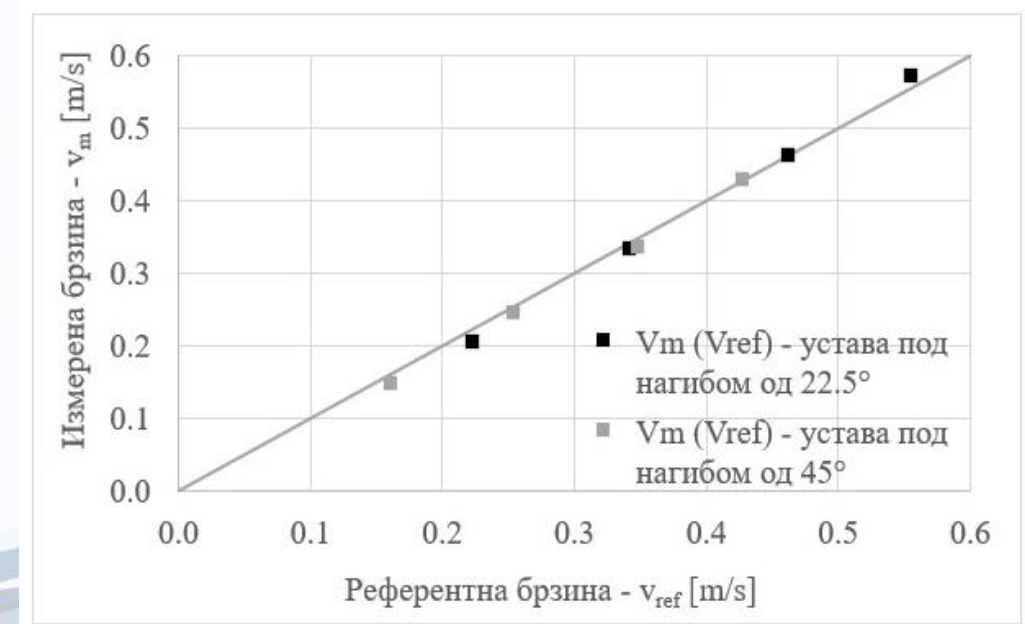
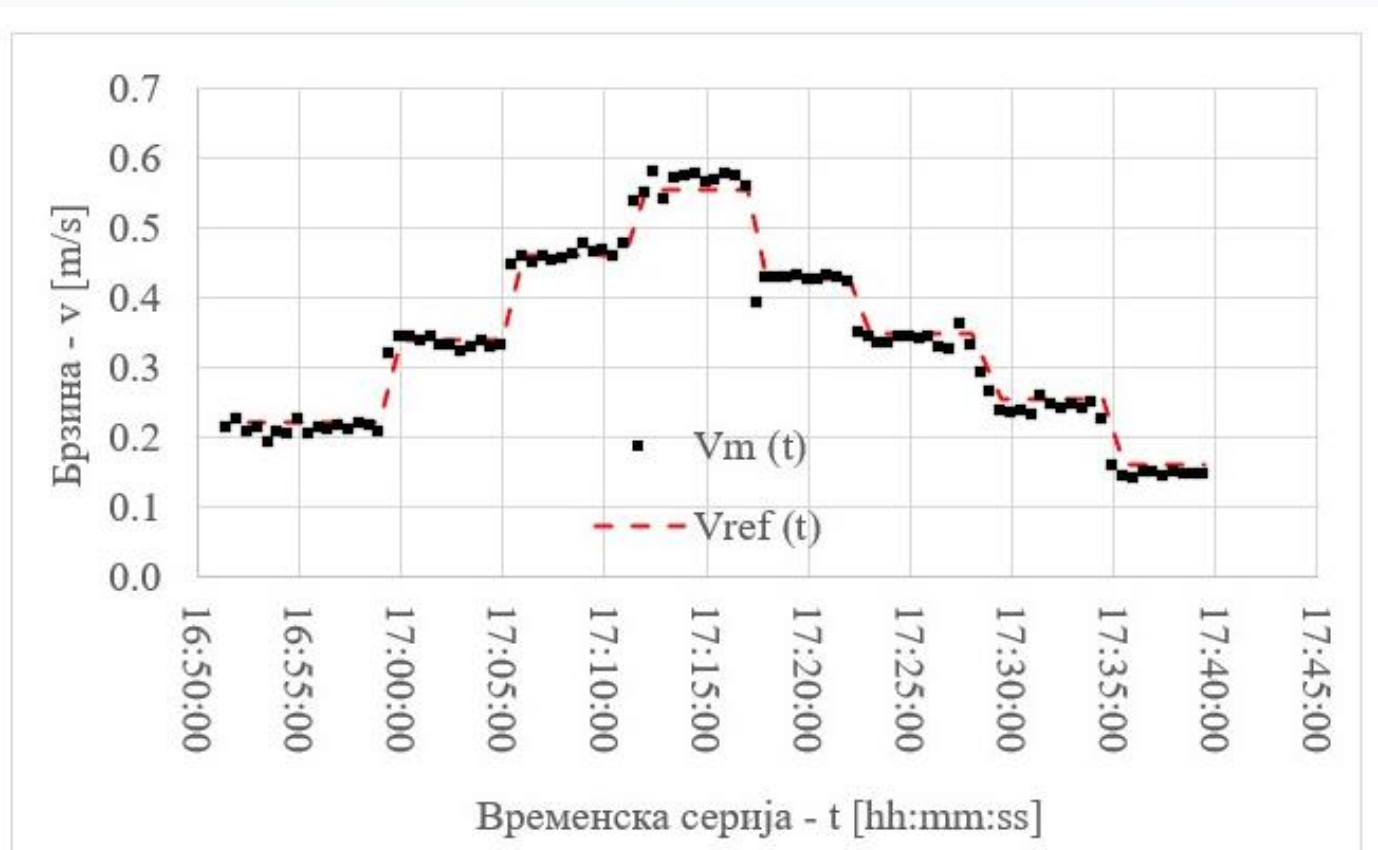
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Мерне несигурности сензора дубине:

Ознака сонде	Статистичка мерна несигурност	Систематска мерна несигурност
Flat Compact 1207	0,003	0,014
Flat Compact 1104	0,001	0,011
Flat Compact 1105	0,0002	0,024
Flat 400	0,003	0,004
Flat 100	0,001	0,003

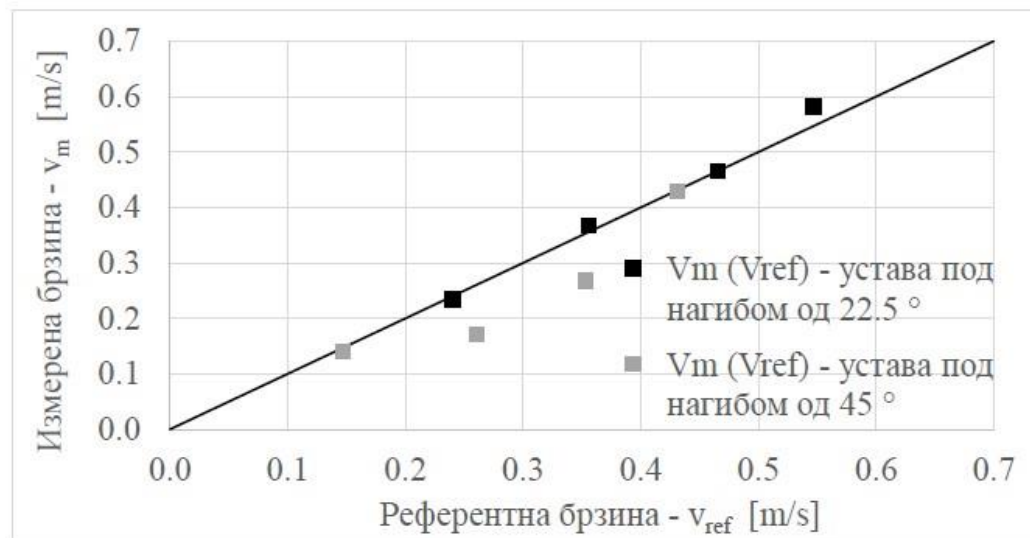
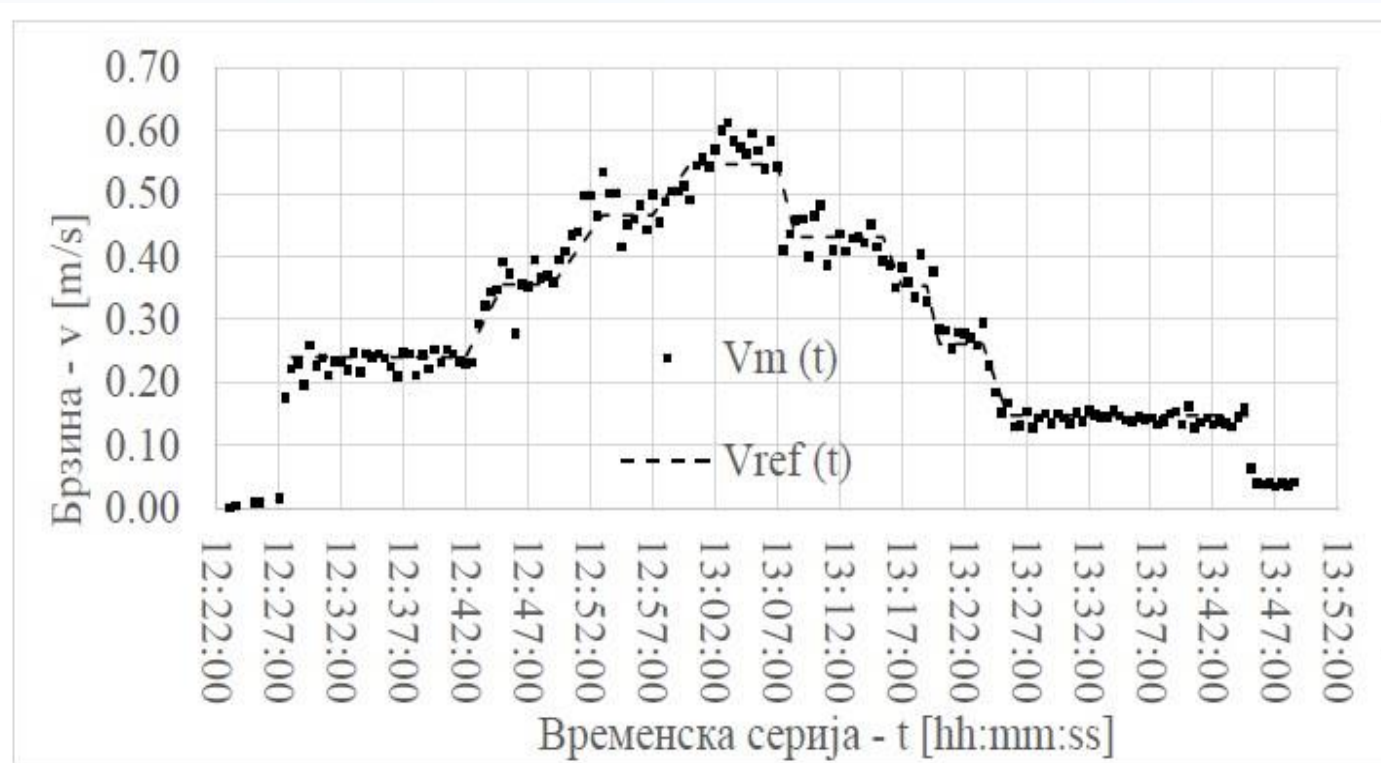
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Сонда Flat compact S model 1105



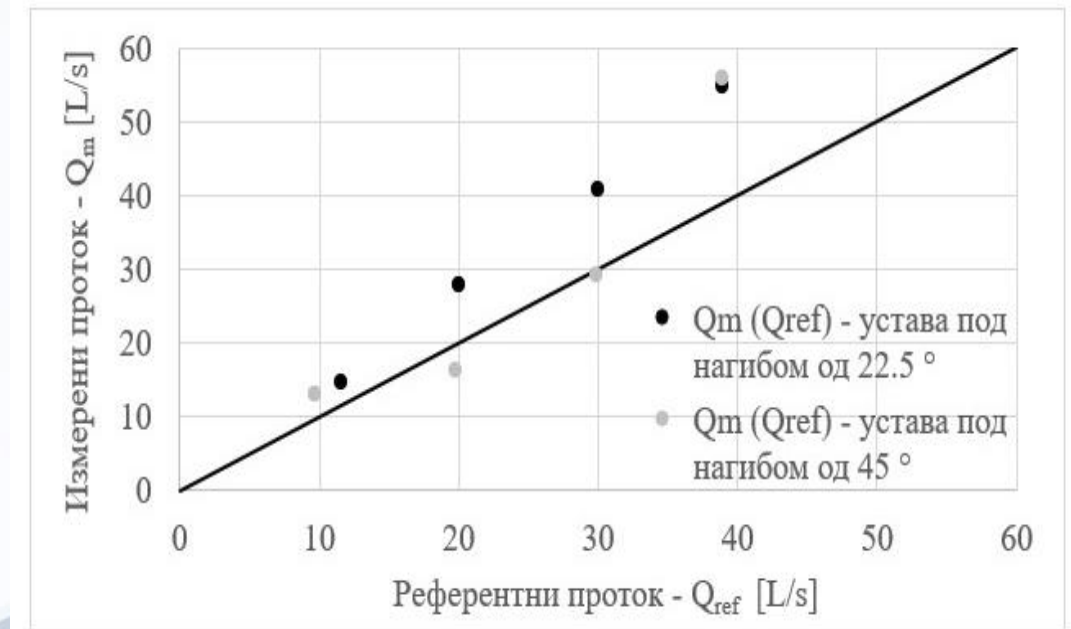
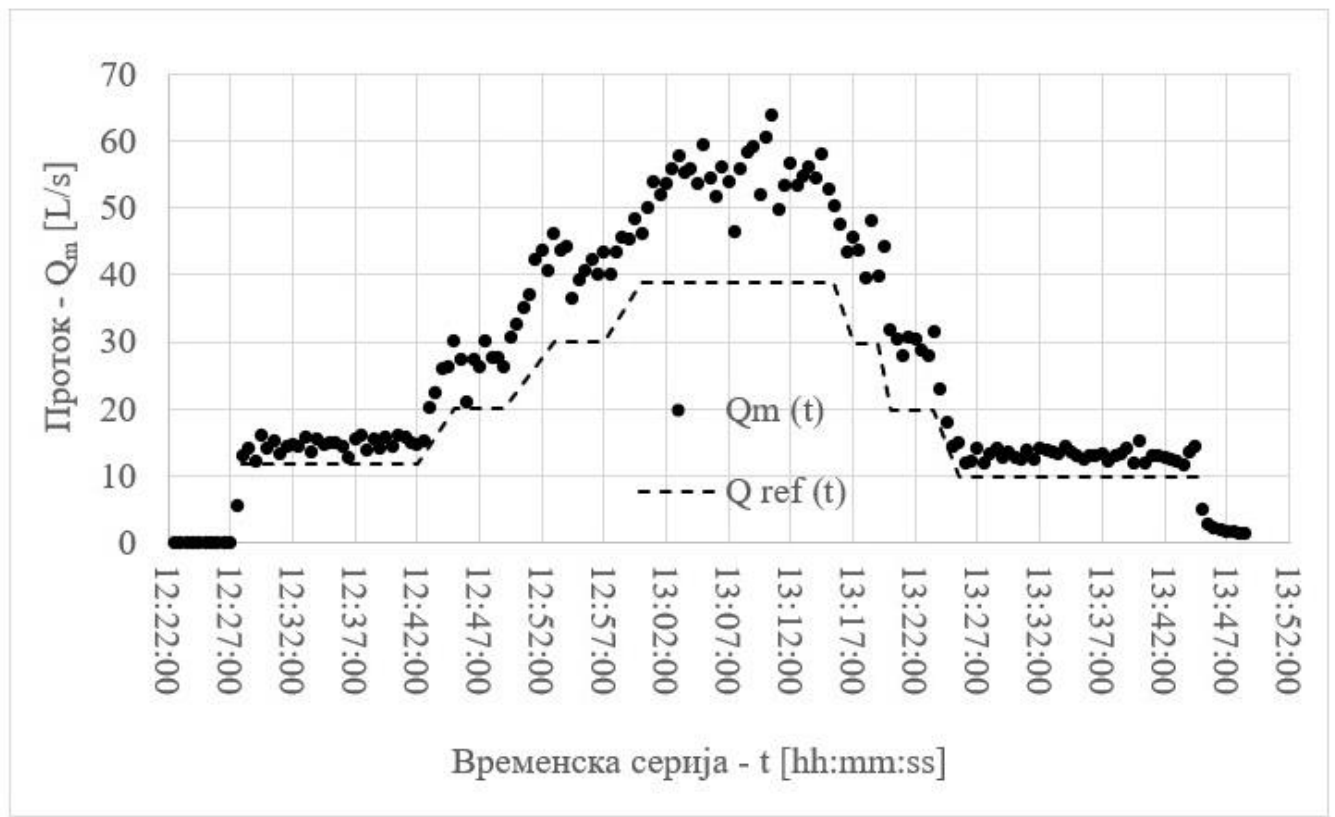
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Сонда Flat compact S model 1207



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

- Сонда Flat compact S 1207



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

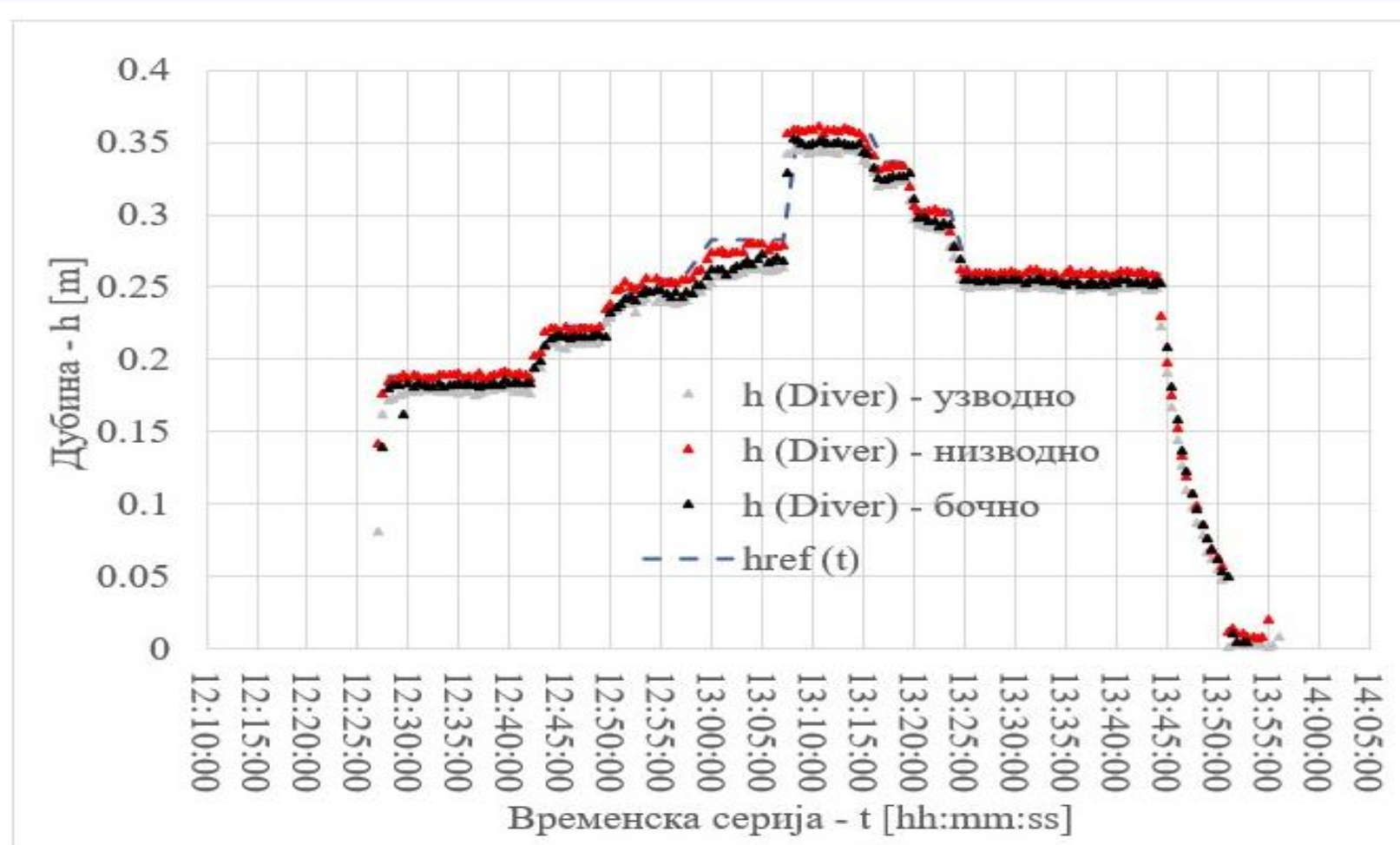
Испитивање нивомера у лабораторијским условима

- ❑ Сонде постављене у 3 различита положаја у односу на ток – узводни, низводни, бочни
- ❑ Временске серије измерених дубина



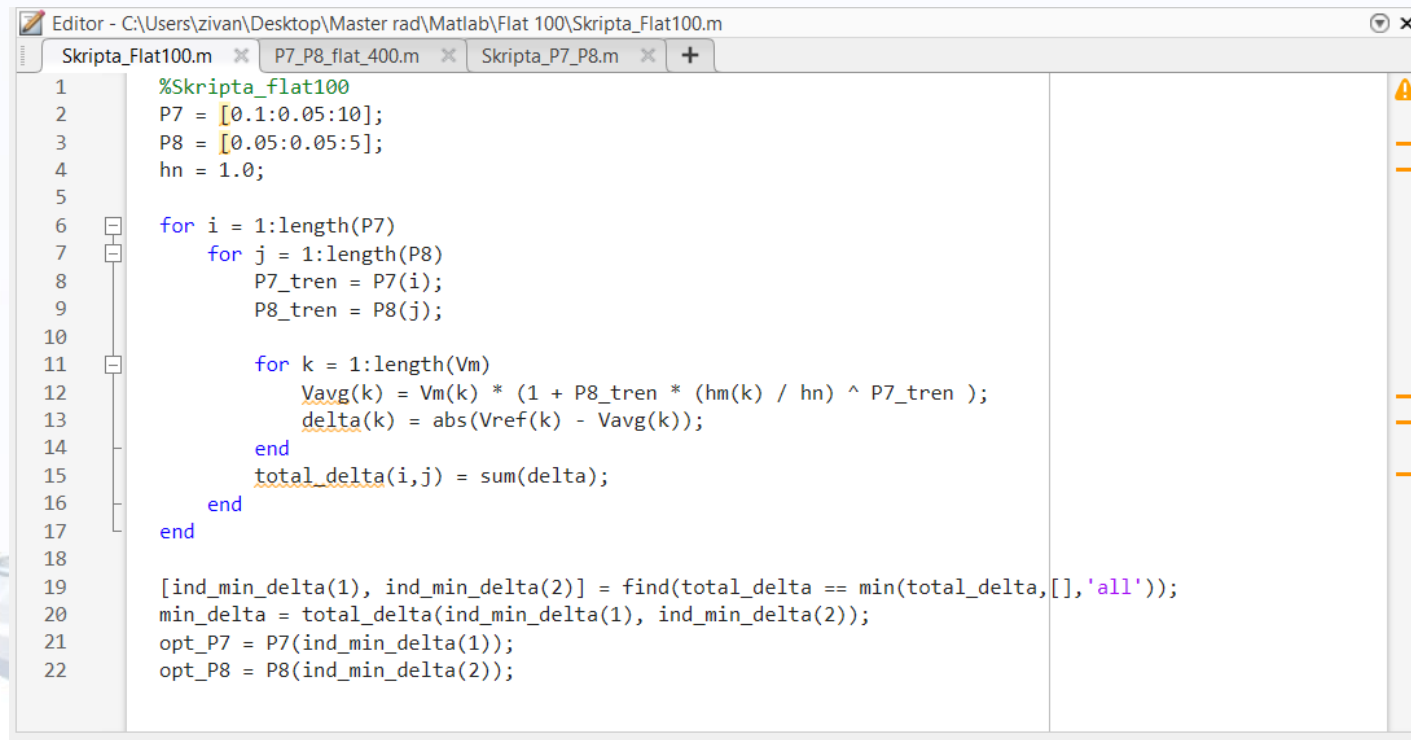
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

Временске серије дубине измерене помоћу нивомера



УНАПРЕЂЕЊЕ КОРЕКЦИОНЕ ФУНКЦИЈЕ

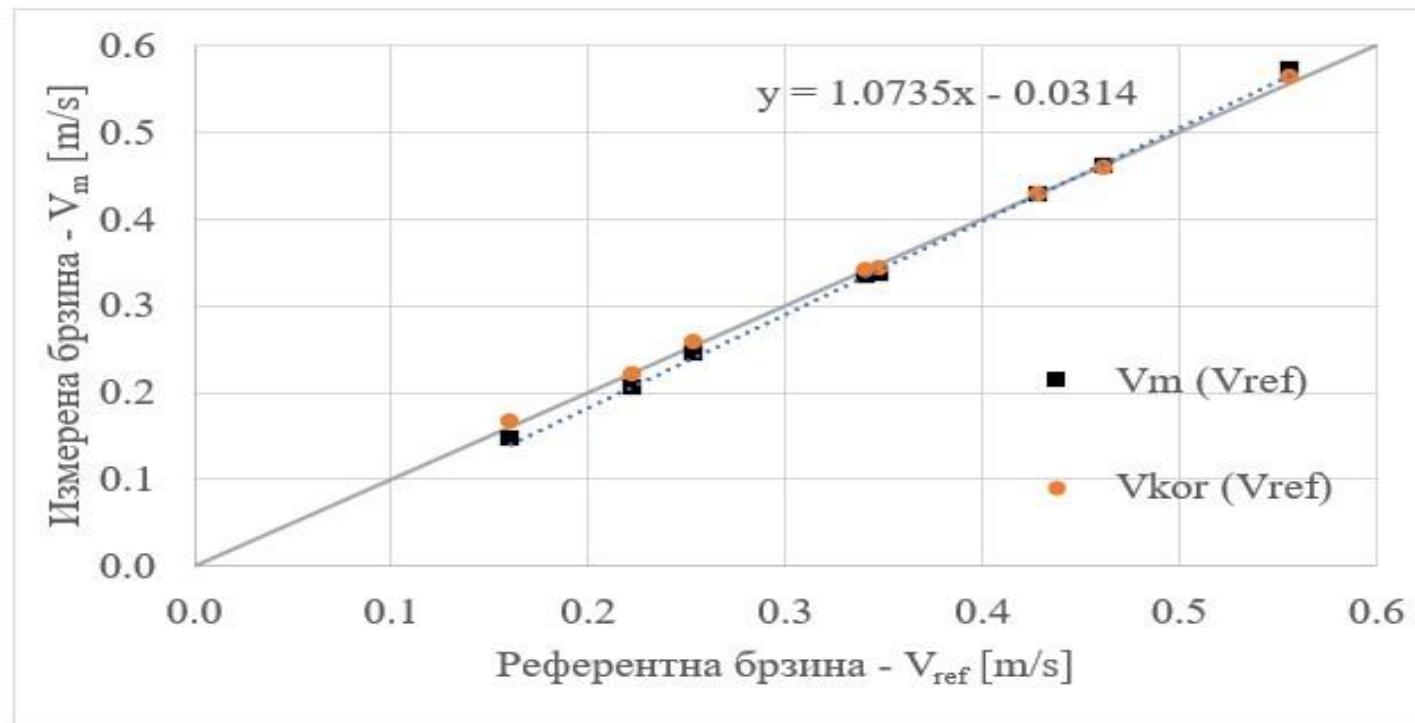
- Употреба програмског пакета Matlab
 - Алгоритам за одређивање оптималне вредности параметара корекционе функције



```
Editor - C:\Users\zivan\Desktop\Master rad\Matlab\Flat 100\Skripta_Flat100.m
Skripta_Flat100.m x P7_P8_flat_400.m x Skripta_P7_P8.m x +
1 %Skripta_flat100
2 P7 = [0.1:0.05:10];
3 P8 = [0.05:0.05:5];
4 hn = 1.0;
5
6 for i = 1:length(P7)
7     for j = 1:length(P8)
8         P7_tren = P7(i);
9         P8_tren = P8(j);
10
11         for k = 1:length(Vm)
12             Vavg(k) = Vm(k) * (1 + P8_tren * (hm(k) / hn) ^ P7_tren);
13             delta(k) = abs(Vref(k) - Vavg(k));
14         end
15         total_delta(i,j) = sum(delta);
16     end
17 end
18
19 [ind_min_delta(1), ind_min_delta(2)] = find(total_delta == min(total_delta,[],'all'));
20 min_delta = total_delta(ind_min_delta(1), ind_min_delta(2));
21 opt_P7 = P7(ind_min_delta(1));
22 opt_P8 = P8(ind_min_delta(2));
```

УНАПРЕЂЕЊЕ КОРЕКЦИОНЕ ФУНКЦИЈЕ

- Употреба програмског пакета Excel
 - Функција Trendline



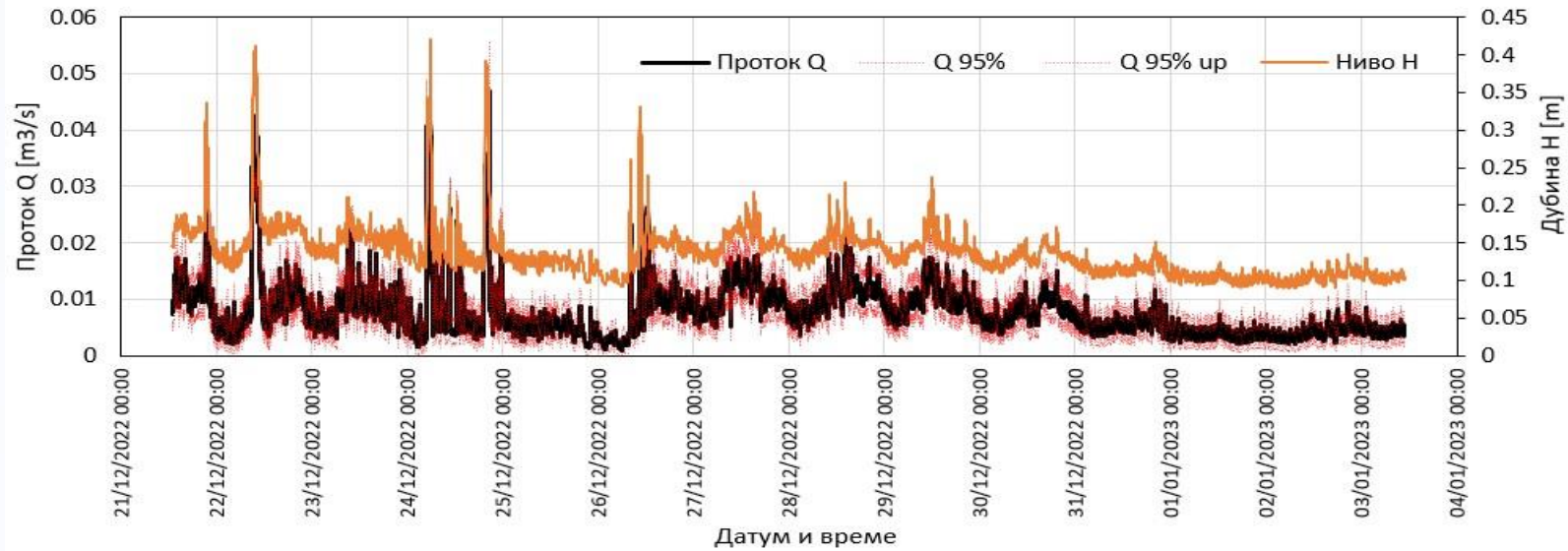
УНАПРЕЂЕЊЕ КОРЕКЦИОНЕ ФУНКЦИЈЕ

- Мерне несигурности сензора брзине:

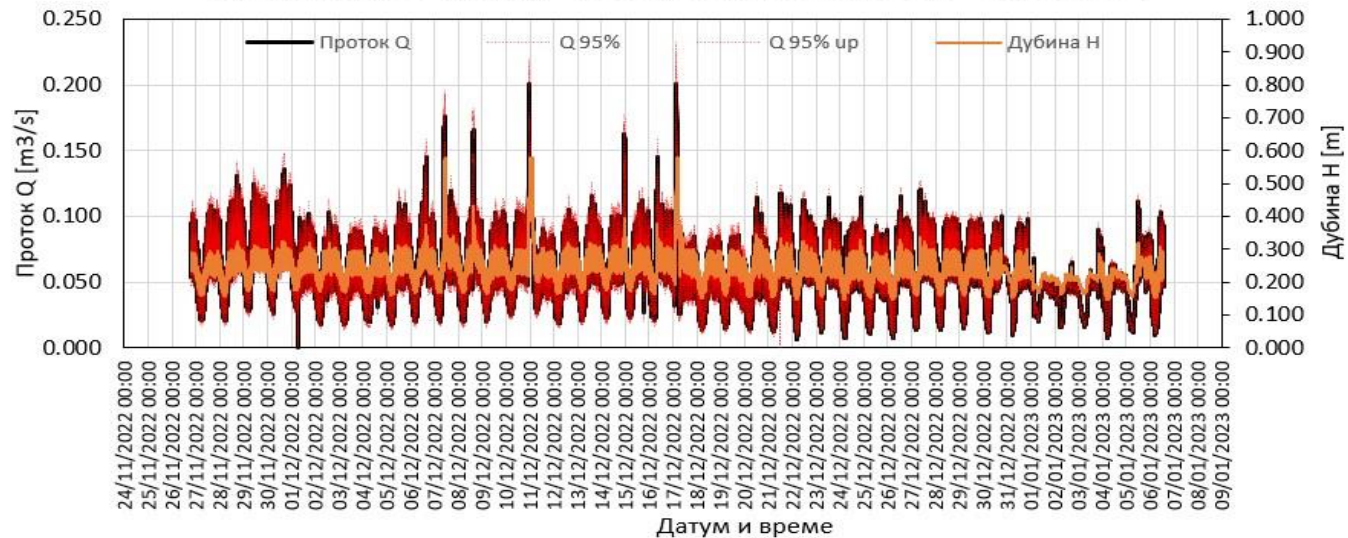
Ознака сонде		Статистичка мерна несигурност	Систематска мерна несигурност
FLAT COMPACT 1207	v	0,2	0,046
	$\gamma_{кор}$	0,2	0,036
FLAT COMPACT 1104	v	0,007	0,011
	$\gamma_{кор}$	0,007	0,004
FLAT COMPACT 1105	v	0,007	0,012
	$\gamma_{кор}$	0,007	0,004
Flat 400	v	0,018	0,055
	$\gamma_{кор}$	0,018	0,009
Flat 100	v	0,017	0,054
	$\gamma_{кор}$	0,017	0,012

УНАПРЕЂЕЊЕ КОРЕКЦИОНЕ ФУНКЦИЈЕ

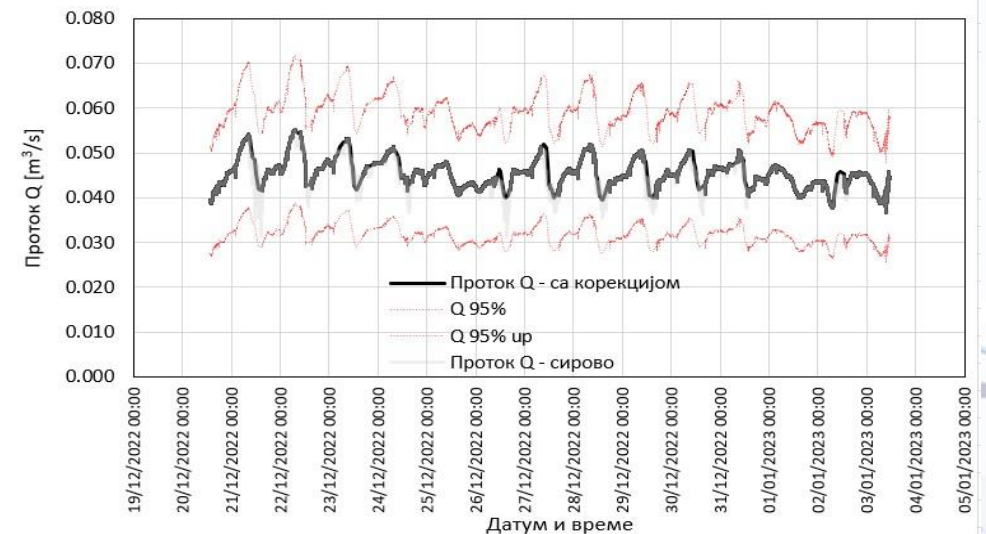
Проток и ниво Инђија - Индустијска зона 21.12.2022. - 03.01.2023.



Проток и ниво Инђија - Краља Петра 26.11.2022. - 06.01.2023.

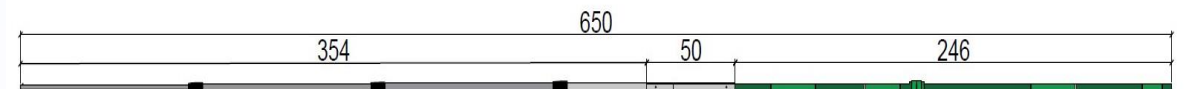
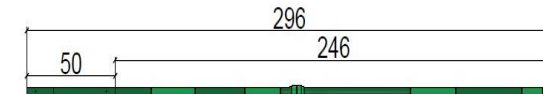
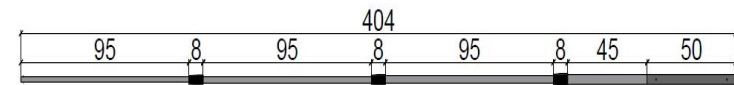
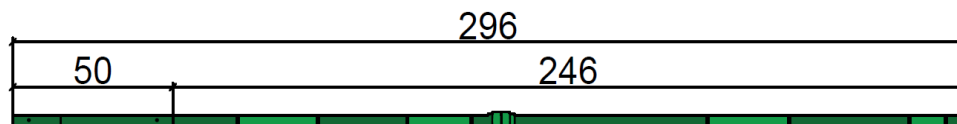
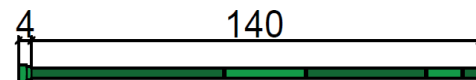
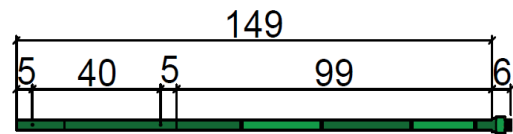


Проток Стара Пазова - Камењарева 20.12.2022 - 03.01.2023



УНАПРЕЂЕЊЕ ПОМОЋНЕ ОПРЕМЕ ЗА МОНТАЖУ И КОМУНИКАЦИЈУ

- Телескопска шипка
 - ❑ Повећање домета телескопске шипке
 - ❑ Сегменти од полипропиленских цеви
 - ❑ Проблем услед савијања шипке



УНАПРЕЂЕЊЕ ПОМОЋНЕ ОПРЕМЕ ЗА МОНТАЖУ И КОМУНИКАЦИЈУ

- Превазилажење проблема са сигналом:
 - Постављање антене на површину терена
 - Заштита антене од спољашњих утицаја
 - Употреба антене појачаног домета



ЗАКЉУЧАК

- Сензори брзине и дубине
- Корекција измерене дубине
- Дајвери
- Модификација помоћне и комуникационе опреме
- Повећање опсега примене уређаја

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

