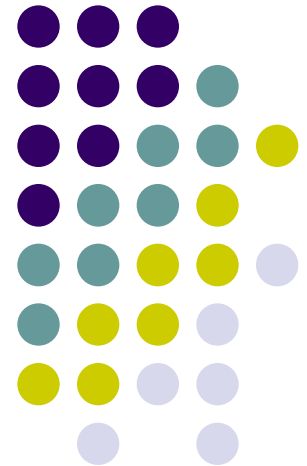




ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

ПРЕДМЕТ: МЕРЕЊА У ХИДРОТЕХНИЦИ

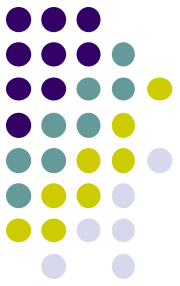
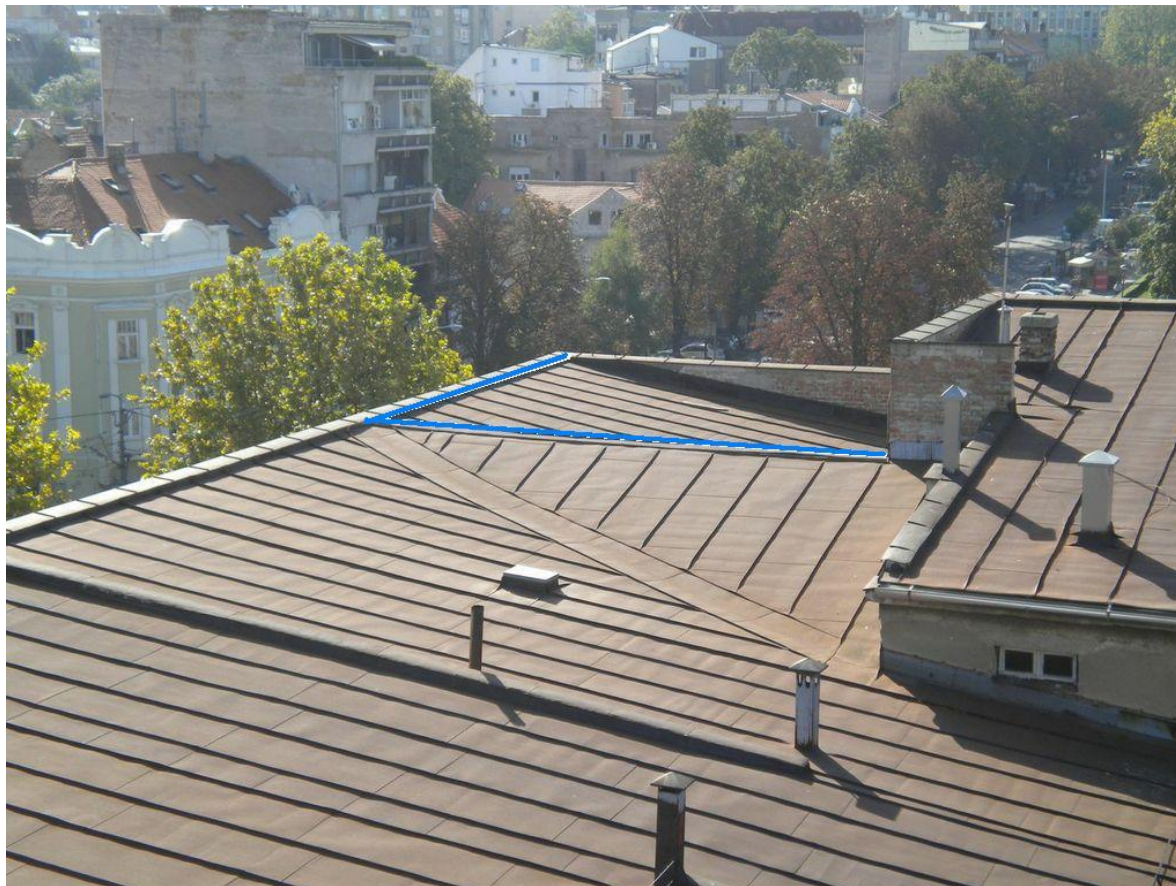
*МЕРЕЊЕ ПРОТОКА КИШНИЦЕ СА
ДЕЛА КРОВА ИНСТИТУТА ЗА
ХИДРОТЕХНИКУ (СИМУЛАЦИЈА У
ЛАБОРАТОРИЈСКИМ УСЛОВИМА)*



Милошевић Марко
Мухић Филип
Стојиновић Петар
Младеновић Александра

Циљ рада

- Мерење протока воде са дела крова зграде ИХ помоћу напред усвојене апаратуре



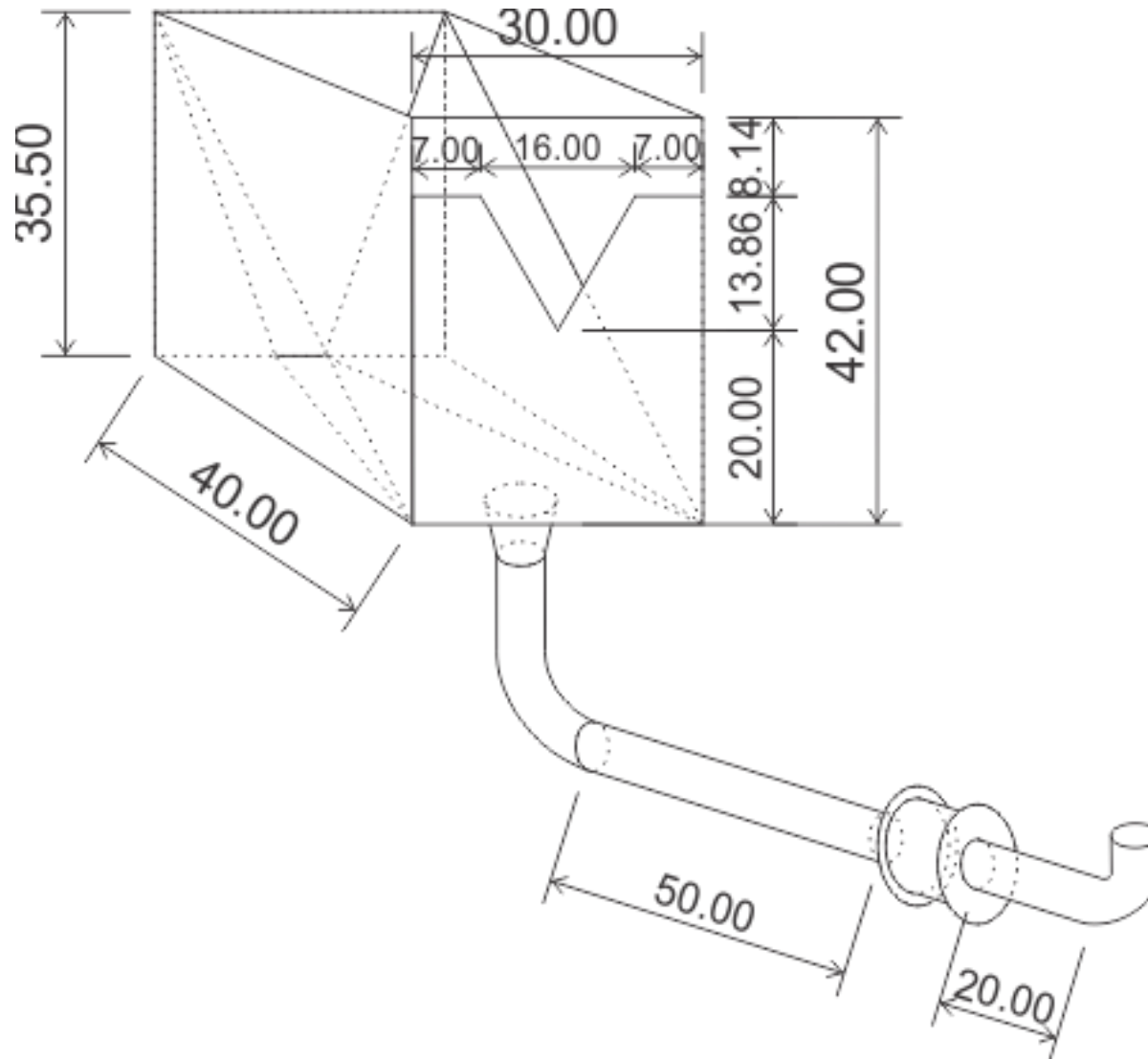


План рада

- Израда мерне кутије према усвојеном решењу и њено постављање
- Калибрација ЕМ мерила (доњег)
- Калибрација ЕМ мерила (горњег)
- Калибрација Томсоновог прелива
- Провера једначине континуитета
- Праћење промена и меморисање података
- Обрада резултата мерења

Израда мерне кутије и њено постављање у симулираним условима

Усвојене димензије кутије



Израда мерне кутије и њено постављање у симулираним условима

Израда кутије

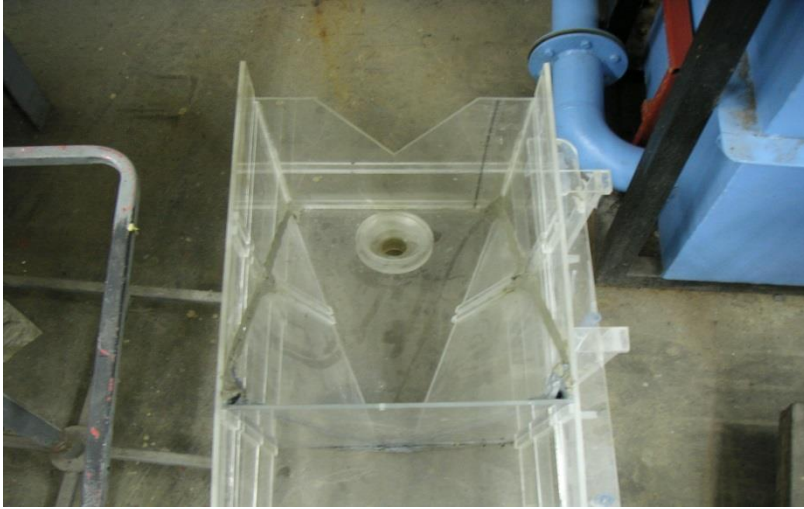
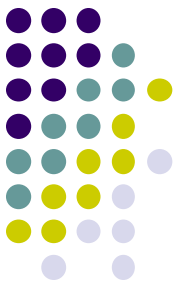


photo by: Aleksandra Mladenovic



Израда мерне кутије и њено постављање у симулираним условима

Постављање кутије у симулираним условима



photo by: Aleksandra Mladenović

Израда мерне кутије и њено постављање у симулираним условима

Диспозиција природа - лабораторија

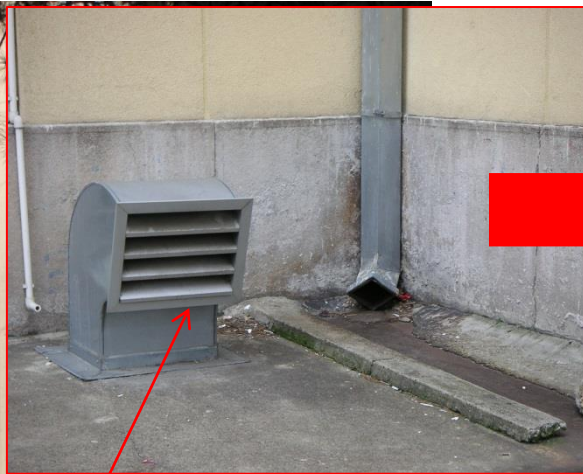
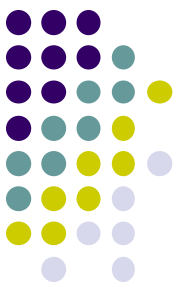


photo by: Aleksandra Mladenović

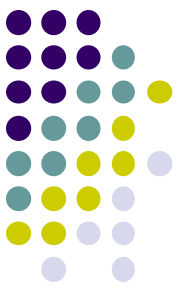
Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)

Потребна опрема



- ЕМ мерило протока које се испитује
- Радна еталон посуда запремине 100 л
- Радна еталон посуда запремине 1000 л
- Рачунар повезан са логером
- Контролно мерило на коме је већ извршена калибрација
- Пратећа опрема и инсталације (цеви, затварачи, пумпа, преливи, изливни базен)

Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)



Теоријске основе

Индуковани напон који добијамо у ЕМ мерилу протока (U), аналоган је индукованој ЕМ сили (ε) у праволинијском проводнику који се креће у магнетном пољу дефинисаној сл. формулом:

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot l \cdot \sin \alpha$$

l – дужина проводника који се креће

v - брзина којом се креће

B – ЕМ индукција

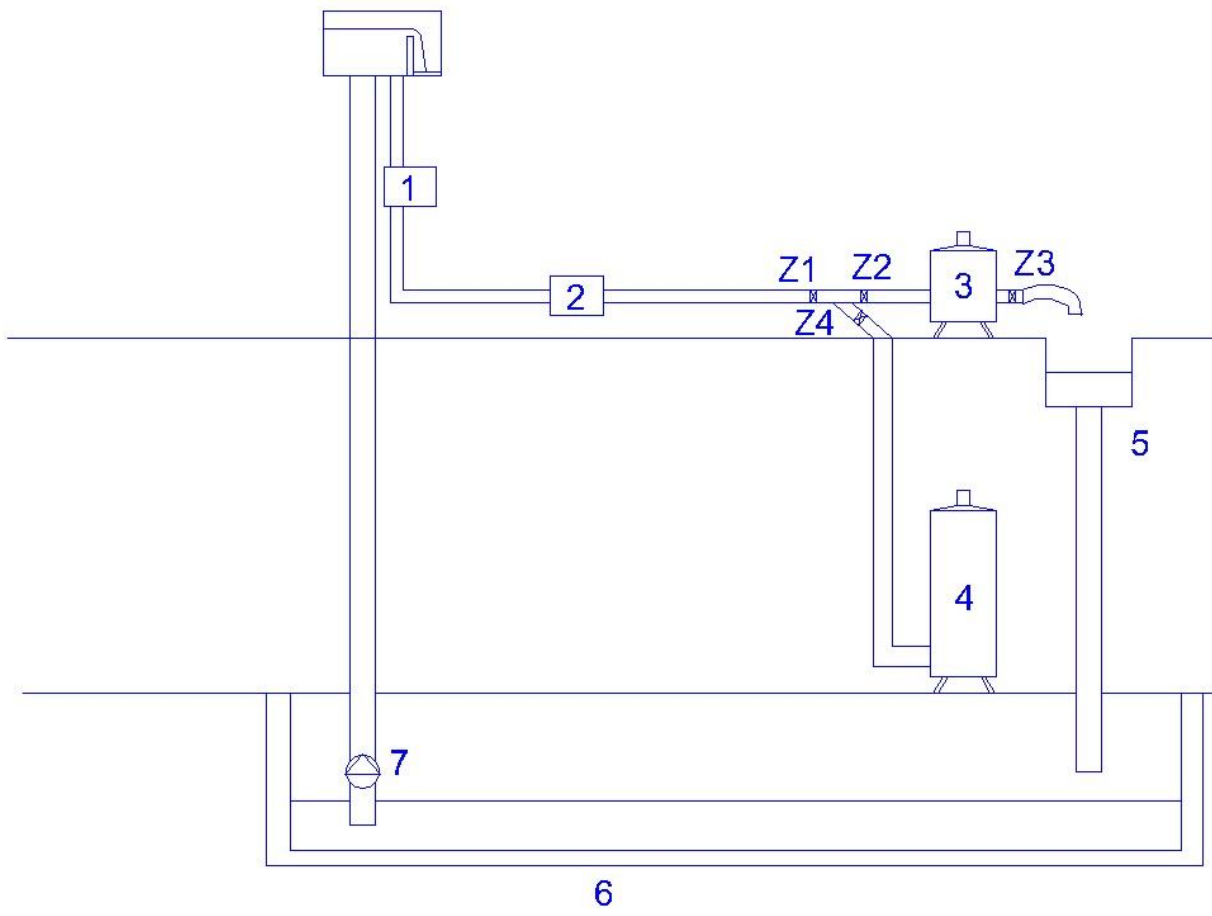
α – угао који заклапају вектори B и v , у нашем случају

$\alpha=90^\circ$

Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)

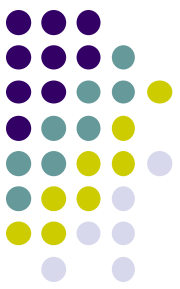


Изглед апаратуре



- 1 КОНТРОЛНО МЕРИЛО $\varnothing 125$
- 2 МЕРИЛО У ИСПИТИВАЊУ $\varnothing 50$
- 3 РАДНА ЕТАЛОН ПОСУДА 100 L
- 4 РАДНА ЕТАЛОН ПОСУДА 1000 L
- 5 ИЗЛИВ
- 6 БАЗЕН СА ВОДОМ
- 7 ПУМПА

Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)



Опис рада

- Мери се запремина воде која протекне кроз мерило и напуни еталон посуду.
- Радне еталон посуде су мале мерне неизвесности од 0.05%, где се у суженом грлу одређује полазна и крајња тачка
- Вентилом 1 се задаје радни проток, а вентилом 2 и 4 отвара и затвара систем
- Испред и иза испитиваног мерила мора постојати прописана деоница правог цевовода истог пречника као и мерило (обично $20 D$ и $5 D$)

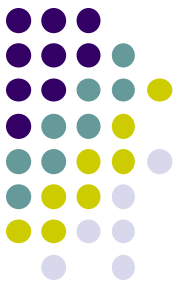
Калибрација ЕМ – мерила протока Ø50mm (доње мерило)

Резултати мерења

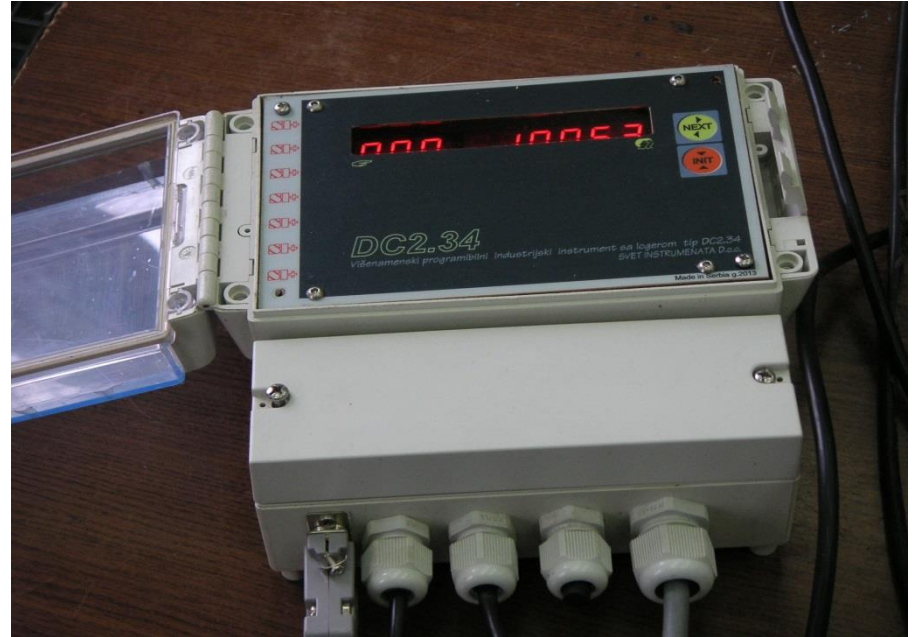


Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)

Изгледи мерила

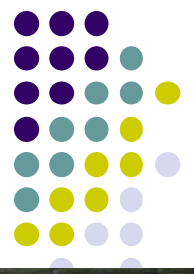


Електромагнетни давач протока
Тип: EM-DN50 NP10



Вишенаменски програмабилни
индустријски инструмент са логером
Тип: DC 2.34

Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 50\text{mm}$ (доње мерило)



Изгледи еталон посуда



Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 38\text{mm}$ (горње мерило)



Опис рада

- На основу већ калибрисаног доњег мерила протока (мерило низводно од кутије) извршена је калибрација горњег мерила (низводно од хидранта)

Слика: Горње мерило низводно од хидранта

Слика: Хидрант којим упуштамо проток



photo by: Aleksandra Mladenović

Калибрација ЕМ – мерила протока $\varnothing 38\text{mm}$ (горње мерило)

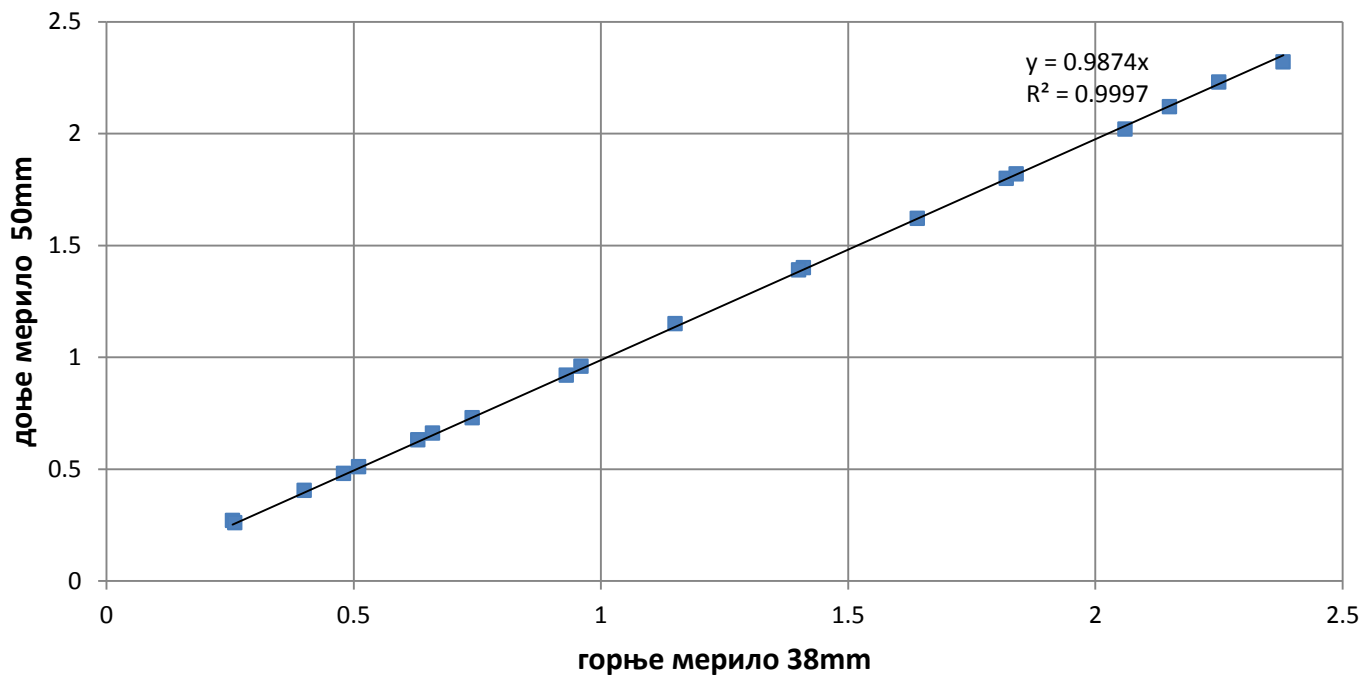


Обрада резултата

Калибрација горњег ЕМ-мерила 38mm

| мерење | горње мерило Q[l/s] | доње мерило Q[l/s] |
|--------|------------------------|-----------------------|
| 1 | 2.38 | 2.32 |
| 2 | 2.15 | 2.12 |
| 3 | 2.06 | 2.02 |
| 4 | 1.82 | 1.8 |
| 5 | 1.64 | 1.62 |
| 6 | 1.41 | 1.4 |
| 7 | 1.15 | 1.15 |
| 8 | 0.93 | 0.92 |
| 9 | 0.66 | 0.66 |
| 10 | 0.51 | 0.51 |
| 11 | 0.4 | 0.405 |
| 12 | 0.255 | 0.27 |
| 13 | 2.25 | 2.23 |
| 14 | 1.84 | 1.82 |
| 15 | 1.4 | 1.39 |
| 16 | 0.96 | 0.96 |
| 17 | 0.74 | 0.73 |
| 18 | 0.63 | 0.63 |
| 19 | 0.48 | 0.48 |
| 20 | 0.26 | 0.26 |

Калибрација горњег ЕМ-мерила 38mm



$$\text{график: } Q_{\text{ДОЊЕ МЕРИЛО}} = 0.9874 * Q_{\text{ГОРЊЕ МЕРИЛО}}$$



Калибрација Томсоновог прелива

Алгоритам рада

1. Затварање дела апаратуре (проток кроз доњи мерач једнак је нули)
2. Пуштање протока преко хидранта
3. Мерење висине преливног млаза помоћу мерне игле
4. Обрада резултата која подразумева:
 - Бележење протока пуштених у систем
 - Одређивање протока преко Томсоновог прелива преко USB-овог критеријума
 - Упоредивање измерених и израчунатих вредности протока
 - Цртање дијаграма зависности измерених и израчунатих вредности протока
 - Одређивање зависности поменутих протока



[ВИДЕО>>>](#)



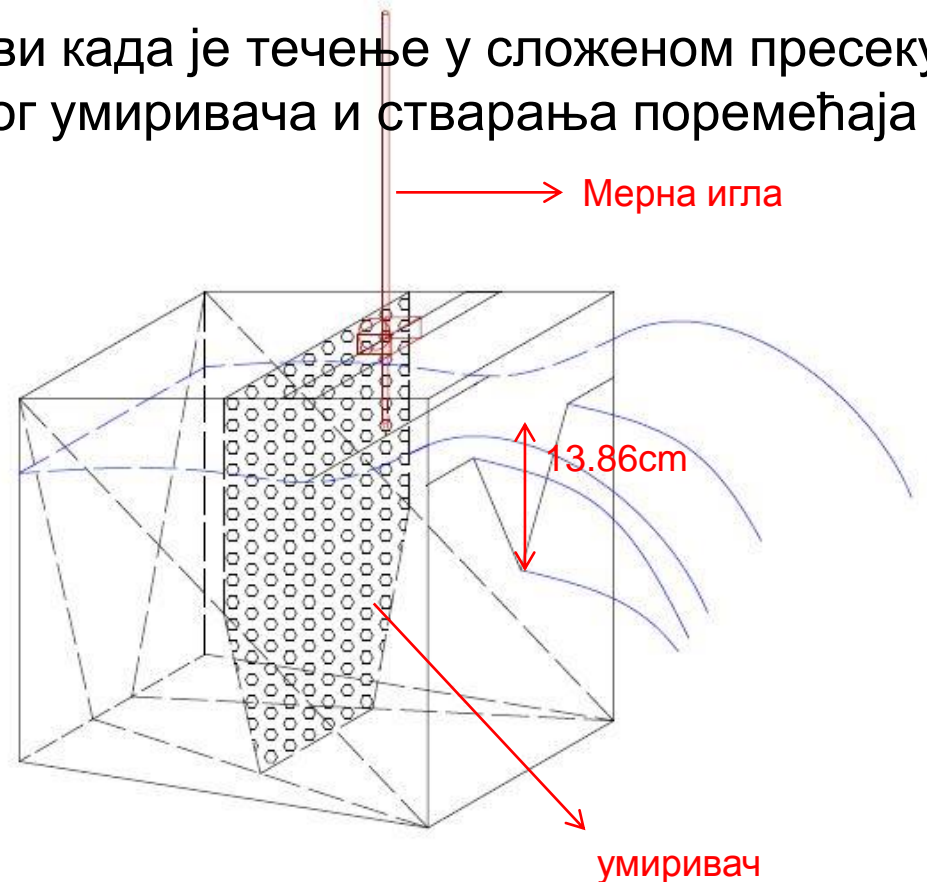


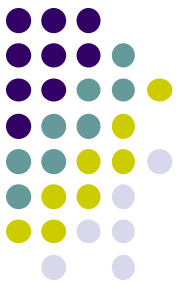
Калибрација Томсоновог прелива

Услови у којима важи усвојена апаратура

*Напомена: Код одређивања одступања *нису узимани у обзир протоци већи од 3 l/s* (усвојена апаратура није предвиђена за протоке изнад те вредности)

**Напомена: Нису разматрани услови када је течење у сложеном пресеку (прелив преливен, због неадекватног умиривача и стварања поремећаја у току)

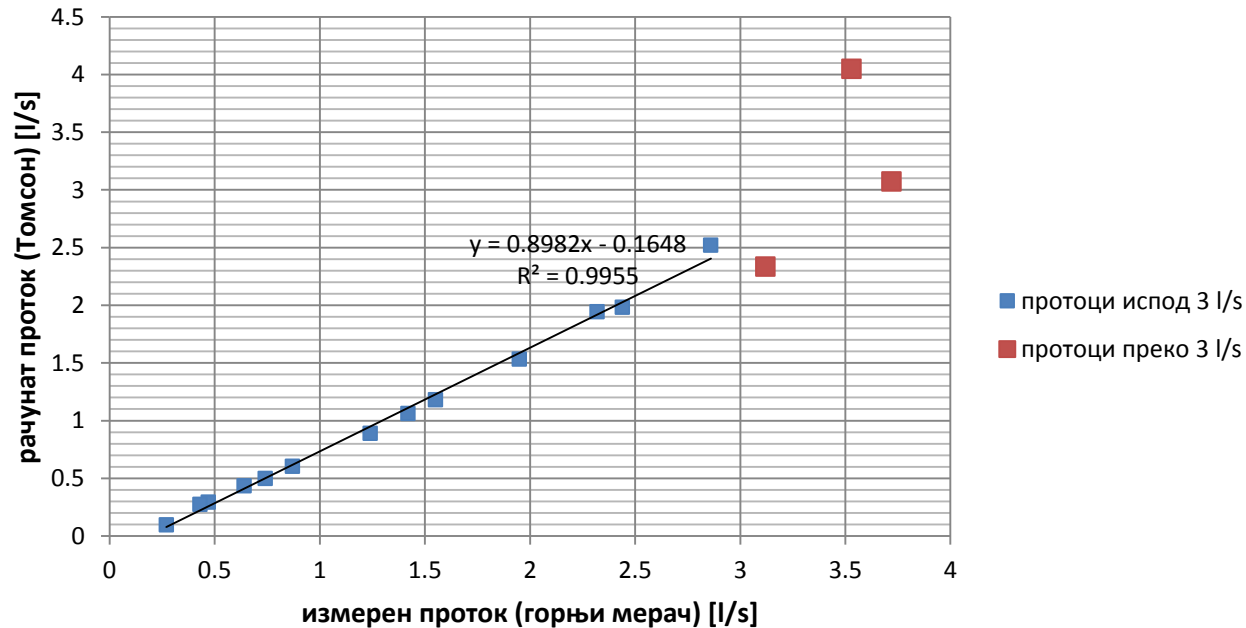




Калибрација Томсоновог прелива

Обрада резултата мерења

Зависност измерених и израчунатих протока



$$USBR : Q_{RA\check{C}} = 4.28 * Ce * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h_{1e}^{5/2}, Ce = 0.709$$

$$h_{1e} = h + k_h, \theta = 60^\circ, k_h = 0.0036$$

$$\text{график} : Q_{RA\check{C}} = 0.8982 * Q_{MER} - 0.1648$$

$$Q_{MER} = \frac{Q_{RA\check{C}} + 0.1648}{0.8982}$$



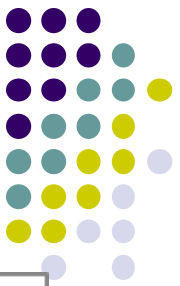
Провера једначине континуитета

Алгоритам рада

1. Пре упуштања протока преко хидранта потребно је на апаратури обезбедити проток преко прелива кроз цев преко доњег мерила
2. Очитавање и забележавање протока на горњем и доњем мерилу
3. Очитавање висине преливног млаза на Томсону помоћу мерне игле
4. Обрада резултата и одређивање одступања од одржања масе

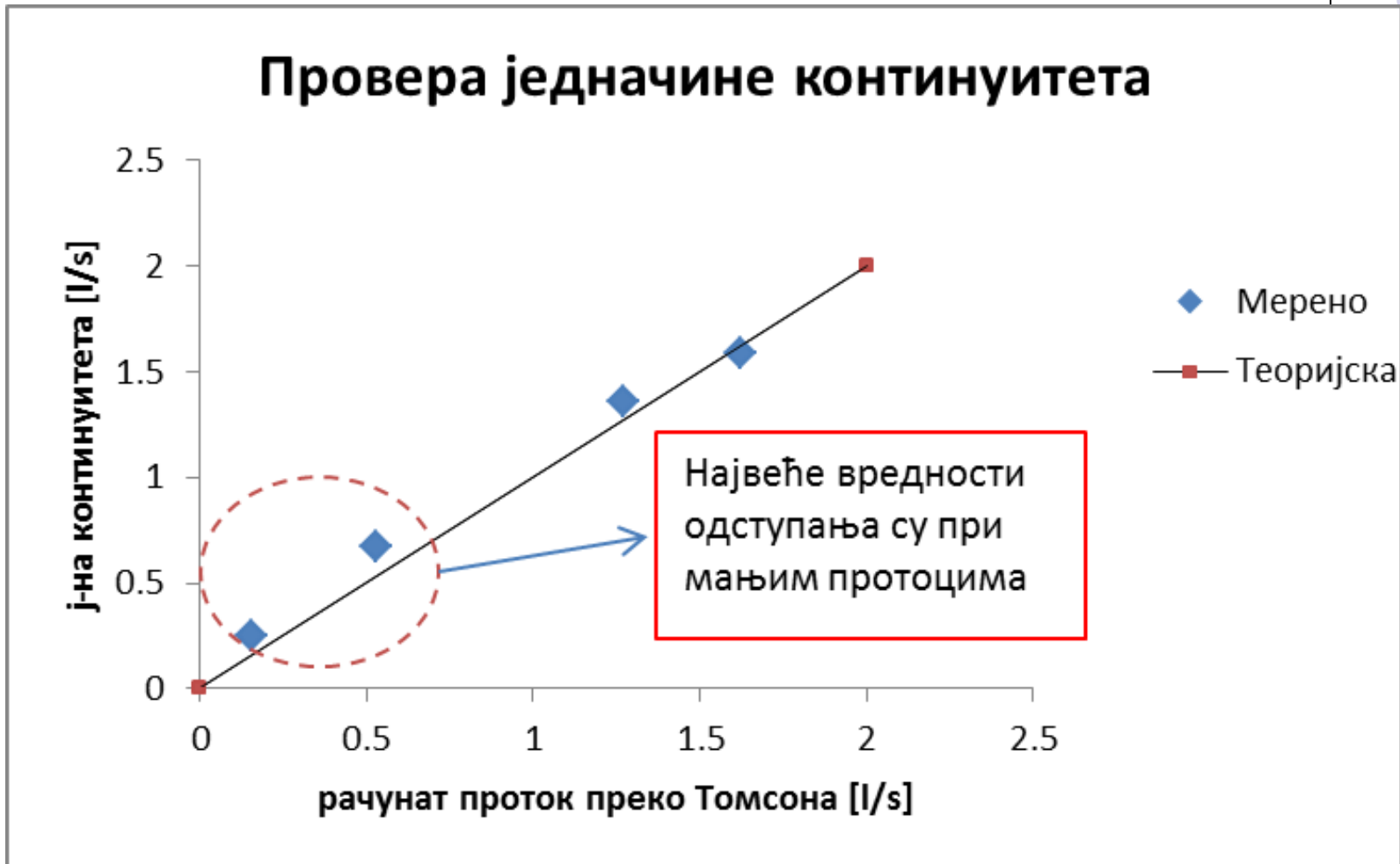


photo by: Aleksandra Mladenović

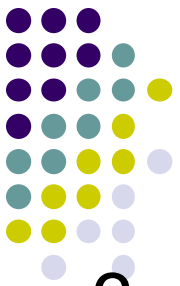


Провера једначине континуитета

Обрада резултата мерења



*Напомена: У овом случају смо били приморани променити коефицијент C_e у једначини не би ли смањили одступања ($C_e=0.711$)



ЗАКЉУЧАК СА ПРЕДЛОГОМ РЕШЕЊА

1. Усвојена кутија је меродавна за протоке до 3 l/s, за веће протоке неопходно је другачије димензионисати кутију и умиривач. Сматра се да би другачије изпројектована апаратура задовољила анализу течења у сложеном пресеку, самим тим и течења при већим протоцима.
2. Претпоставља се да ће апаратура моћи да прихвати и измери 90% протока, тачније протока испод 3 l/s



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!!!

