



Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet
Institut za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo

DIPLOMSKI RAD

TEMA:
ISPITIVANJE SONDI ZA
ULTRAZVUČNO MJERENJE
PROTOKA U SISTEMIMA
SA SLOBODNOM POVRŠINOM

Student:

Ana Đačić 62/07

Beograd 2012

UVOD:

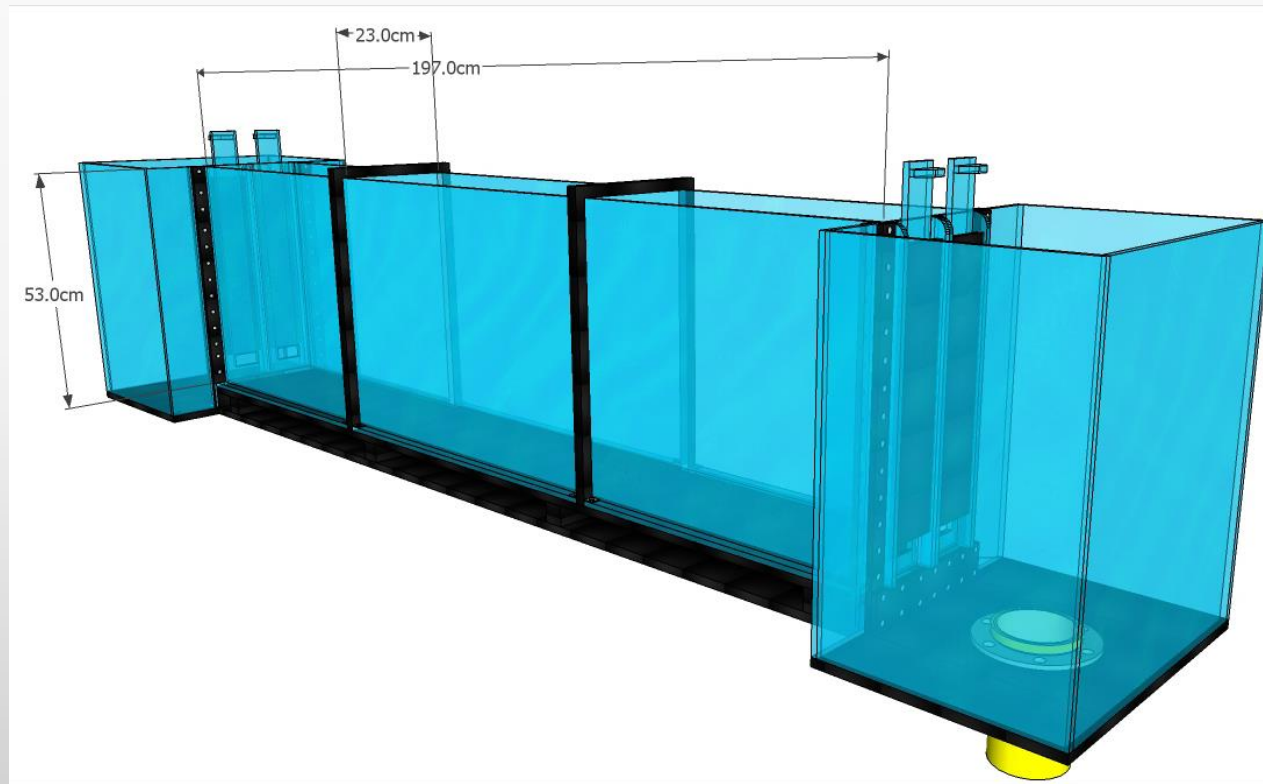
- Potrebe mjerenja protoka u kanalizacionim sistemima
- Ultrazvučni mjerači protoka i princip njihovog rada

$$Q = V_{sr} \cdot A [m^3 / s]$$

- Problemi prilikom mjerenja i razlozi laboratorijskih ispitivanja
- Eksperiment ispitivanja i upoređivanja sonde 3 različita proizvođača UV i 1 proizvođača EM sonde

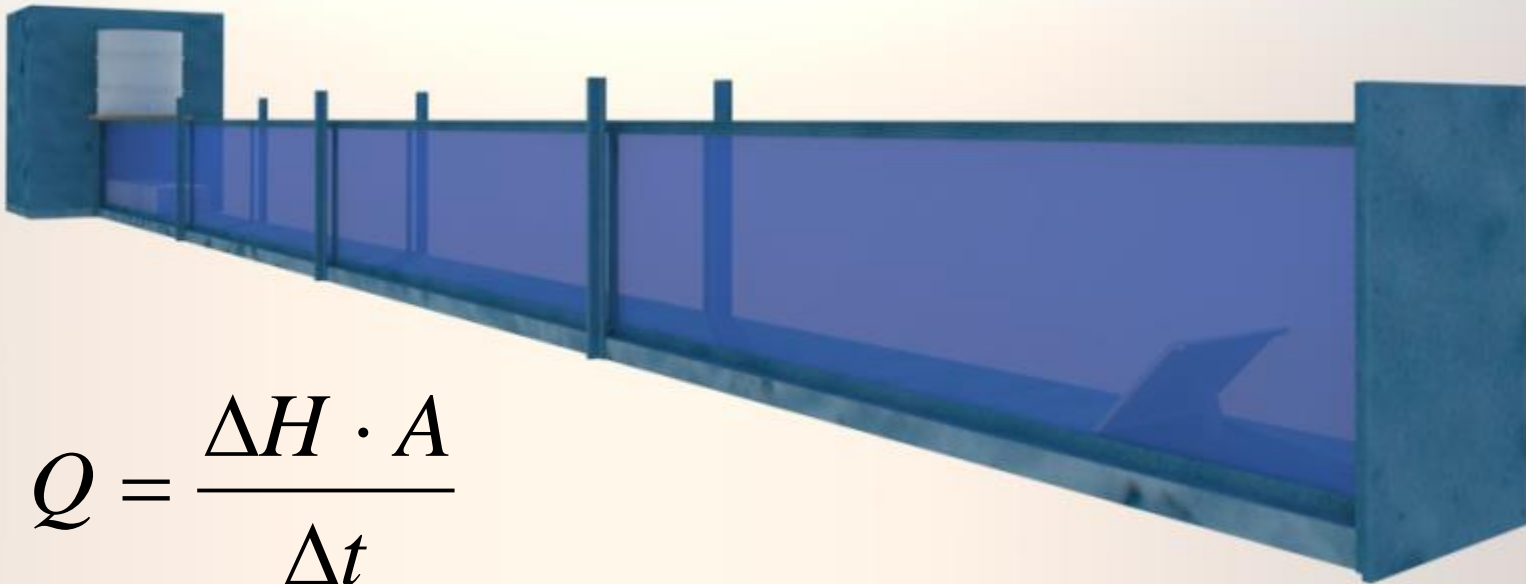
LABORATORIJSKA INSTALACIJA

- Mjerenje u čistoj vodi



LABORATORIJSKA INSTALACIJA

- Mjerenje u mutnoj vodi
 - KROHNE mjerac protoka za etalonske vrijednosti
 - $C_{\text{suspendovanih čestica}} = 0 \div 5 \text{ g/l}$

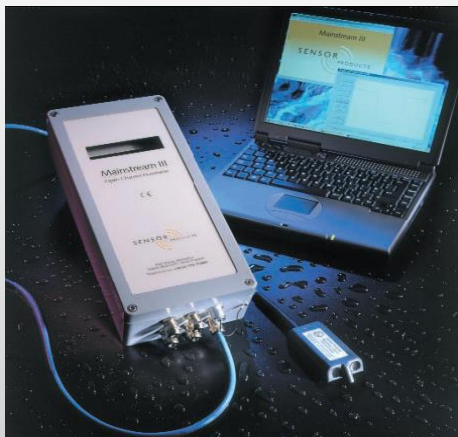


$$Q = \frac{\Delta H \cdot A}{\Delta t}$$

ISPITIVANE SONDE

NIVUS x 2 (GRF i Institut IGH d.d. Zagreb)

- Mjerenje protoka $Q = \bar{v} \times \underline{A}$
- Mjerenje srednje brzine (\bar{v}) na principu kros-korelacione metode
- Prikaz profila brzina na displeju



MAINSTREAM (BVK)

- Nivo se mjeri ultrazvučnom sondom ili korišćenjem piezo-otpornog senzora
- Brzina se mjeri na principu Doplerovog efekta.

ISPITIVANE SONDE

HYDROVISION x2 (Vodovod Rijeka)

- Tabelarni i grfički prikaz podataka
- Mogućnost pristupa podacima preko interneta



DC2-FLAT sonda (Svet Instrumentata) Elektromagnetna sonda

- Princip mjerenja brzine je baziran na Faradejevom zakonu indukcije

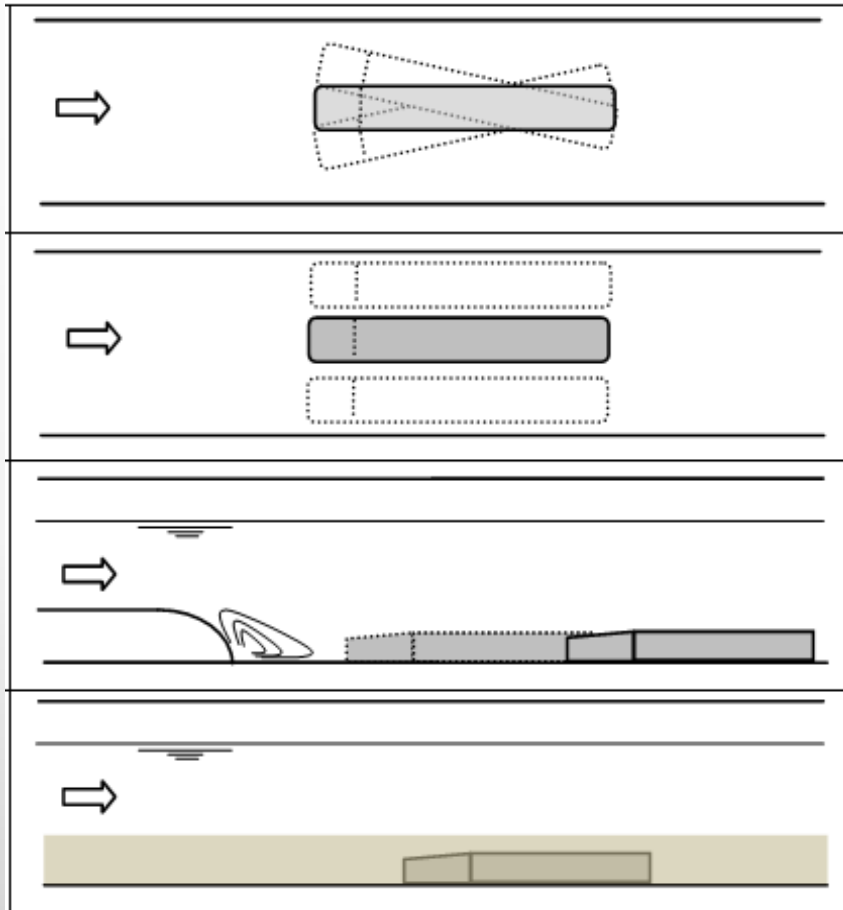
ISPITIVANE SONDE

ULTRAZVUČNI VECTRINO ANEMOMETAR

- Mjerenje vektora brzina u sva 3 pravca(x, y i z)
- Senzor ima jedan predajnik i četiri prijemnika



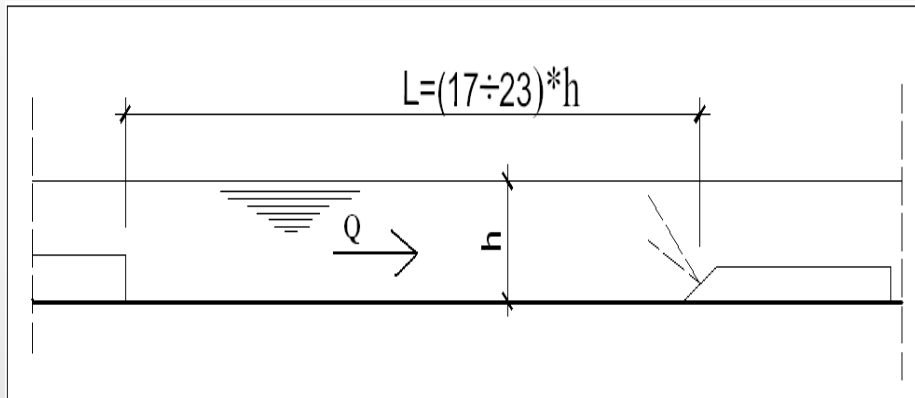
PROGRAM MJERENJA



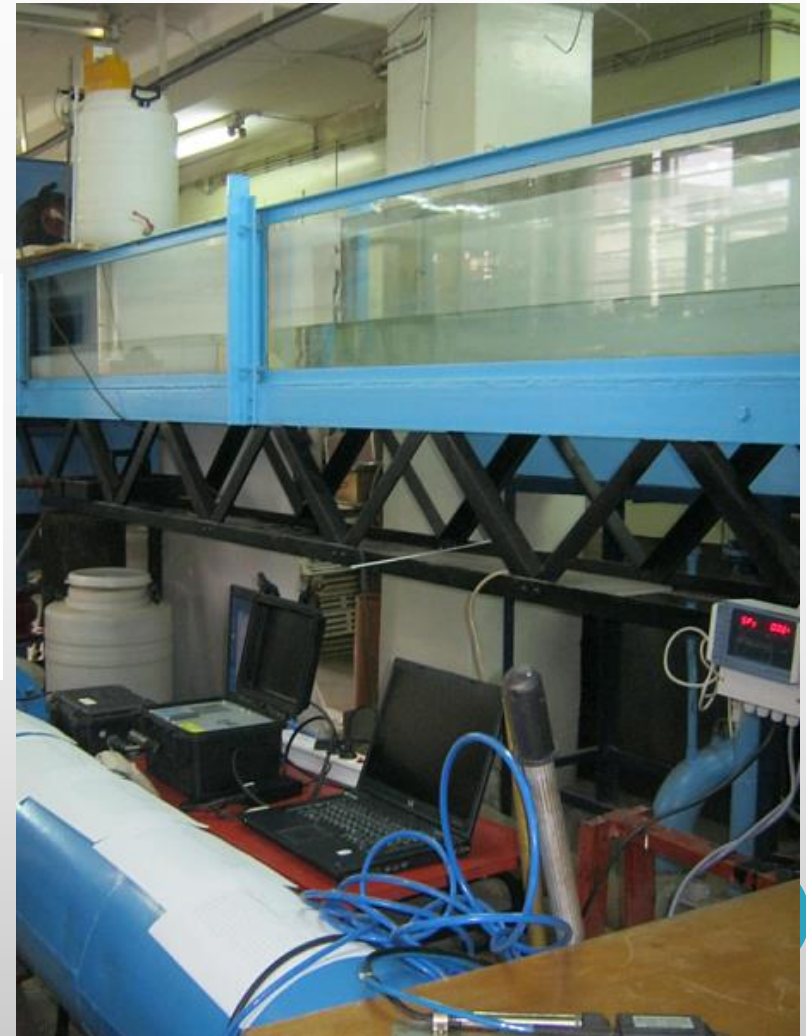
- Provjera u čistoj i zamućenoj vodi
- Provjera mjerača u pogledu uticaja režima tečenja
- Rotacija sonde
- Uticaj zida kanala
- Neuniforman raspored brzina
- Uticaj nanosa na rad sonde

POSTAVLJANJE SONDI

- Sve sonde su postavljane na istom mjestu kako bi uslovi ostali nepromjenjeni

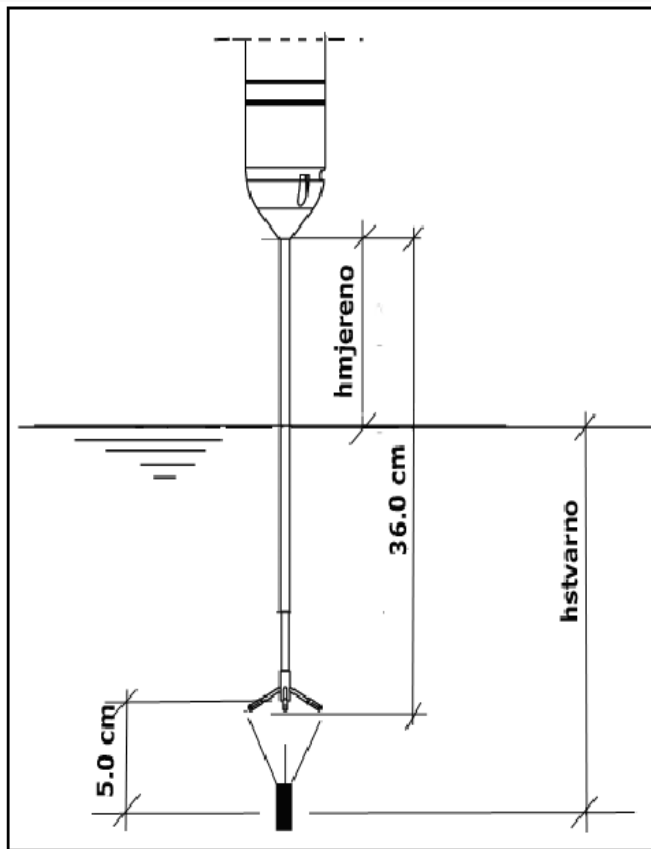


- Prateća oprema sonde je postavljena pored kanala

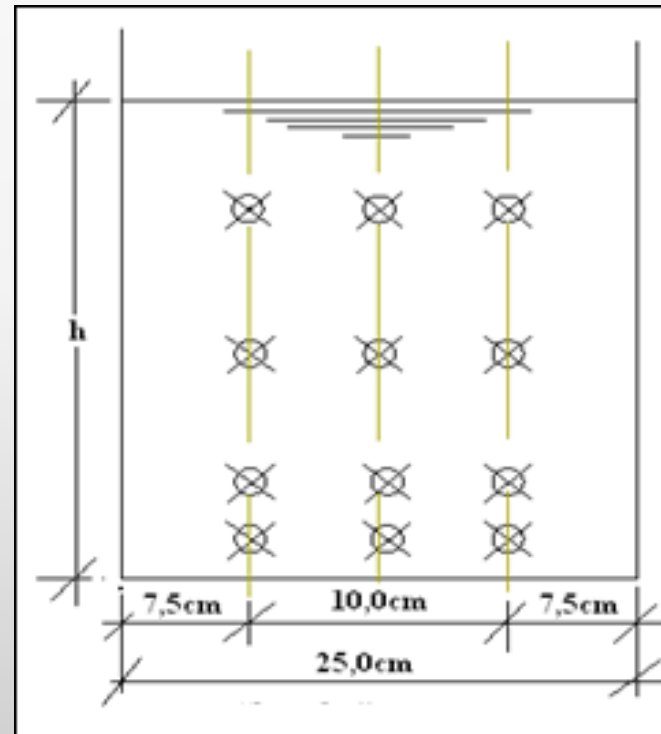


NAČIN MJERENJA VECTRINO ANEMOMETROM

- Mjerenje dubine

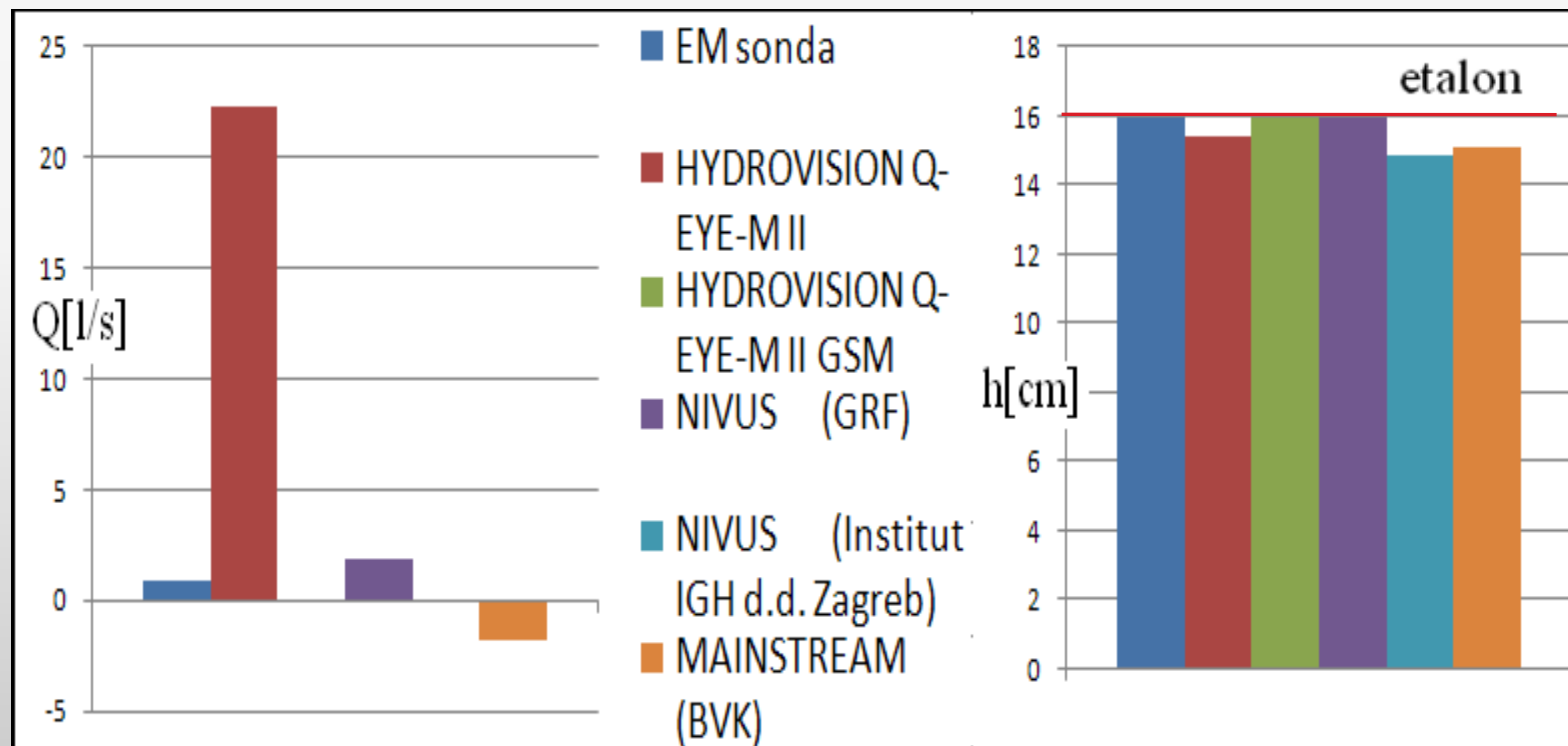


- Raspored tačaka u kojima su se mjerile brzine

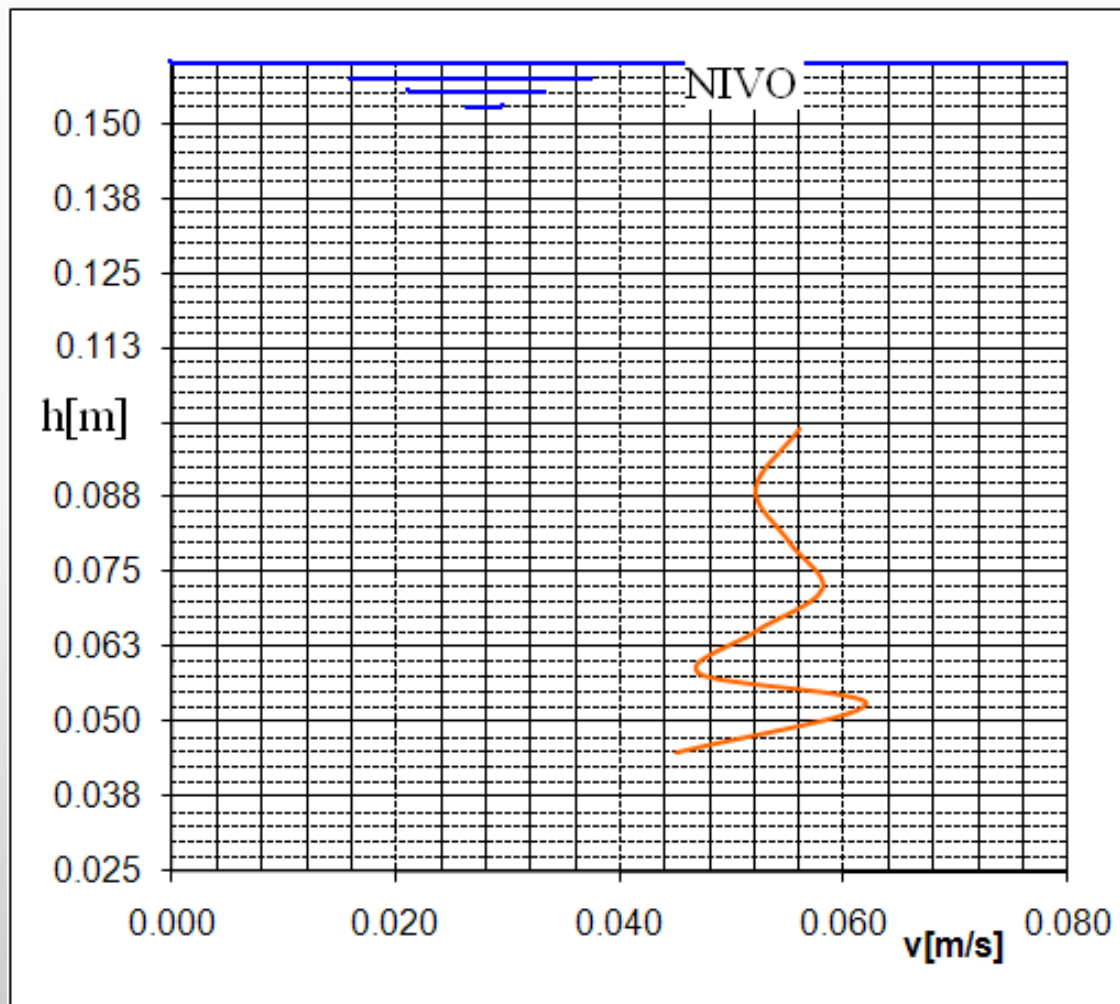


REZULTATI MJERENJA U ČISTOJ VODI

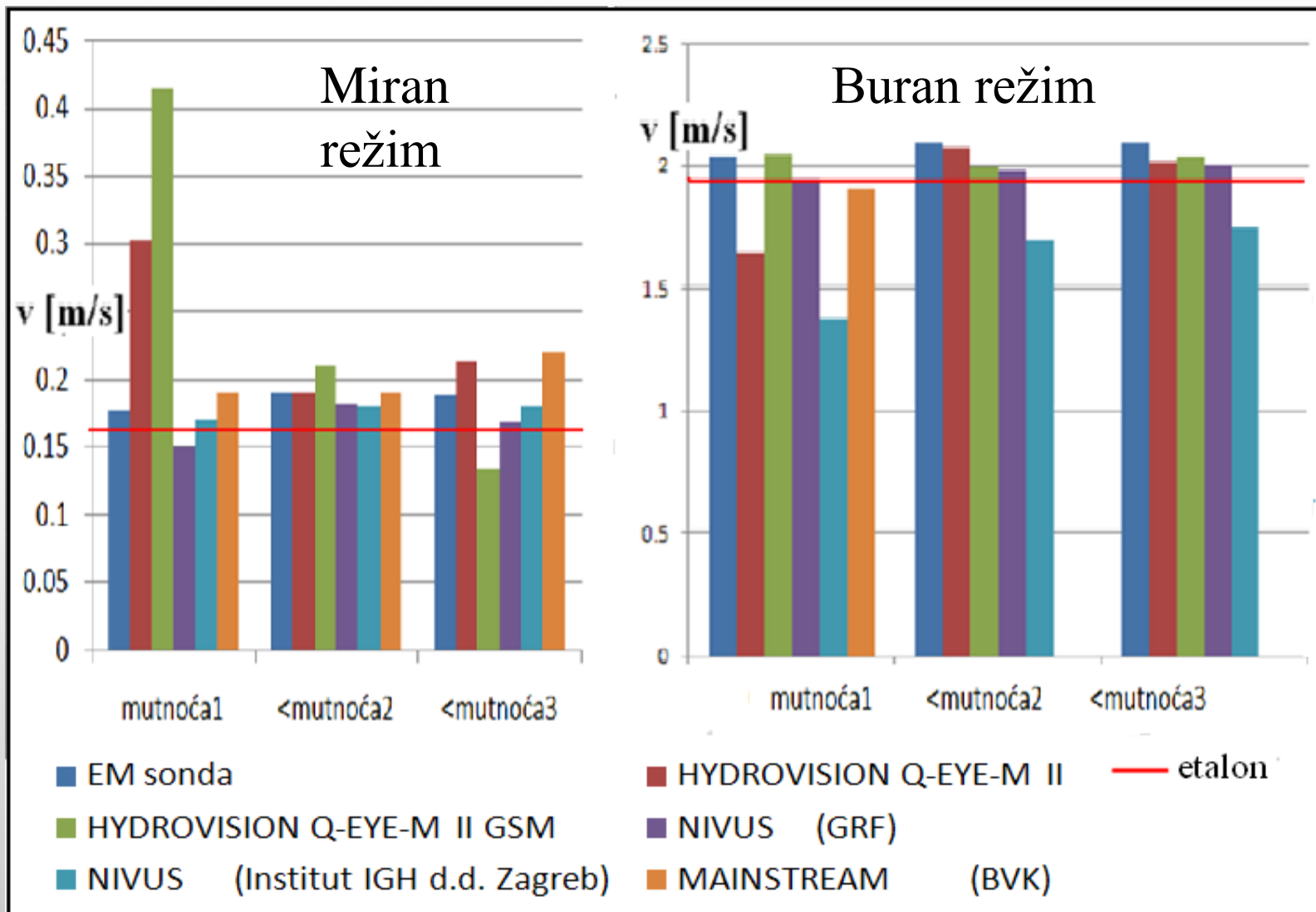
- Ponašanje sonde kao da se nalaze u vodi koja se ne kreće
- Negativne vrijednosti protoka
- Tačne i približno tačne vrijednosti nivoa



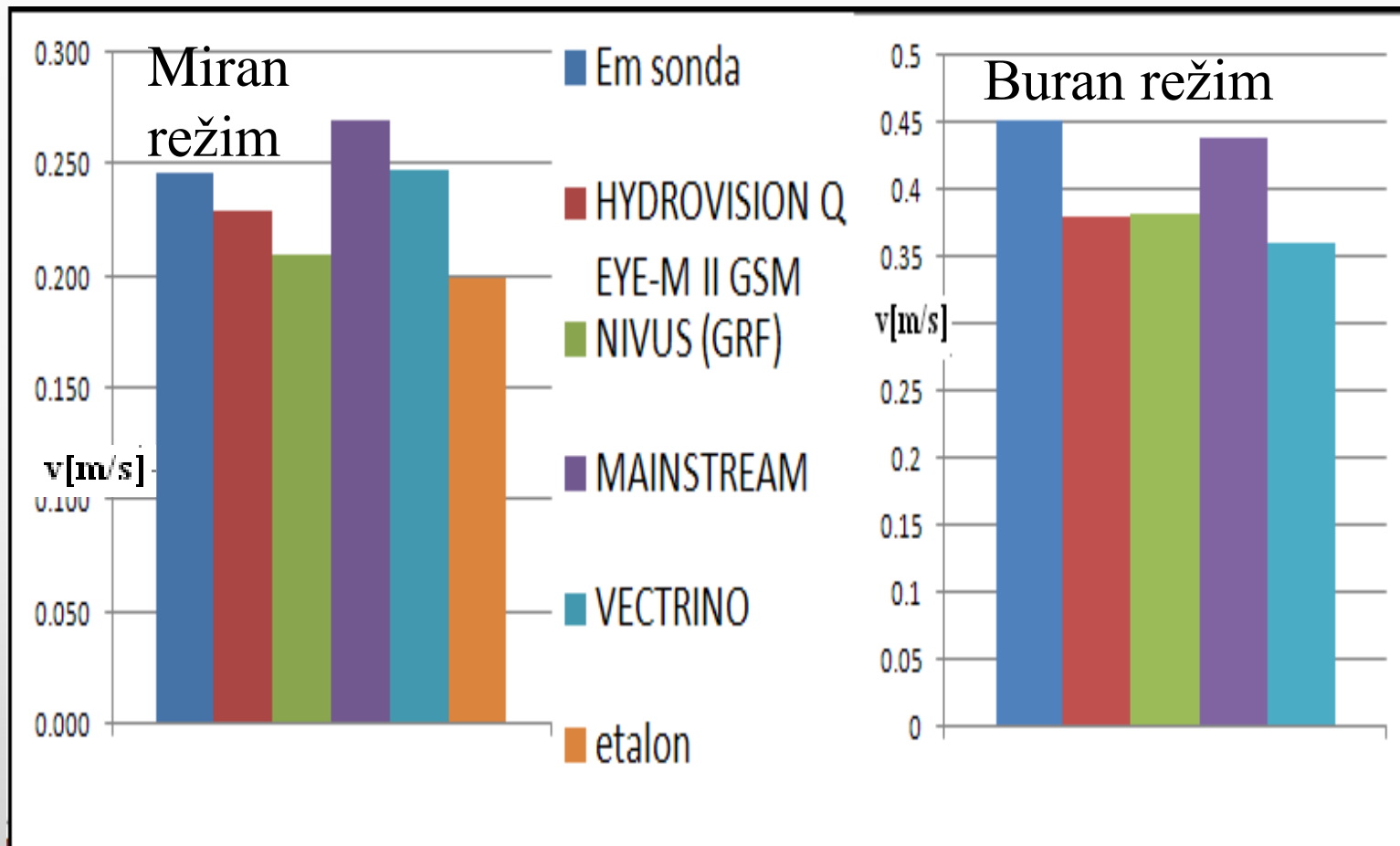
PROFIL BRZINA U ČISTOJ VODI IZMJEREN POMOĆU NIVUS-a



PROVJERA MJERAČA U POGLEDU UTICAJA MUTNOĆE VODE

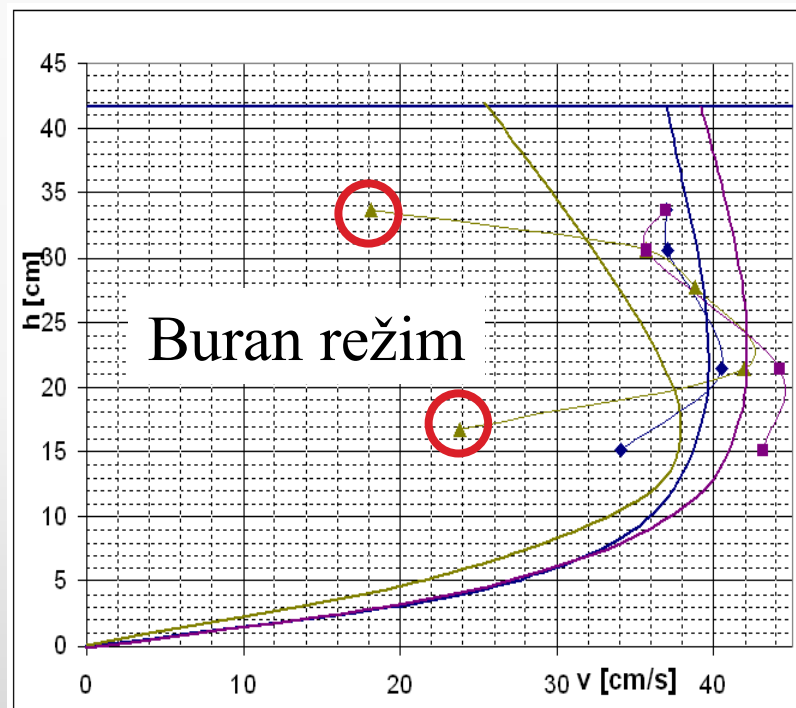
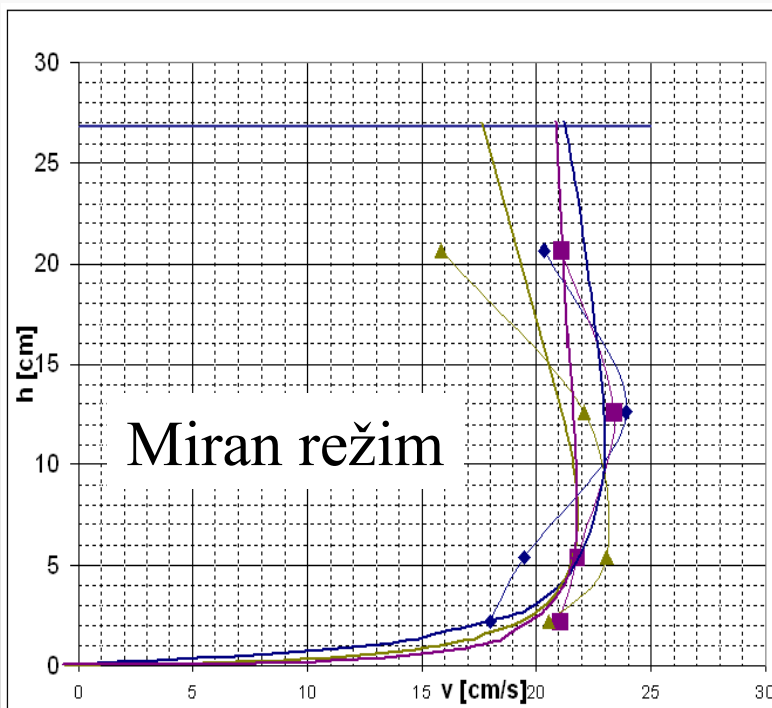


PROVJERA MJERAČA U POGLEDU UTICAJA REŽIMA TEČENJA



PROFIL BRZINA DOBIJEN MJERENJEM POMOĆU VECTRINO ANEMOMETRA

- Veliko odstupanje profila brzina od teorijskih krivih

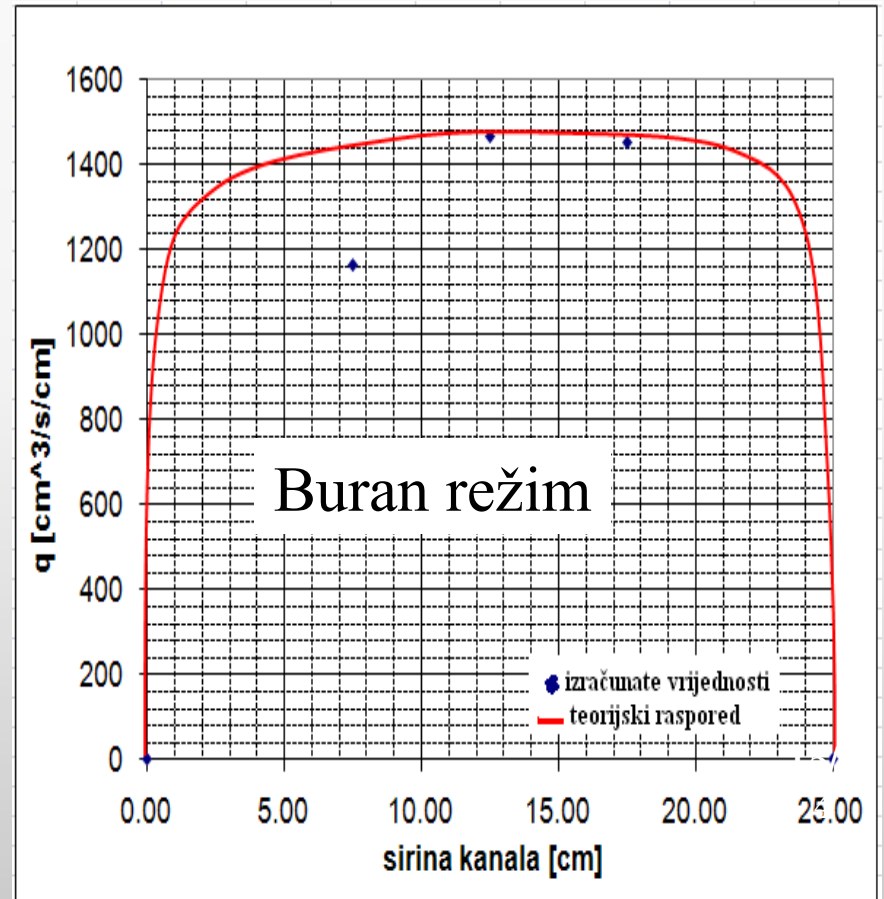
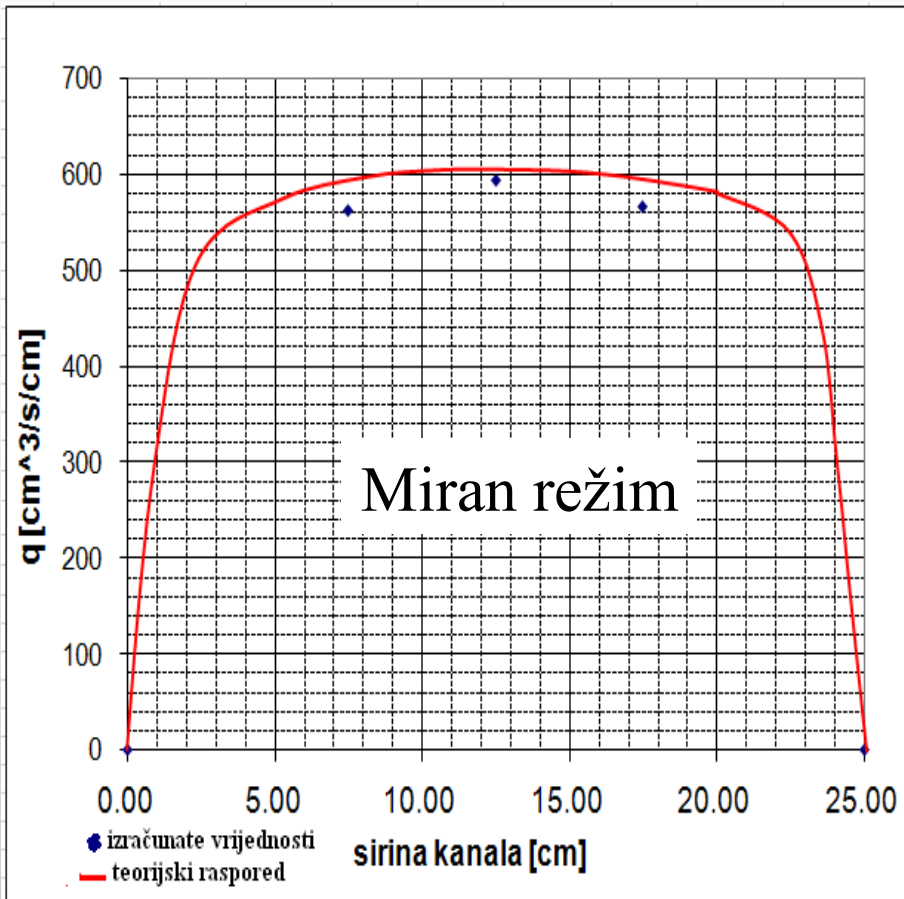


—▲— vertikalala1 —■— vertikalala2 —◆— vertikalala3 — nivo
x=7,5cm x=12,5 cm x=17,5cm

RASPORED PROTOKA PO ŠIRINI KANALA

$$Q = \sum_1^B \frac{q_i + q_{i-1}}{2} \Delta b_i$$

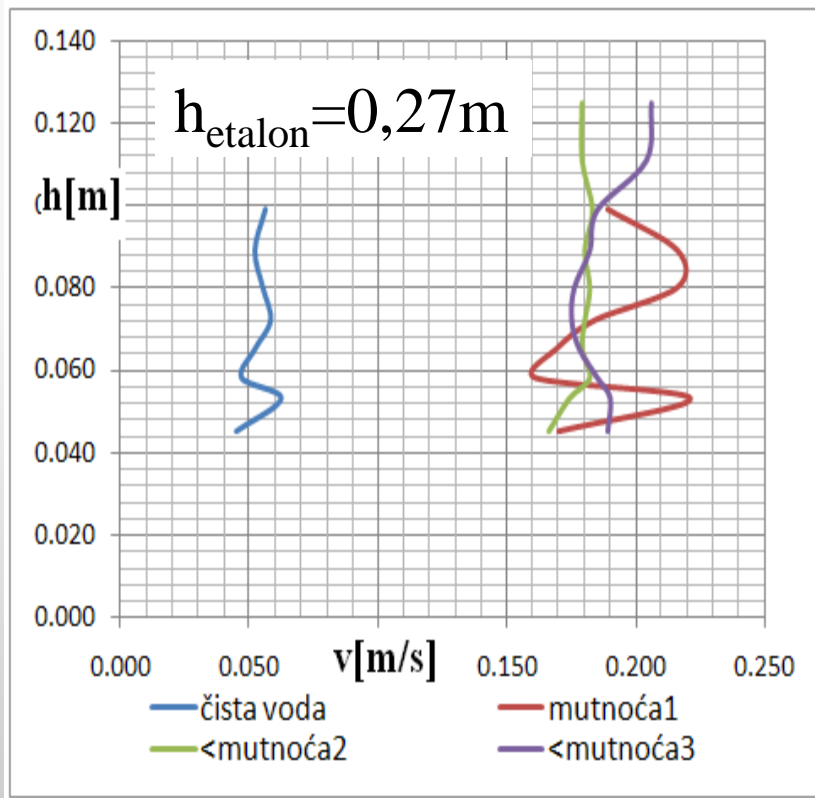
- ◆ Izračunate vrijednosti
- Teorijska kriva



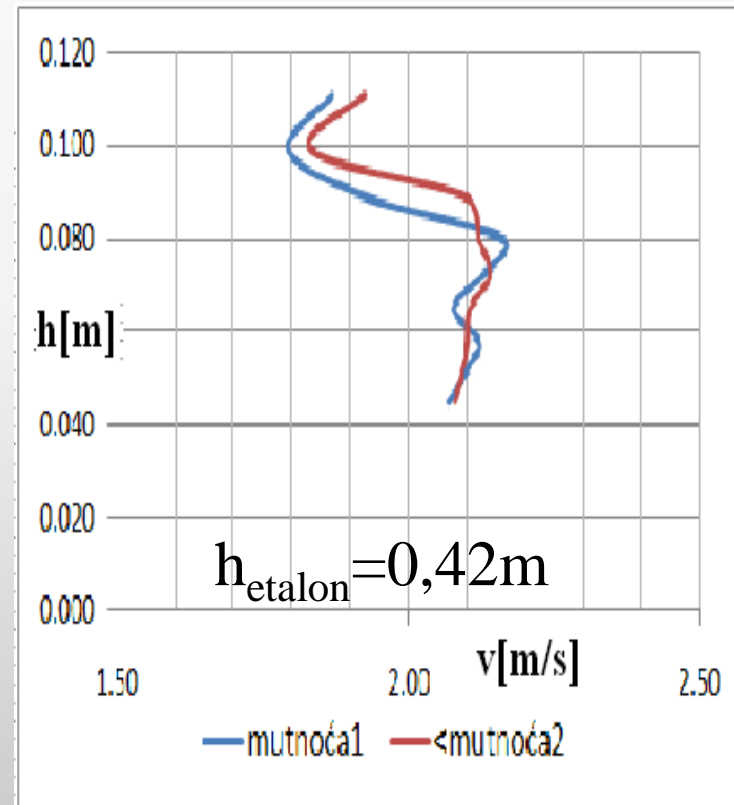
PROFILI BRZINA DOBIJENI MJERENJEM POMOĆU NIVUS SONDE ZA RAZLIČITE REŽIME TEČENJA

- Vrijednosti su očitane sa instrumenta.

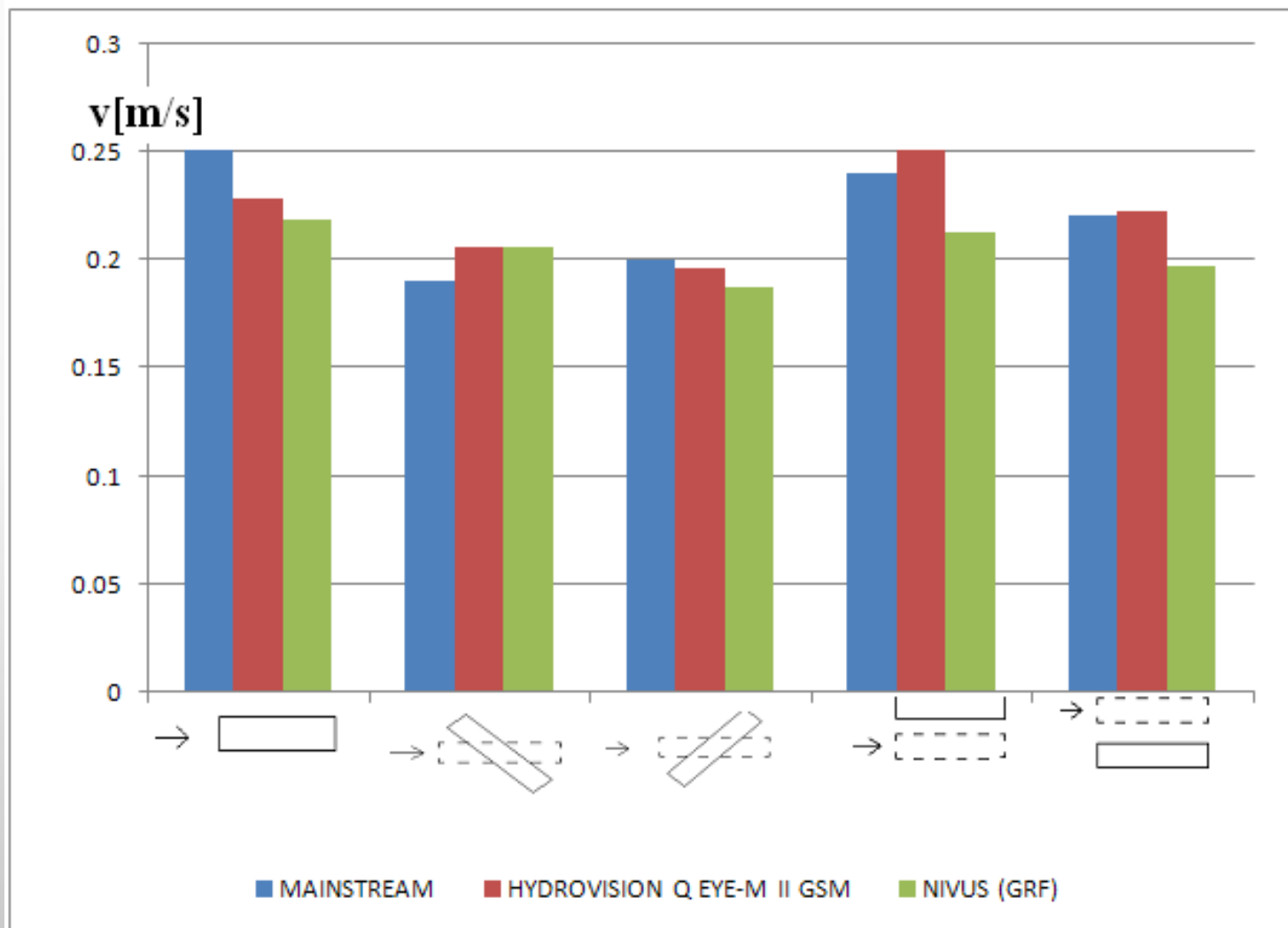
Miran režim



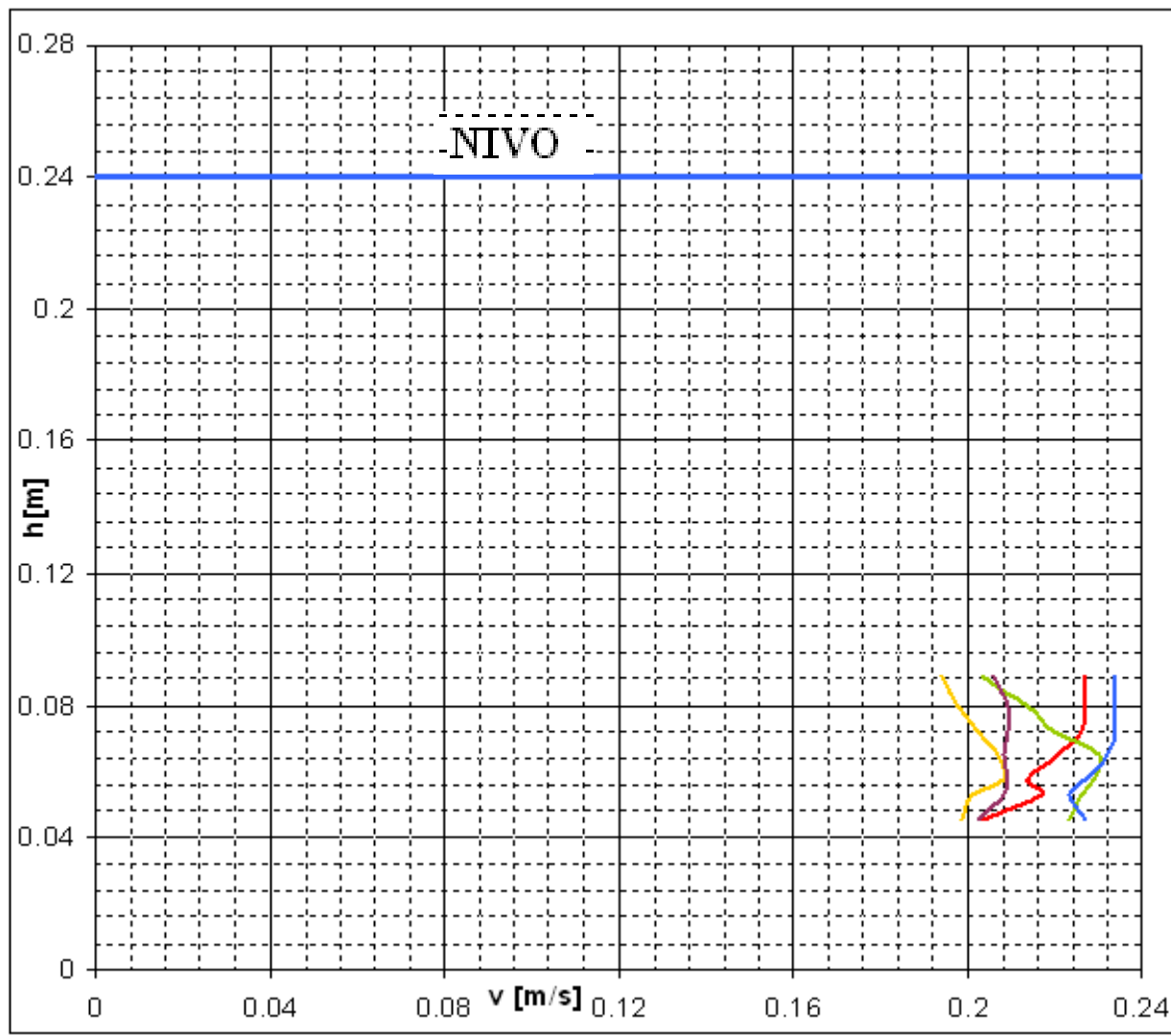
Buran režim



PROVJERA MJERAČA RAZLIČITIM USLOVIMA UGRADNJE



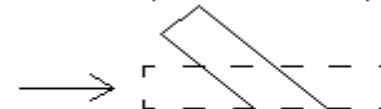
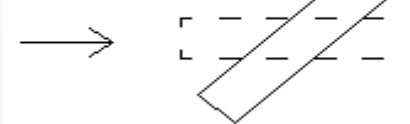
PROFILI BRZINA PRI RAZLIČITIM USLOVIMA UGRADNJE NIVUS SONDJE



— 1 položaj

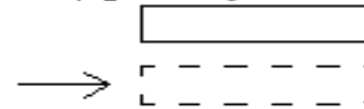


— 2 položaj

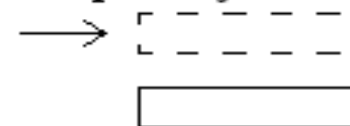


— 3 položaj

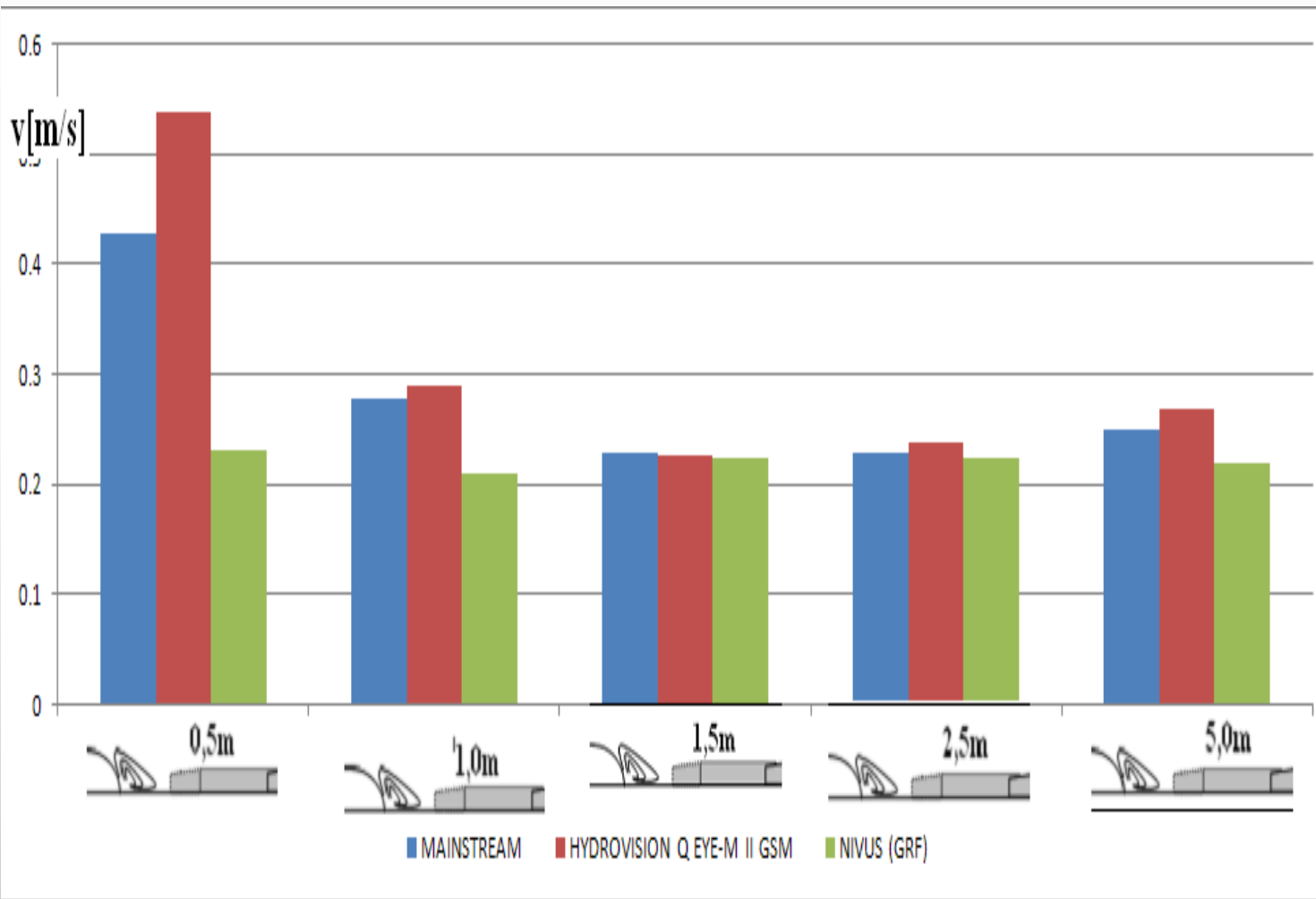
— 4 položaj



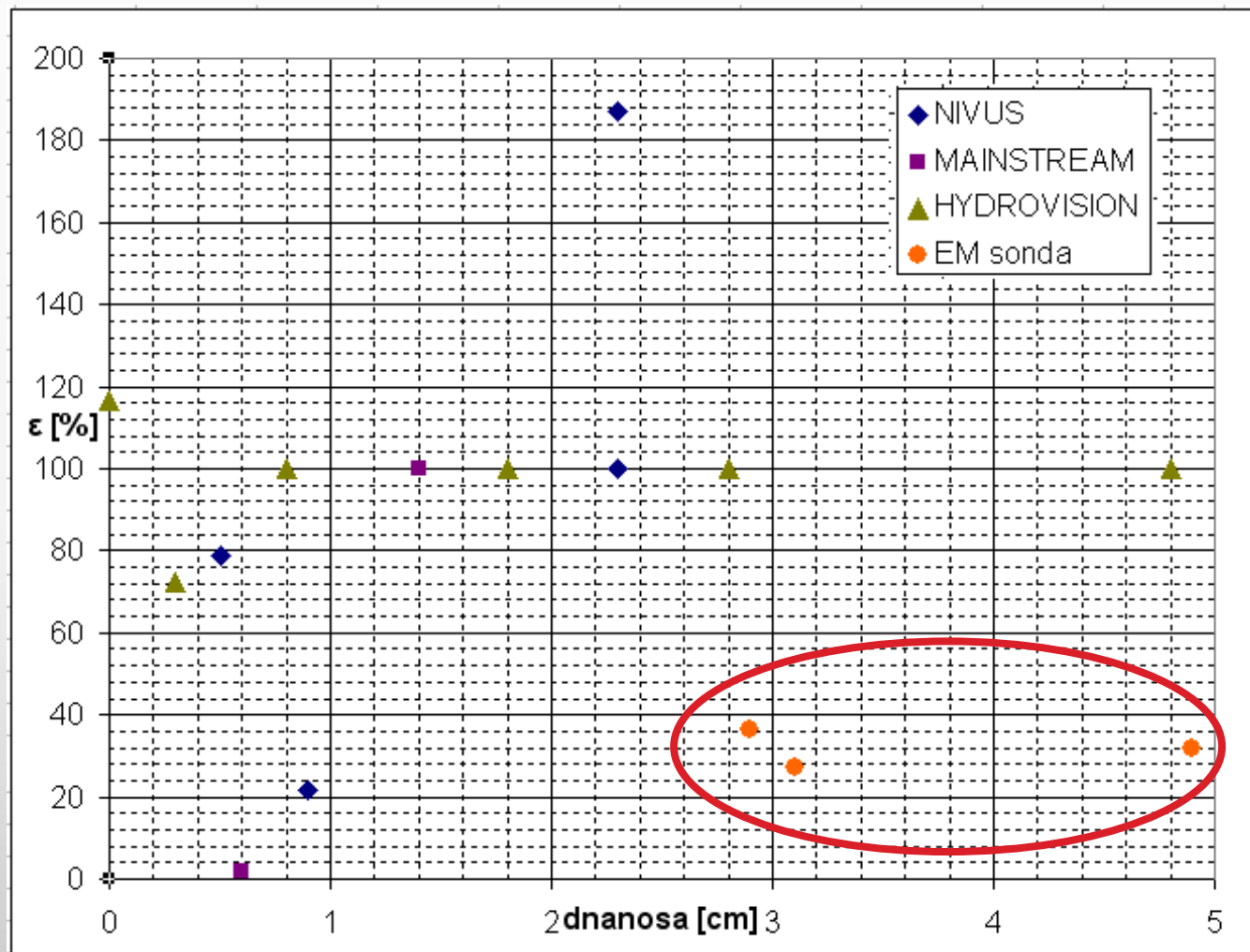
— 5 položaj



PROVJERA MJERAČA NA UTICAJ NEUNIFORMNOG RASPOREDA BRZINA



UTICAJ DEBLJINE NANOSA NA REZULTATE MJERENJA PROTOKA



ZAKLJUČAK

- Neophodno voditi računa o okolnostima u kojima se mjerenje obavlja da bi se dobili pouzdani rezultati.
- Osnovno je dobro poznavanje mjerne opreme i načina njenog rada.
- Neophodno je kritički postupiti rezultatima dobijenim mjerenjem u kanalizacionim sistemima.

HVALA
NA
PAŽNJI

