



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:

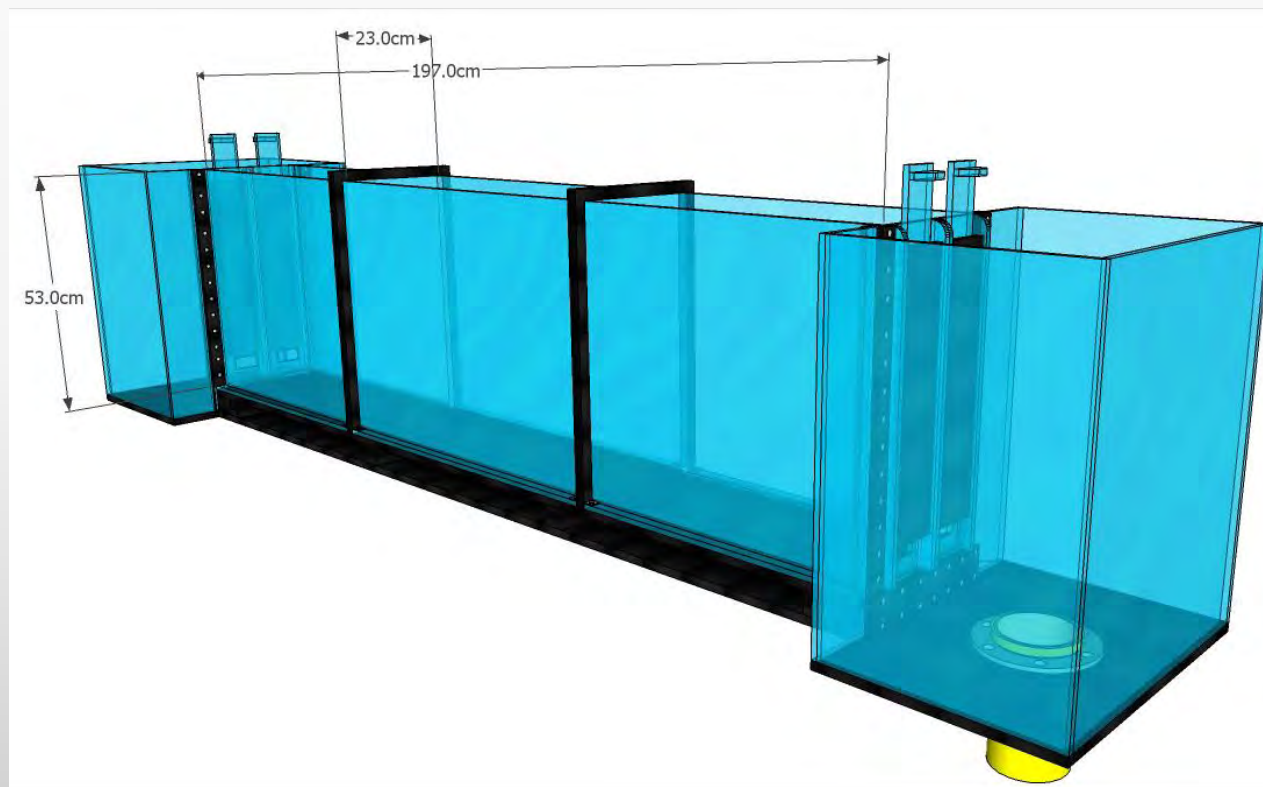
- Potrebe mjerenja protoka u kanalizacionim sistemima
- Ultrazvučni mjerači protoka i princip njihovog rada

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

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

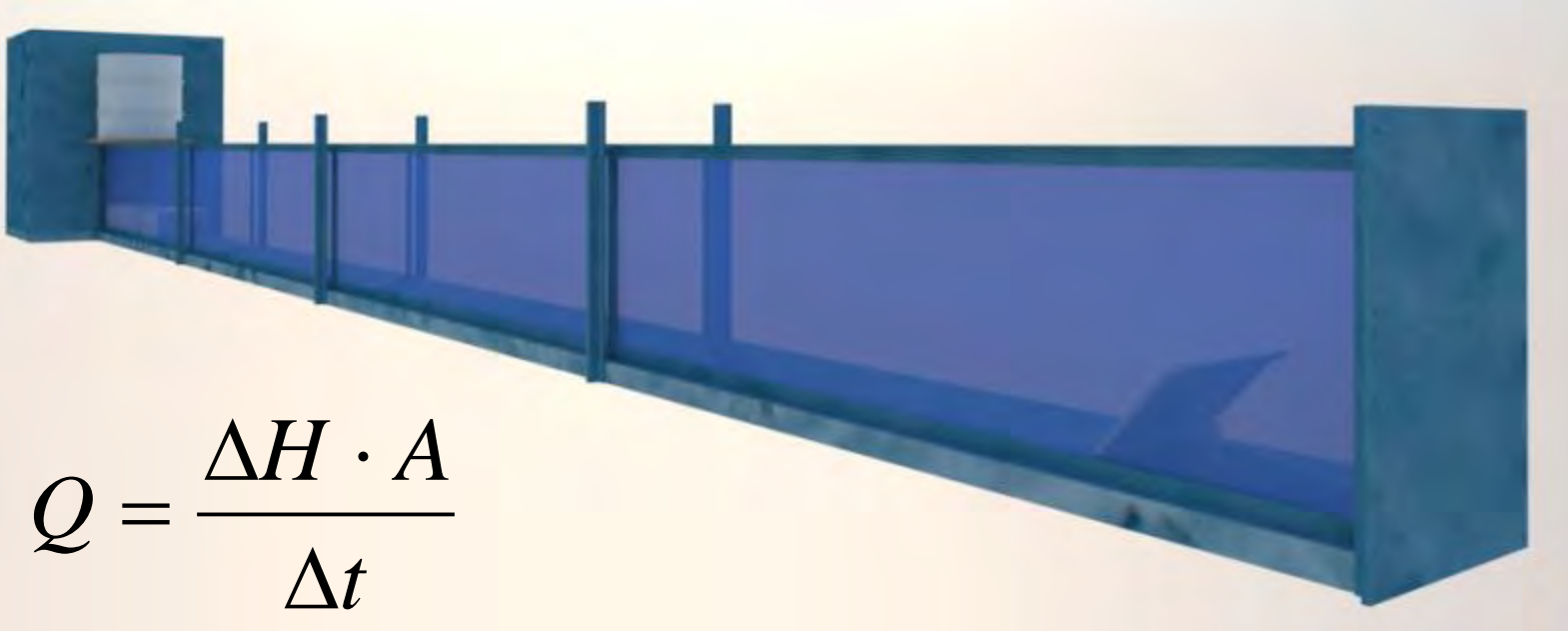
LABORATORIJSKA INSTALACIJA

- Mjerenje u čistoj vodi



LABORATORIJSKA INSTALACIJA

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

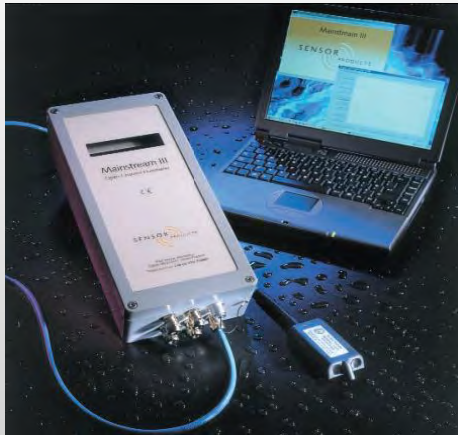


$$Q = \frac{\Delta H \cdot A}{\Delta t}$$

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 Instrumenata)

Elektromagnetna sonda

- Princip mjerenja brzine je baziran na Faradejevom zakonu indukcije

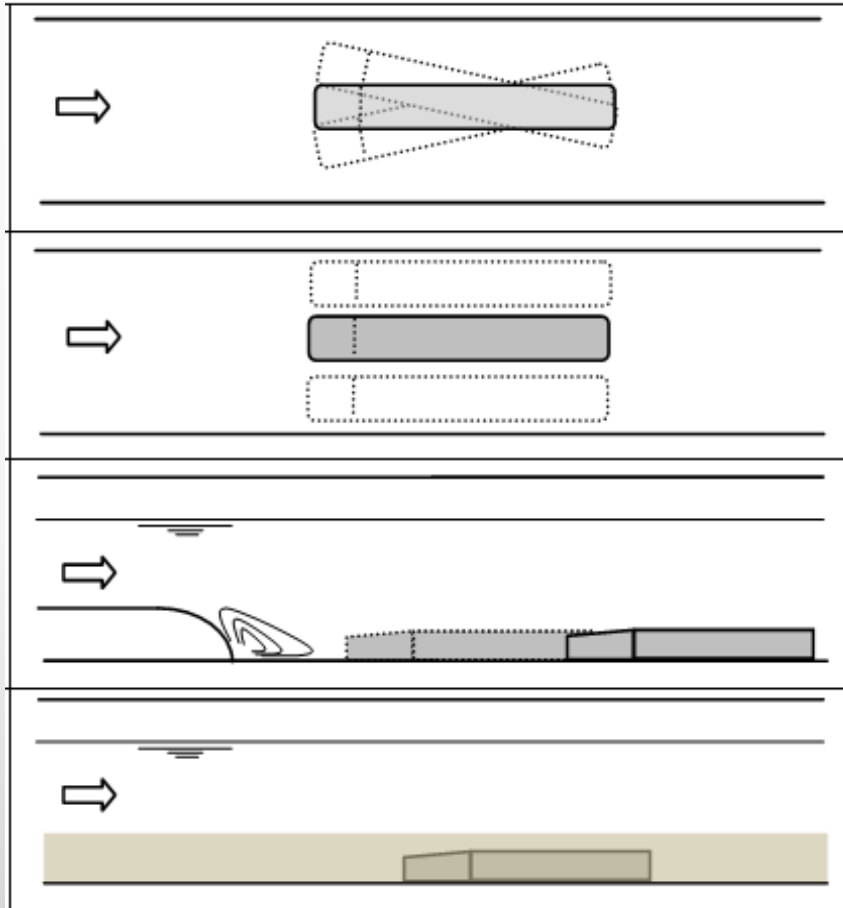
ISPITIVANE SONDE

ULTRAZVUČNI VECTRINO ANEMOMETAR

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



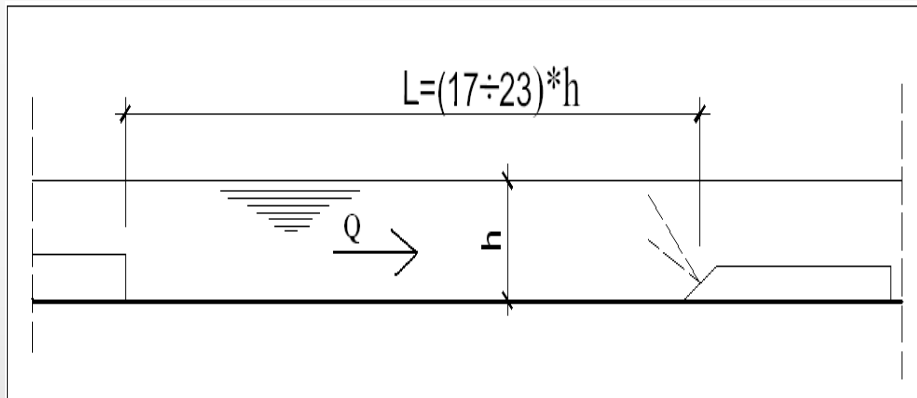
PROGRAM MJERENJA



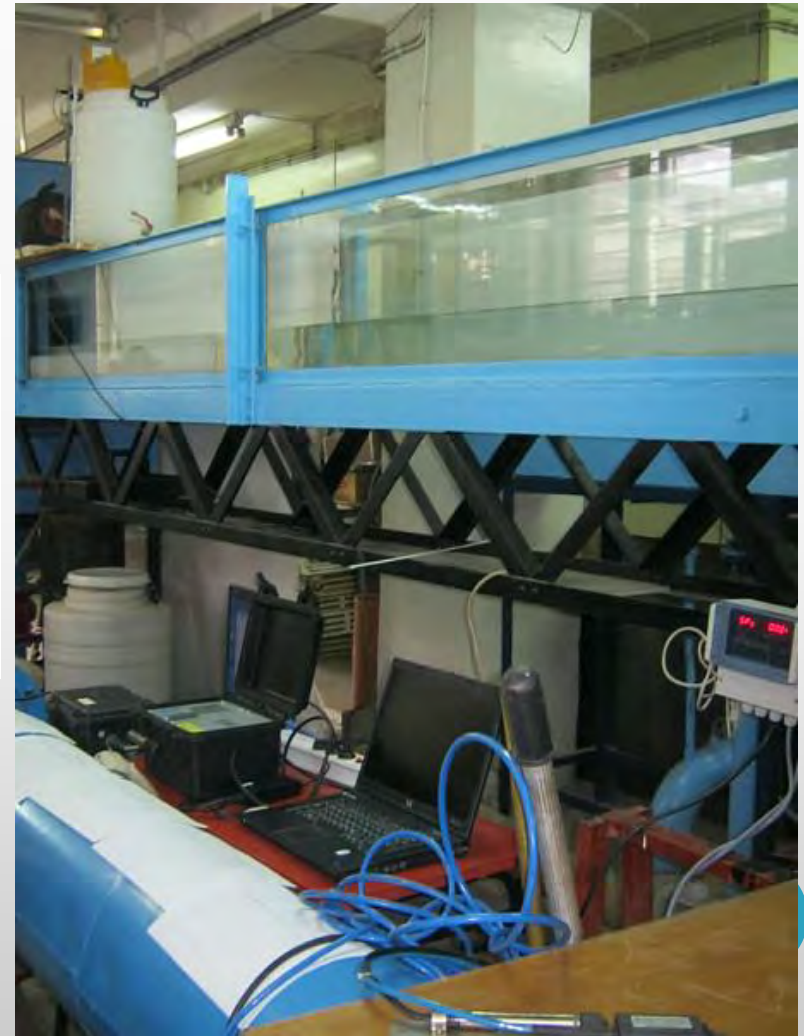
- Provjera u čistoj i zamućenoj vodi
- Provjera mjerača u pogledu uticaja režima tečenja
- Rotacija sonde
- Uticaj zida kanala
- Neuniforman raspored brzina
- Uticaj nanosa na rad sonde

POSTAVLJANJE SONDI

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

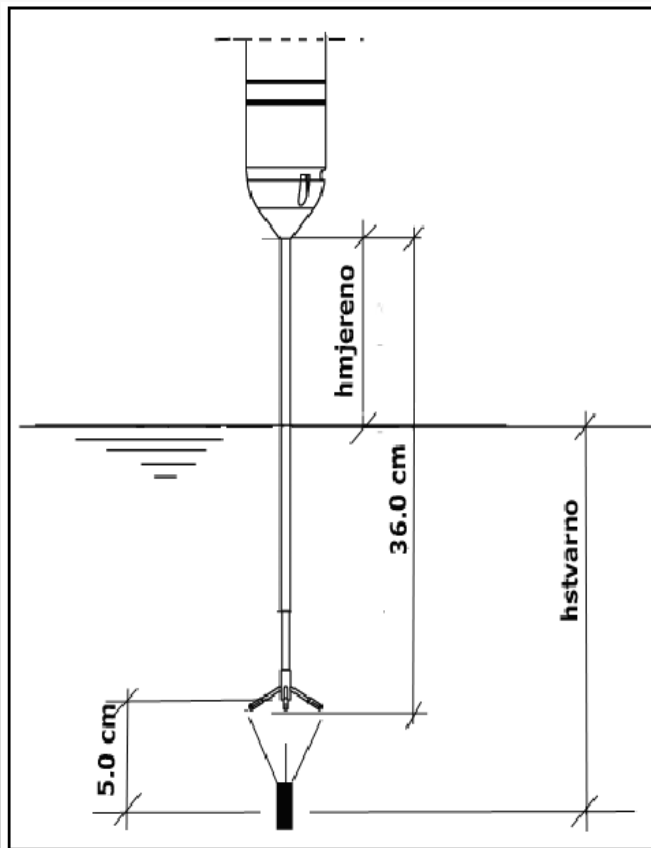


- Prateća oprema sonde je postavljena pored kanala

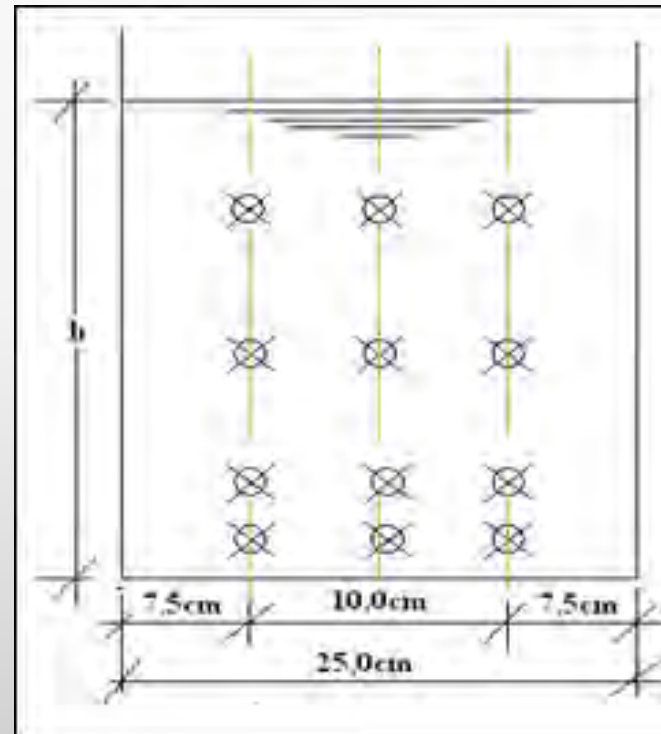


NAČIN MJERENJA VECTRINO ANEMOMETROM

- Mjerenje dubine

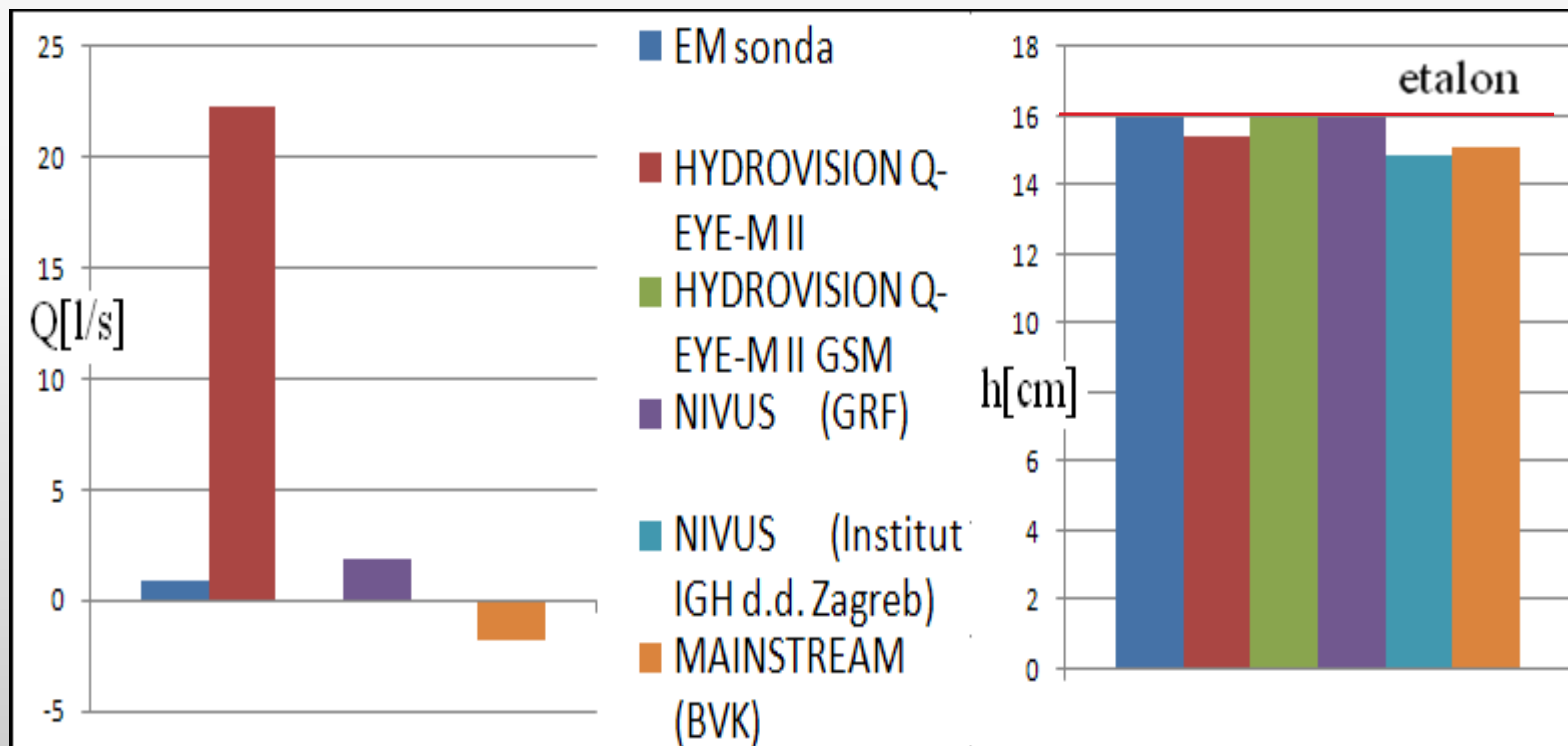


- Raspored tačaka u kojima su se mjerile brzine

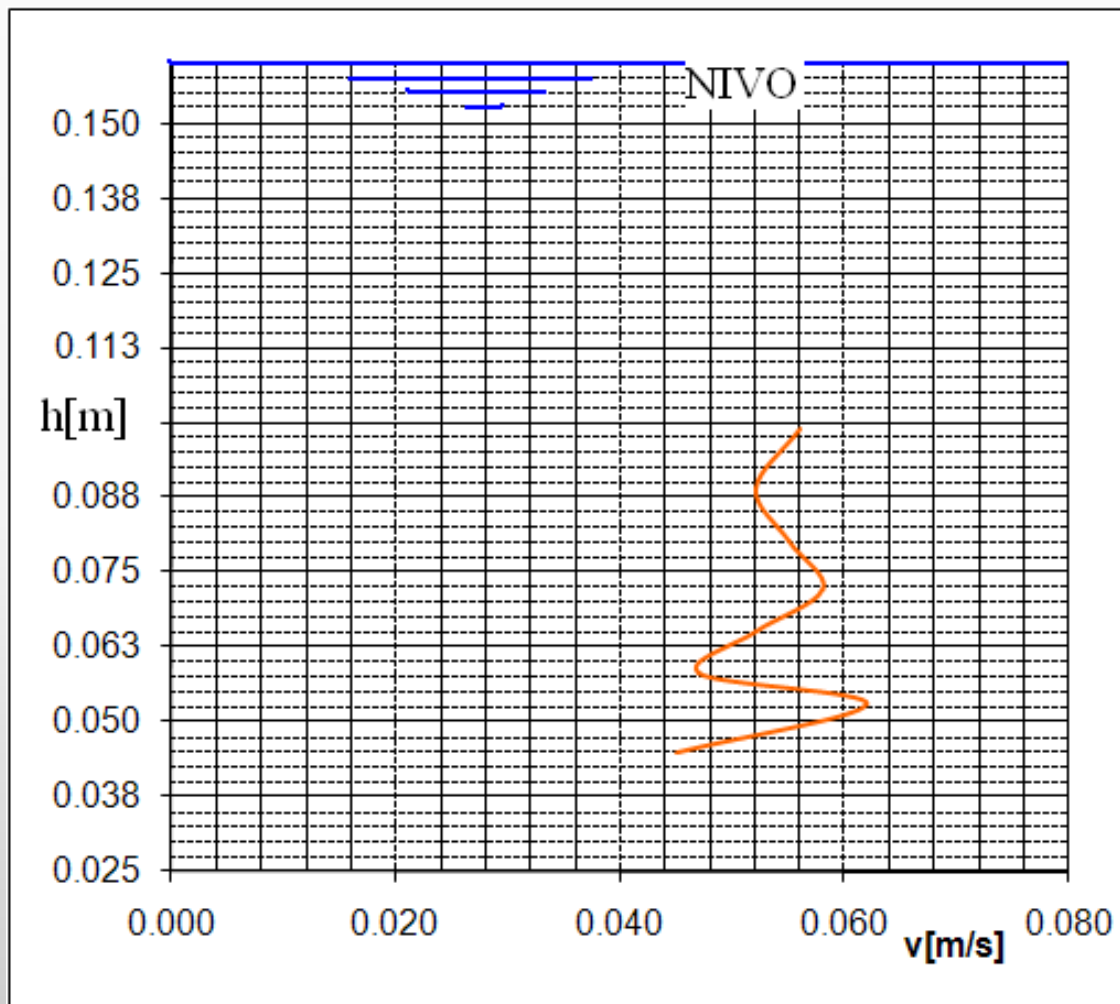


REZULTATI MJERENJA U ČISTOJ VODI

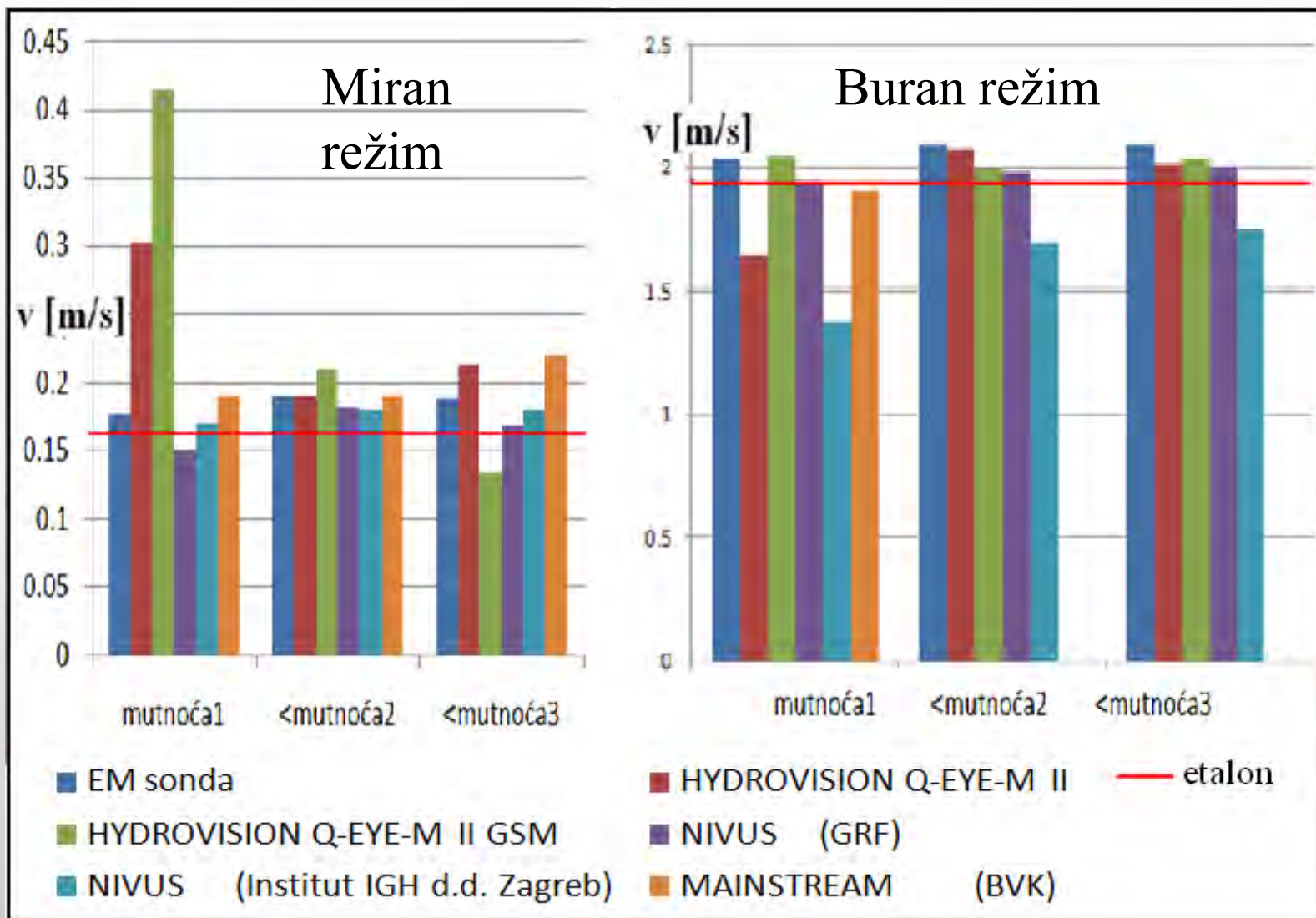
- Ponašanje sonde kao da se nalaze u vodi koja se ne kreće
- Negativne vrijednosti protoka
- Tačne i približno tačne vrijednosti nivoa



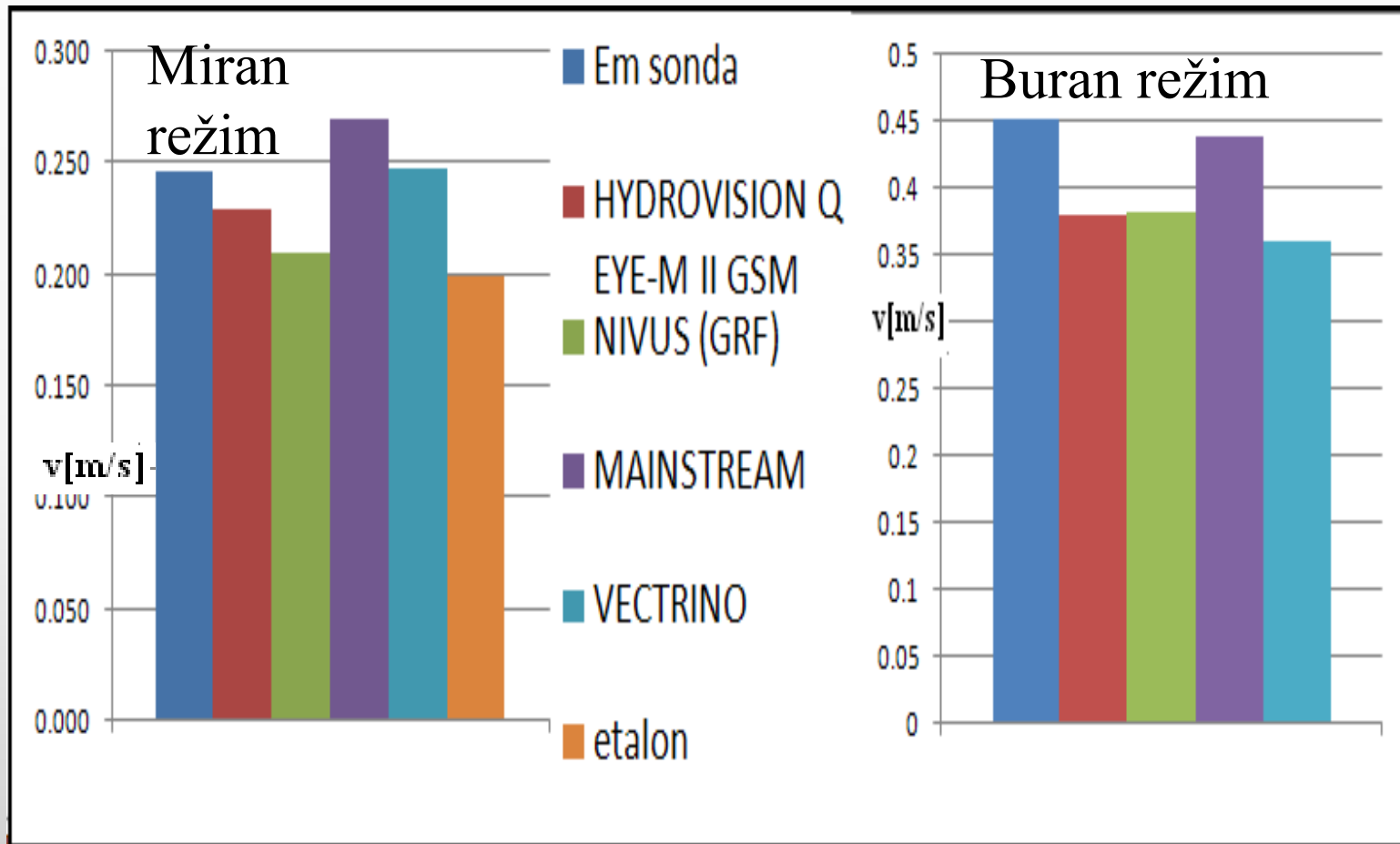
PROFIL BRZINA U ČISTOJ VODI IZMJEREN POMOĆU NIVUS-a



PROVJERA MJERAČA U POGLEDU UTICAJA MUTNOĆE VODE

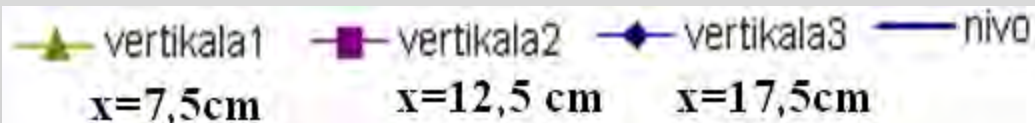
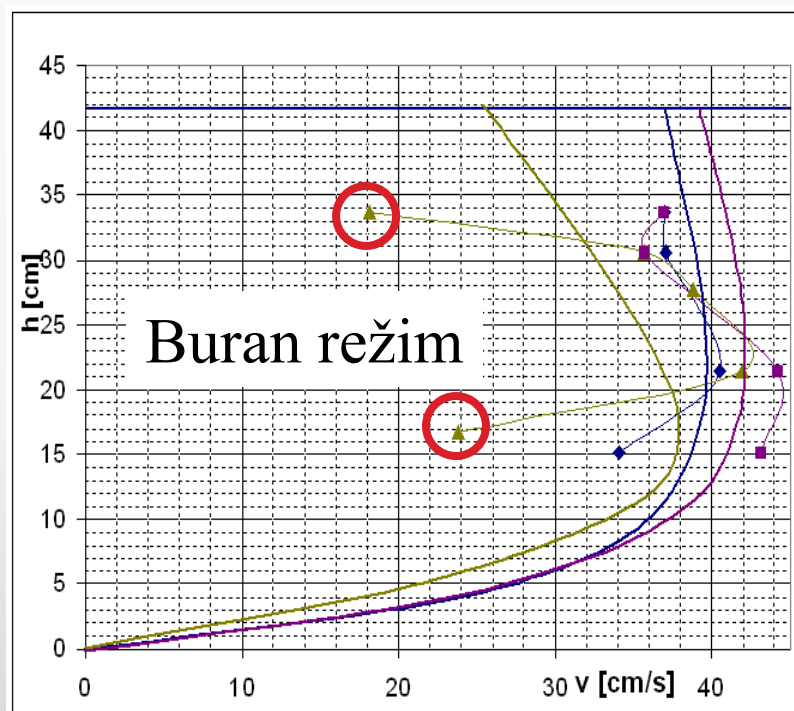
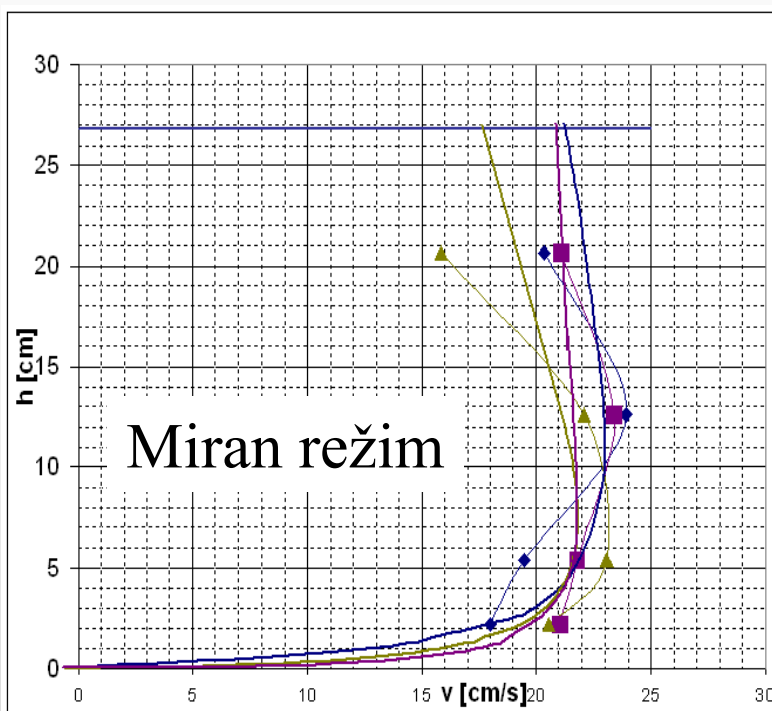


PROVJERA MJERAČA U POGLEDU UTICAJA REŽIMA TEČENJA



PROFIL BRZINA DOBIJEN MJERENJEM POMOĆU VECTRINO ANEMOMETRA

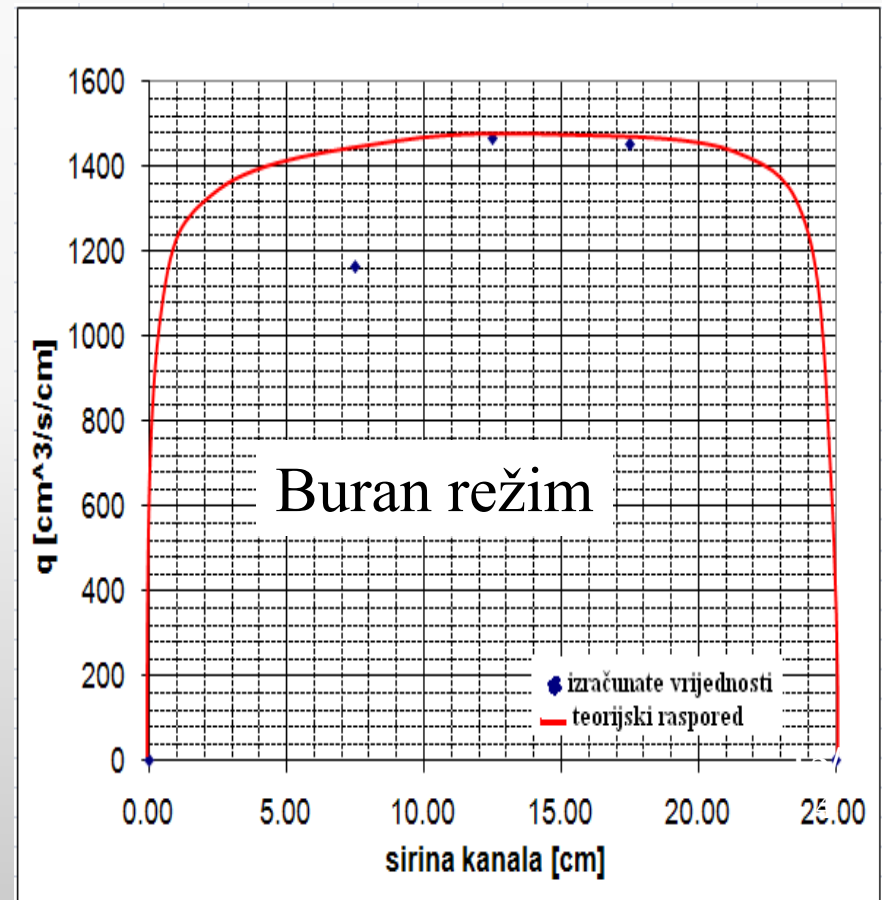
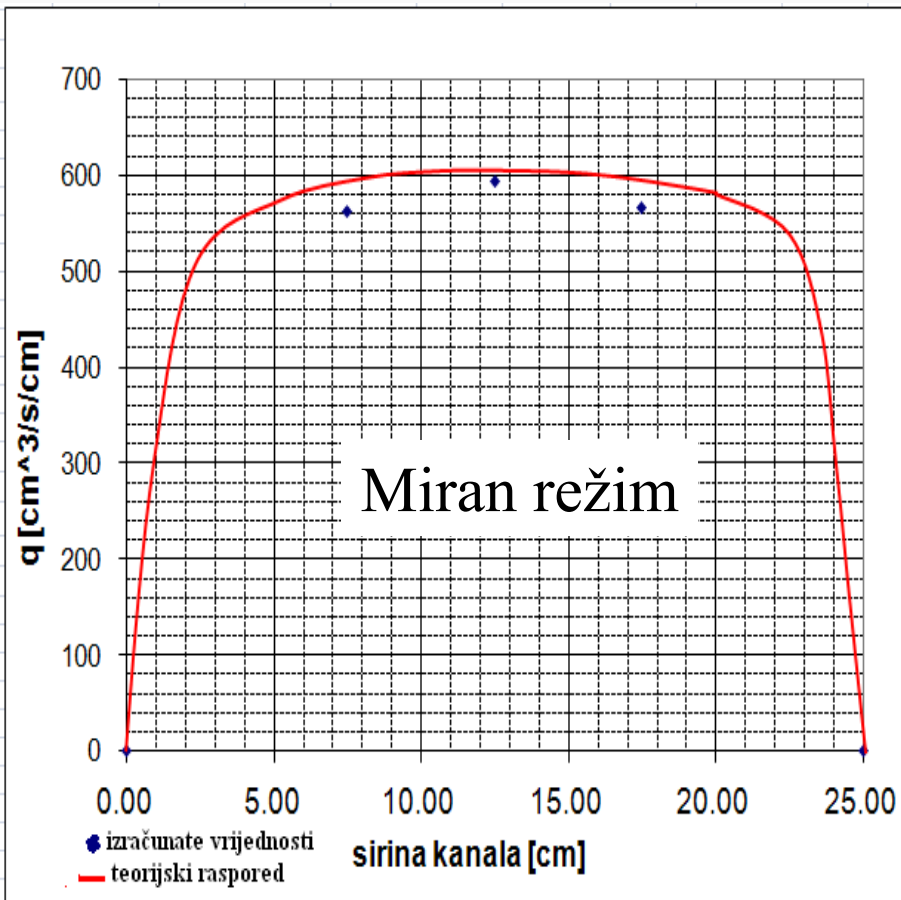
- Veliko odstupanje profila brzina od teorijskih krivih



RASPORED PROTOKA PO ŠIRINI KANALA

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

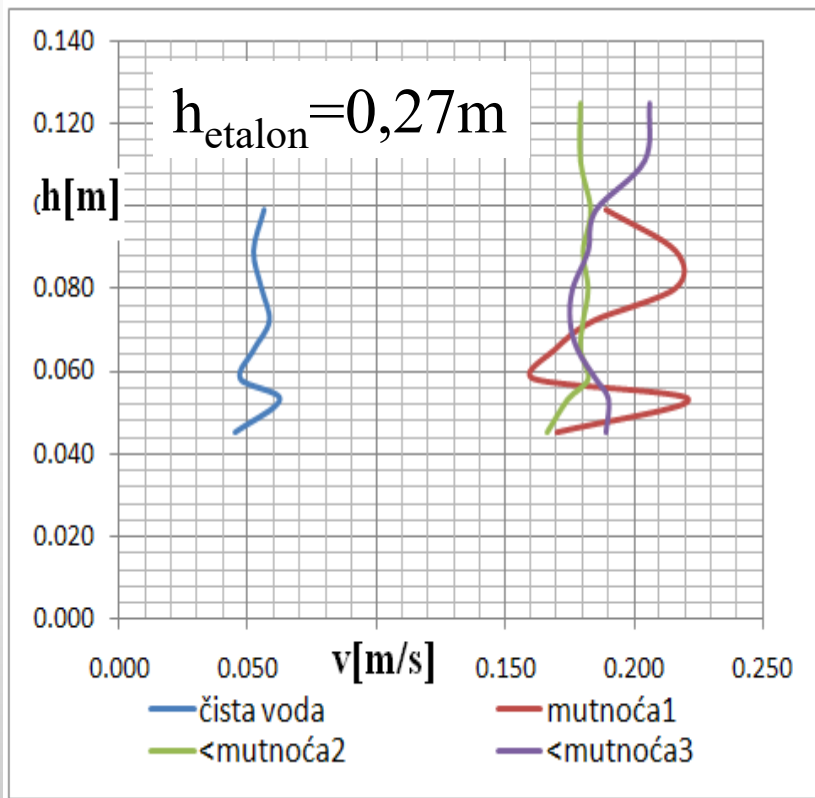
- ◆ Izračunate vrijednosti
- Teorijska kriva



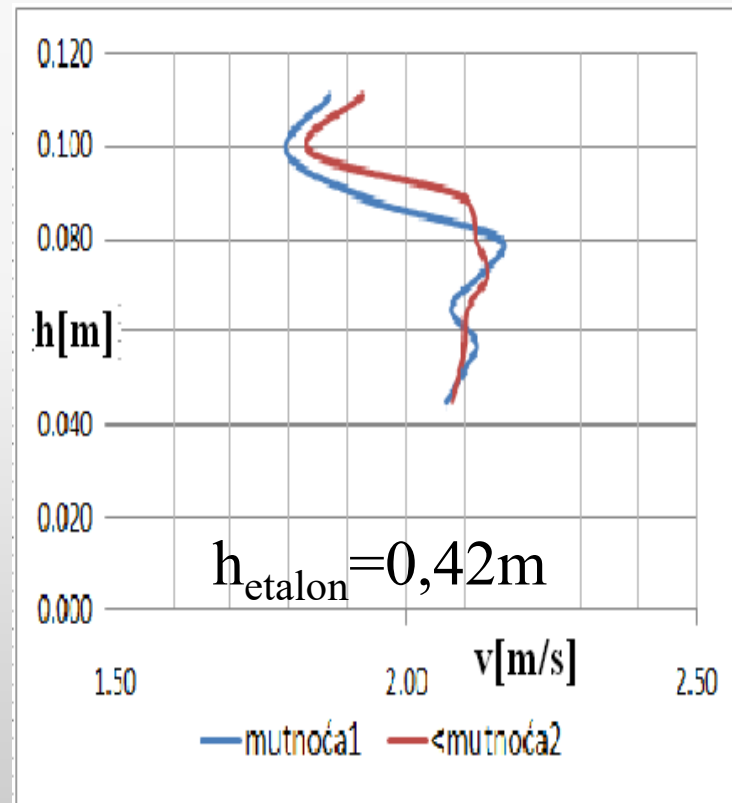
PROFILI BRZINA DOBIJENI MJERENJEM POMOĆU NIVUS SONDE ZA RAZLIČITE REŽIME TEČENJA

- Vrijednosti su očitane sa instrumenta.

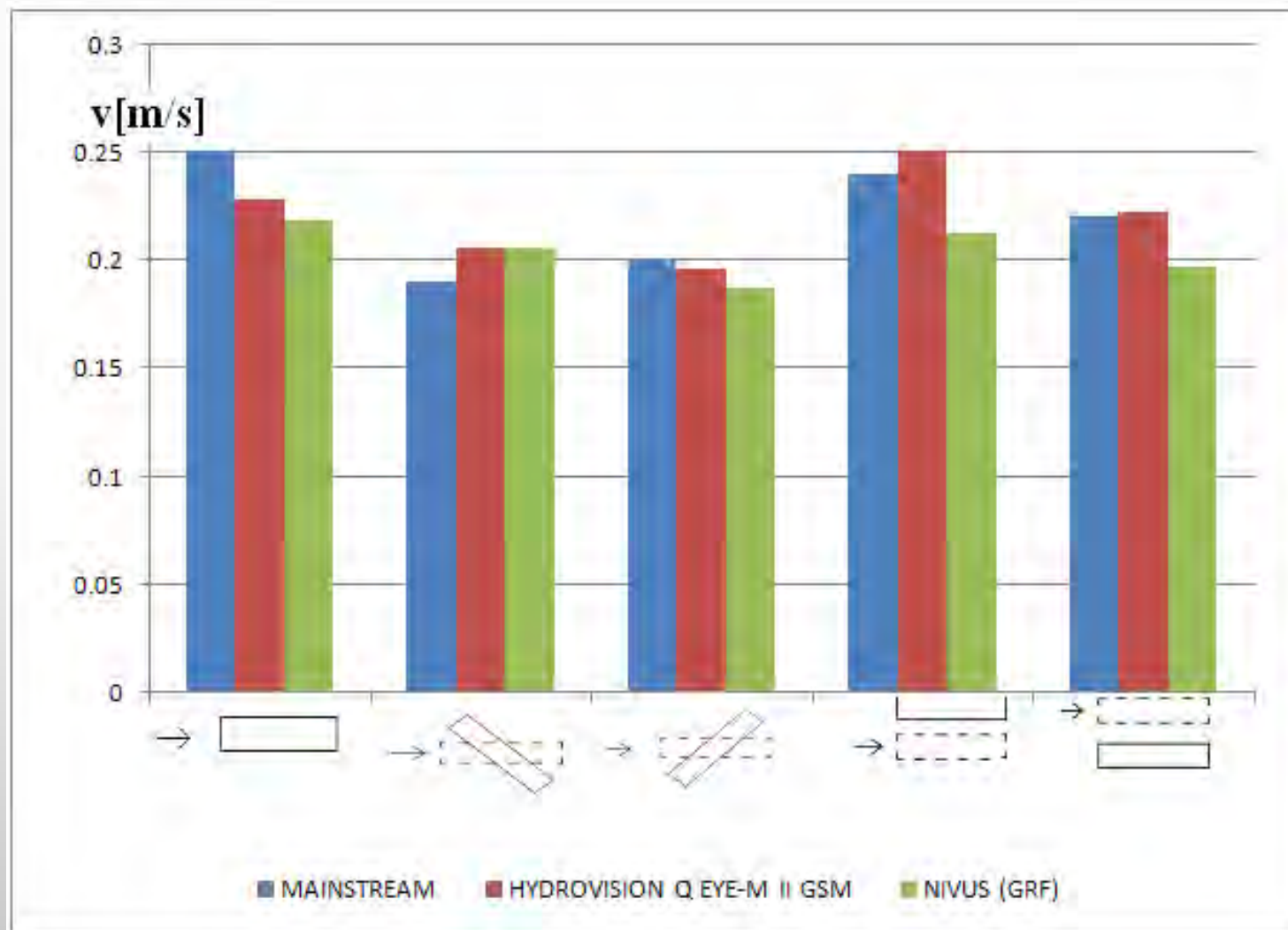
Miran režim



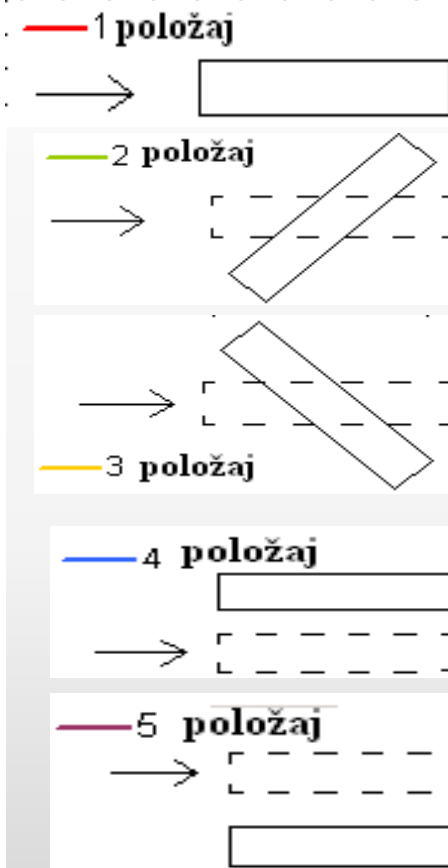
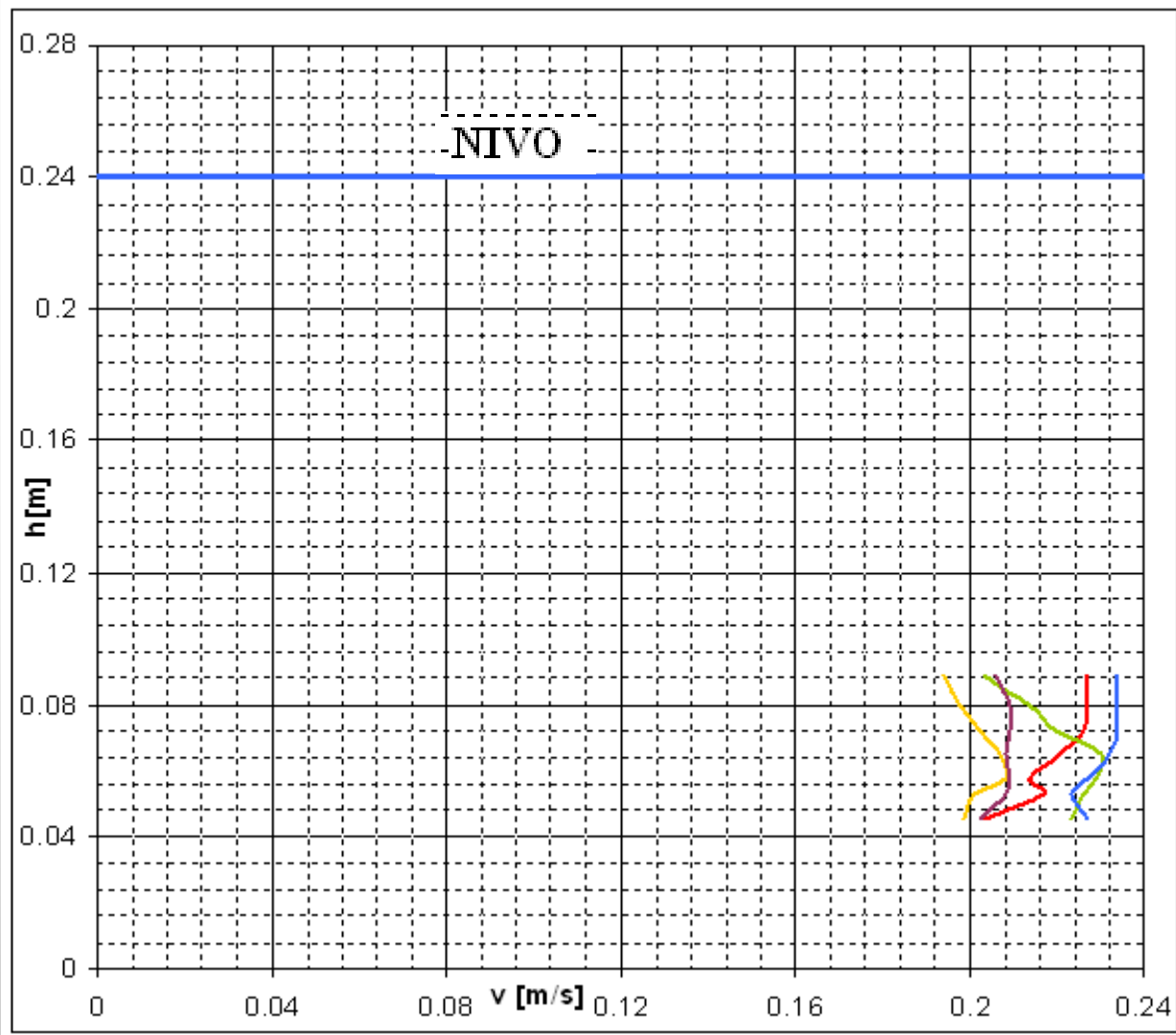
Buran režim



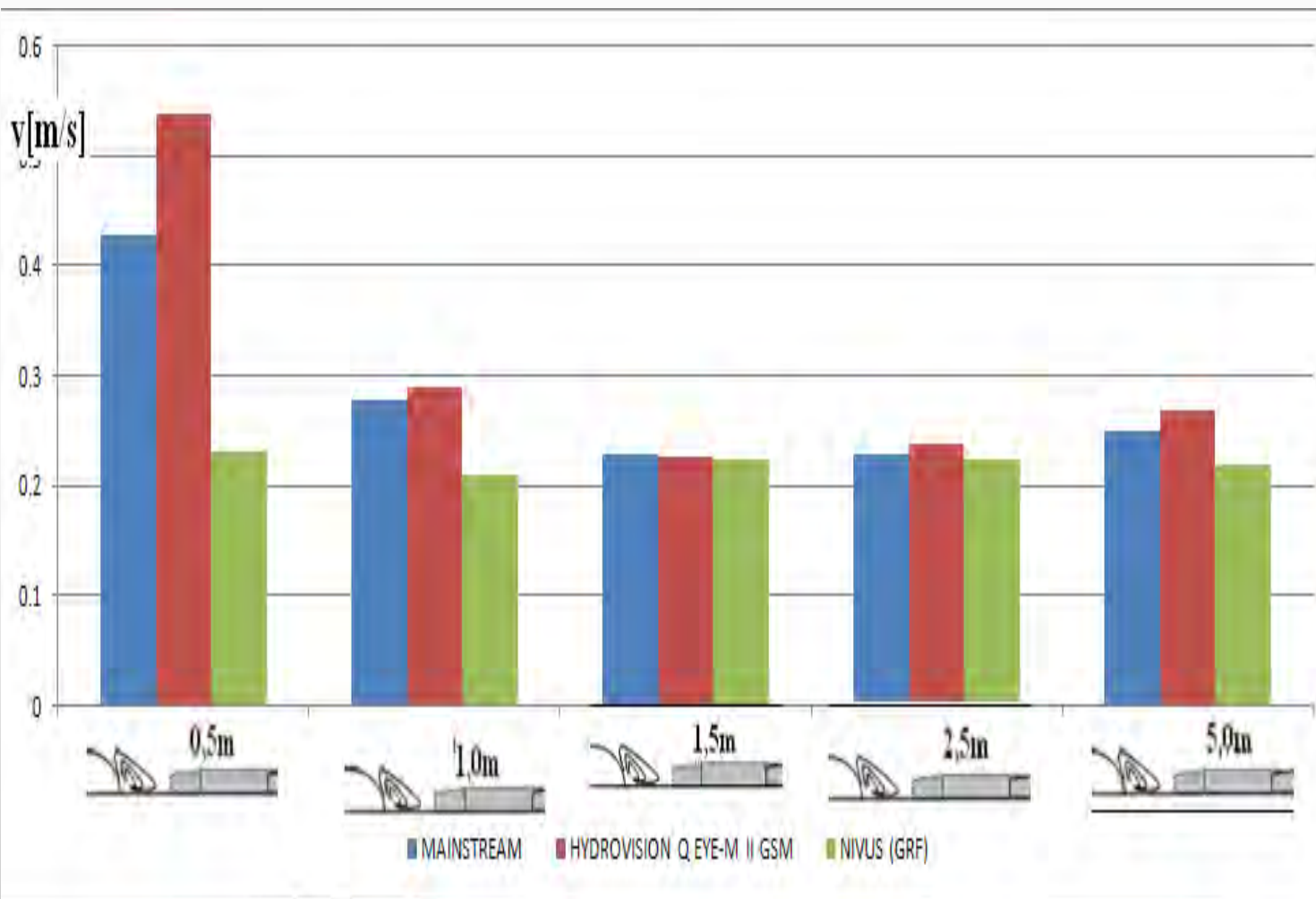
PROVJERA MJERAČA RAZLIČITIM USLOVIMA UGRADNJE



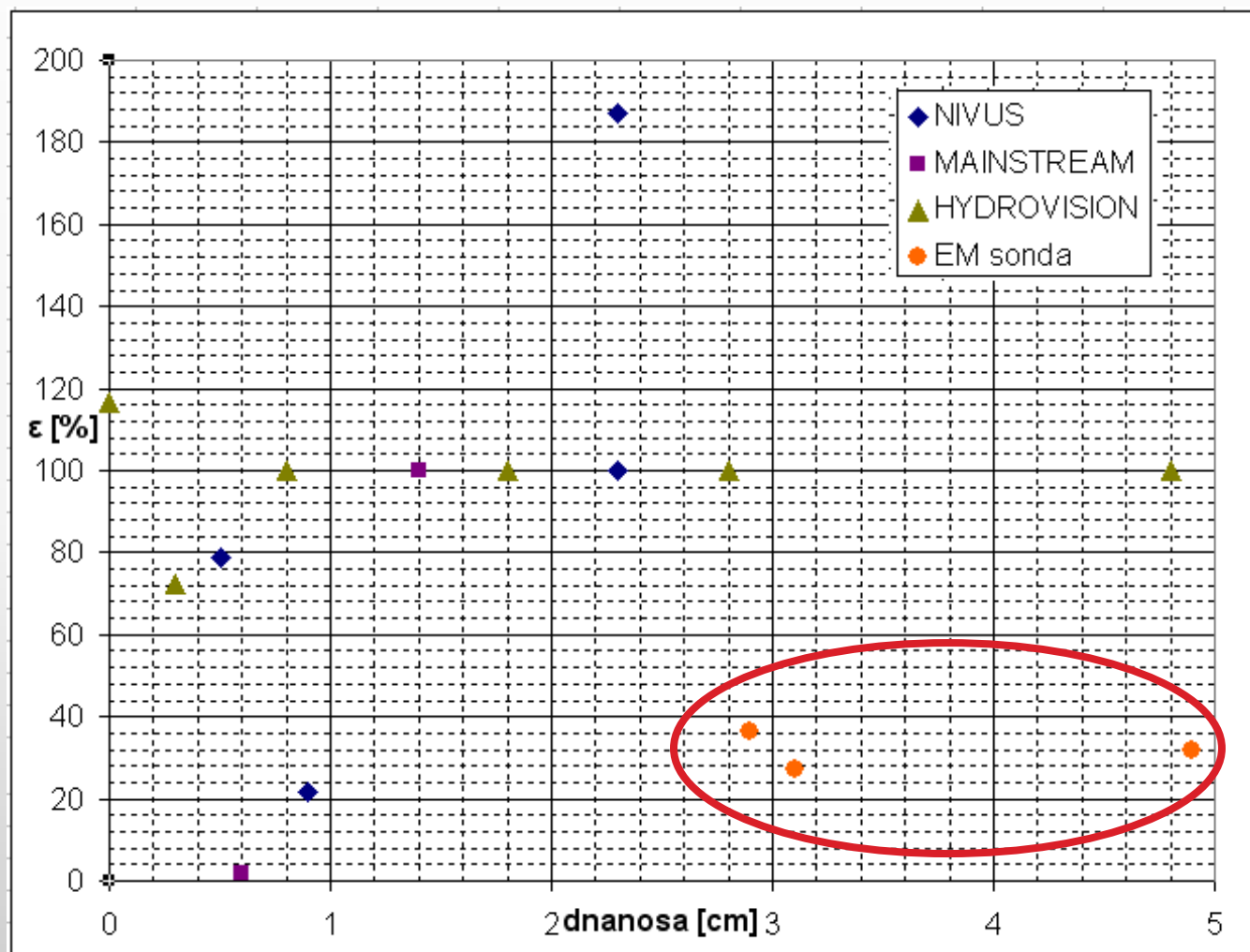
PROFILI BRZINA PRI RAZLIČITIM USLOVIMA UGRADNJE NIVUS SONDE



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

