



Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet



ODREĐIVANJE PROTOKA U OTVORENIM TOKOVIMA PRISTUPOM V – A: HIDROMETRIJSKO KRILO

Merenja u hidrotehnici

7. Vežba

doc. dr Damjan Ivetić

dr Miloš Milašinović

prof. dr Dušan Prodanović

ODABIR MERNE METODE

- Kriterijumi koji diktiraju odabir optimalne metode za merenje Q (Godley, 2002):
 1. **Hidraulički uslovi** – pritisci, brzine, dinamika promena uslova tečenja ...



Npr opšti kanalizacioni sistem
– min/max $Q = 1/1000$

ODABIR MERNE METODE

- Kriterijumi koji diktiraju odabir optimalne metode za merenje Q (Godley, 2002):

2. Fizičke karakteristike vode

„Čista“ voda



Doplerov efekat ne može da se koristi za merenje brzine/protoka

„Prljava“ voda

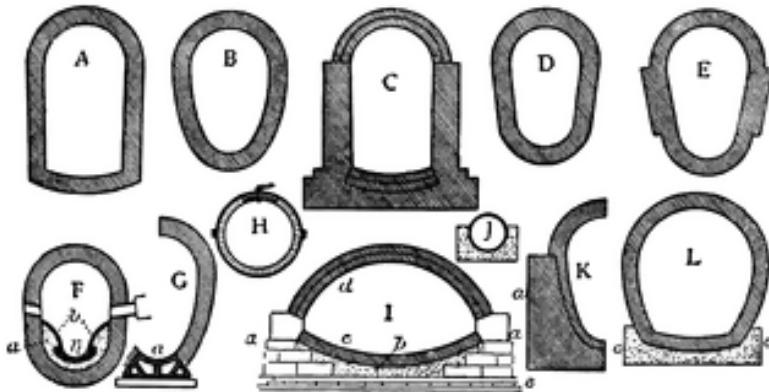


Sa druge strane, zasipanje preliva, taloženje nanosa na predajnik Dopler sonde

ODABIR MERNE METODE

- Kriterijumi koji diktiraju odabir optimalne metode za merenje Q (Godley, 2002):

3. Fizičke karakteristike provodnika



Dimenzije i oblik poprečnog preseka – često limitirajući faktor.

Materijal cevi?

Whitney, W. D. (Ed.). (1891).

4. Zdravstveni uslovi

5. Pored svega potrebno je i ekonomski opravdati izbor ...

MERENJE PROTOKA U OTVORENIM TOKOVIMA

• Merenje protoka Q :

1. Tečenje pod pritiskom

$$A = \text{const}$$



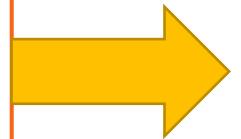
Posledica: Dovoljno je meriti samo brzinu V ili razliku pritiska Δp

2. Otvoreni tokovi

$$A \neq \text{const}$$



Posledica: Mora se ispitati karakter zavisnosti između dubine h i protoka Q



MERENJE PROTOKA U OTVORENIM TOKOVIMA

- Merenje protoka Q :

- 2. Otvoreni tokovi $A \neq const$

- A. Postoji jednoznačna veza $h - Q$

- Merna suženja (Vežba 6)



- Prelici i pragovi

Posledica: Moguće je na osnovu merenja dubine h odrediti Q , ako je poznata $Q(h)$ kriva.

- B. Ne postoji jednoznačna veza $h - Q$

- Svi ostali slučajevi



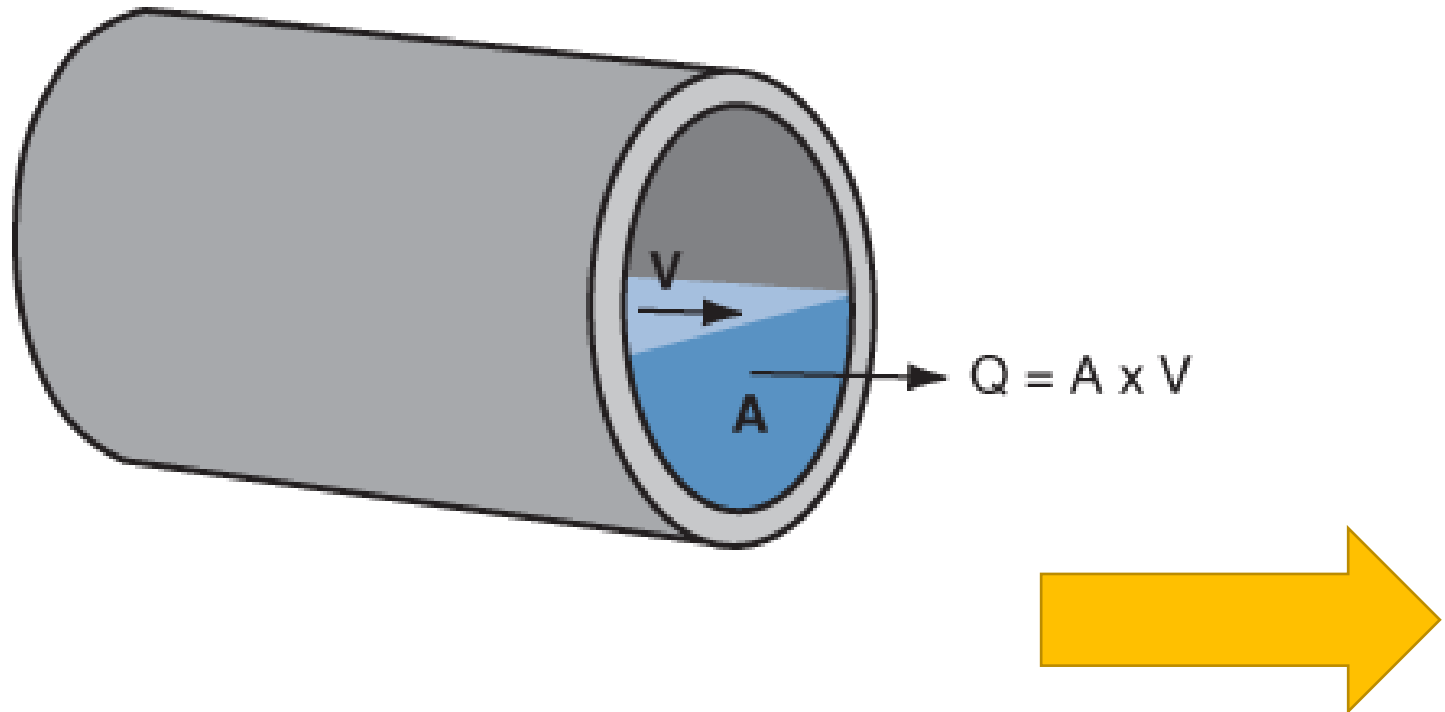
Posledica: Neophodno je paralelno meriti h i V , kako bi se primenio pristup $V - A$.

PRISTUP $V - A$

- **Merenje protoka pristupom $V - A$, podrazumeva paralelno merenje dve veličine:**
 1. **Dubine h** – ukoliko je geometrija proticajnog preseka konstantna (npr betonski kolektor) i unapred poznata, merenjem jedne dubine se može sračunati površina proticajnog preseka A . U suprotnom neophodno su merenja više dubina kako bi se procenila površina A .
 2. **Brzine V** – ključni izazovi u primeni $V - A$ pristupa su odabrati odgovarajuću opremu i adekvatno izmeriti brzinu tečenja V_i u jednoj ili više tačaka (ili vertikalala), na osnovu kojih se može pouzdano odrediti srednja profilska brzina V .

PRISTUP $V - A$

- Merenje protoka pristupom $V - A$, podrazumeva paralelno merenje dve veličine:

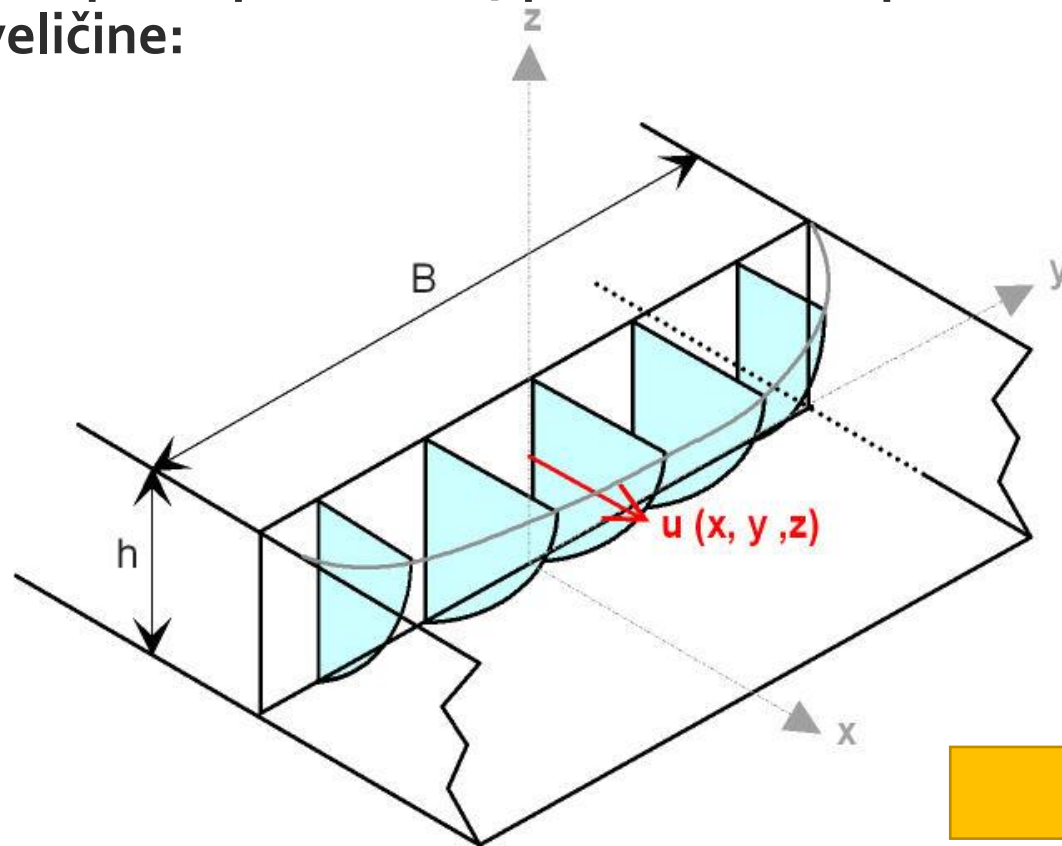


PRISTUP V - A

- Merenje protoka pristupom $V - A$, podrazumeva paralelno merenje dve veličine:

Raspored brzina po proticajnom preseku.

Određivanje srednje profilske brzine je izazovan zadatak!



METODE ZA MERENJE BRZINE

1. Integralne metode:
(Retko)

Ceo proticajni presek utiče na
merenje brzine

Posebni EM senzori protoka,
merenje razlike pritiska

2. Polu – integralne metode:
(Često)

Deo proticajnog preseka utiče na
merenje brzine

Dopler senzori, Ultrazvučni
senzori, EM senzori brzine,
Radar,...

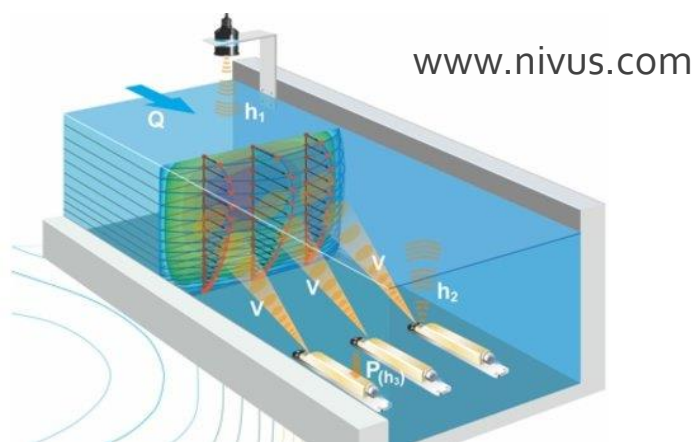
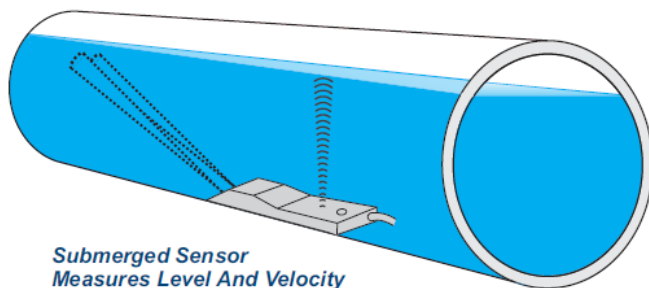
3. Merenje brzine u „tački“:
(Često)

Hidrometrijsko krilo, Pitoova
cev, Dopler senzori (ADV), Laser,
...

METODE ZA MERENJE BRZINE

Dopler senzori

www.fiberman.ca



Relativno velika/duboka merna zapremina (zapremina toka koja utiče na izlazni signal),

Mogućnost rada samo u „prljavoj“ vodi,

Nemogućnost rada u slučaju formiranja taloga preko senzora

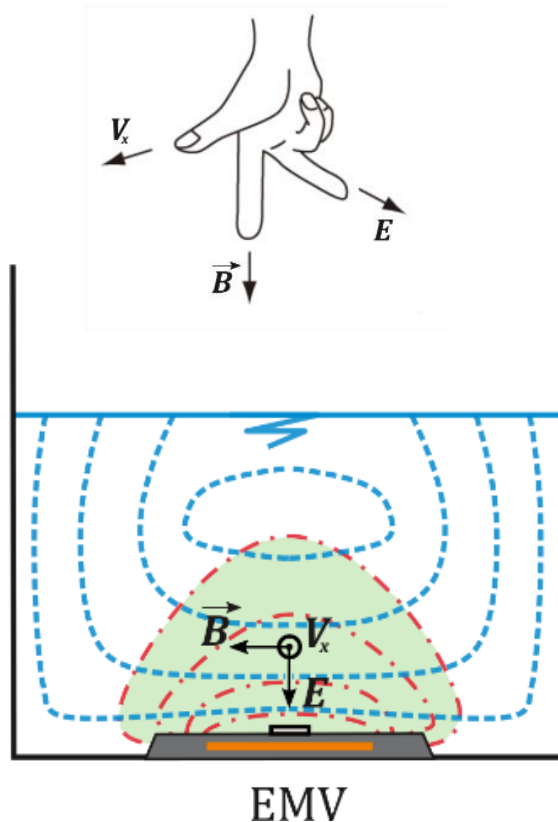
U kanalizacionim sistemima su najpopularniji Dopler senzori (Larrarte et al., 2008)

„Poslednji krik mode“ – preporuka:

<https://www.youtube.com/watch?v=ILiXTCnth1o>

METODE ZA MERENJE BRZINE

EM senzori brzine

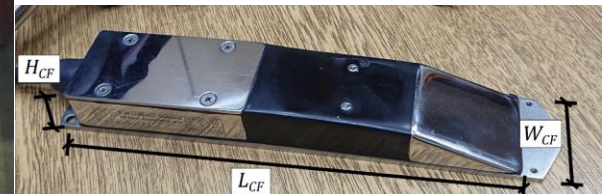
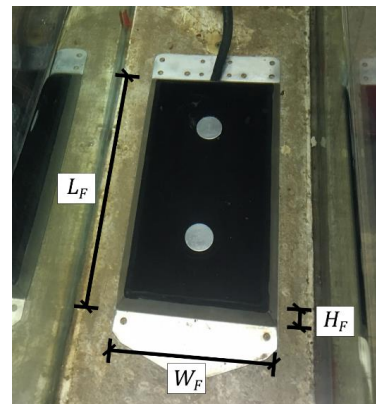


Faradejev zakon indukcije

Mogućnost rada u svim tipovima provodnih voda

Mogućnost rada u slučaju formiranja taloga preko senzora

Domaći proizvođač „Svet Instrumentata“ – Veoma konkurentan po performansama!



METODE ZA MERENJE BRZINE

Hidrometrijsko krilo



Mehanički uređaj,

Tradicionalan ali ujedno i veoma pouzdan instrument,

Meri se broj obrtaja krila, koji se prevodi u brzinu tečenja,

Kalibracija neophodna... Kao i povremena rekalkibracija.

Kratko uputstvo kako se može raditi sa krilom:

https://www.youtube.com/watch?v=_s5EoT6Puul

METODE ZA MERENJE BRZINE

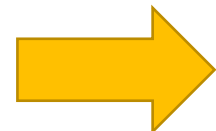
Hidrometrijsko krilo – kalibracija u kanalu

Postoje dve kalibracione krive:

1. Fabrička
2. Rekalibracija

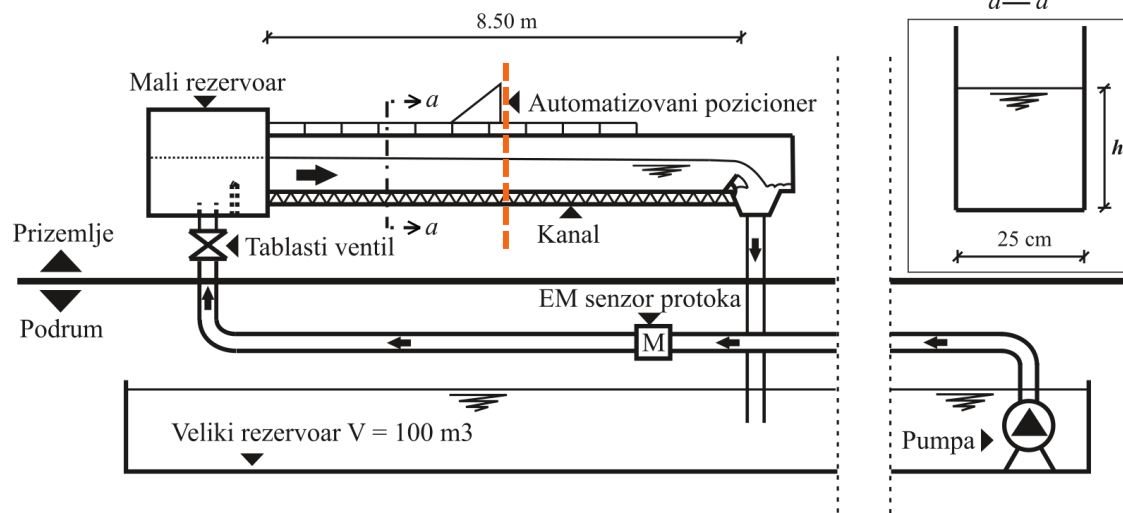
Ne znamo koju da koristimo?

Iskoristićemo laboratorijsku instalaciju kako bi naslutili koja je bolja...



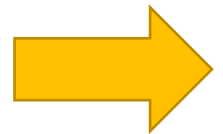
METODE ZA MERENJE BRZINE

Hidrometrijsko krilo – kalibracija u kanalu



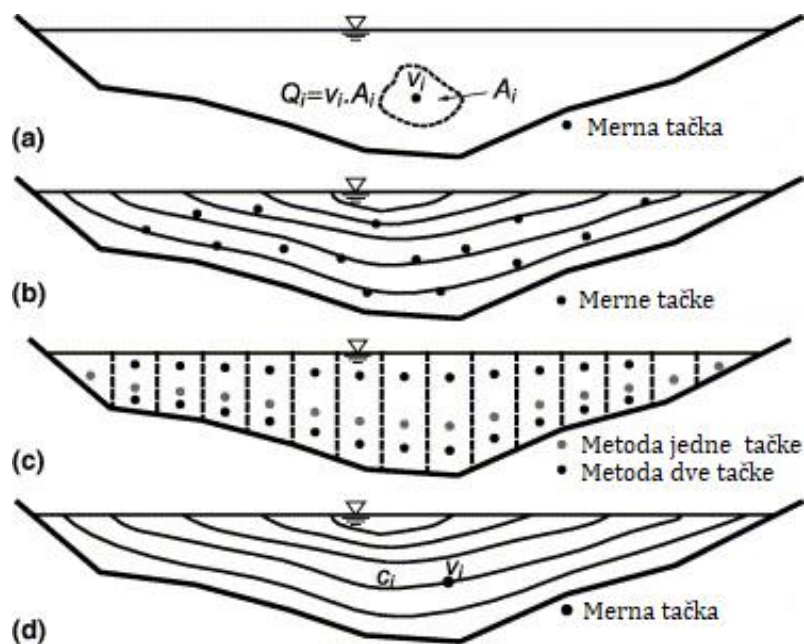
Poznajemo proticaj kroz celu instalaciju pa samim tim i kroz otvoreni kanal – **Etalonski protok Q_{EM}** .

Možemo da odredimo protok i pomoću hidrometrijskog krila i običnog metra...



METODE ZA MERENJE BRZINE

Hidrometrijsko krilo – kalibracija u kanalu



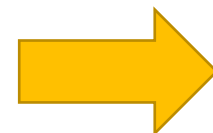
Koristićemo metode:

1. Jedne tačke - $0.4h$
2. Dve tačke - $0.2h$ i $0.8h$

Pomoću brzina (obe kalibracione krive) izmerenih u navedenim tačkama procenićemo srednju profilsku brzinu V



Pomnožimo sa dubinom pa imamo protok...



METODE ZA MERENJE BRZINE

Hidrometrijsko krilo – kalibracija u kanalu

Uporedimo protoke dobijene pomoću dve kalibracione krive sa etalonskim protokom:

1. Fabrička $Q_{lab,1}^{fab}$ i $Q_{lab,2}^{fab}$
2. Rekalibracija $Q_{lab,1}^{rek}$ i $Q_{lab,2}^{rek}$



Koja se bolje slaže, nju usvajamo i radimo dalje zadatak...



KAKO SE DOŠLO DO VAŠIH PODATAKA U VEŽBI

Negde (ne smemo da kažemo gde) u Srbiji:



KAKO SE DOŠLO DO VAŠIH PODATAKA U VEŽBI

Negde (ne smemo da kažemo gde) u Srbiji:



KAKO SE DOŠLO DO VAŠIH PODATAKA U VEŽBI

Negde (ne smemo da kažemo gde) u Srbiji:

