



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



# PRIMENA INOVATIVNIH REŠENJA ZA MERENJA PROTOKA U KANALIZACIONIM MREŽAMA: ISKUSTVA STEČENA U INĐIJI, STAROJ PAZOVI I NOVIM BANOVCIMA

Vodovodni i kanalizacioni sistemi 2023

Banja Koviljača, Srbija

**Damjan Ivetić**

Robert Ljubičić, Miloš Milašinović, Dragutin Pavlović i Dušan Prodanović

# UVOD

- Poslednjih godina intezivirane su aktivnosti na projektovanju i izgradnji PPOV u Srbiji
- Dimenzionisanje PPOV se vrši **na osnovu podataka (i projekcija) o količini vode i količini i vrsti polutanata** (u opštem slučaju).
- Specifični uslovi rada i razvoja kanalizacionih sistema – nadležna JKP se **retko** odlučivala za investicije u **formiranje kontinualnih mernih mesta**.
- Evidentan je **veliki nedostatak** realnih, **merenih (i pouzdanih) podataka** o radu kanalizacionih sistema (protoci, nivoi i polutanti)!

# UVOD

Kako se rešava problem nedostatka podataka?

- Organizacija mernih kampanja.
- Relativno **kratko trajanje** merenja (2, 3 nedelje – 2, 3 meseca) – reprezentativnost?
- Merenja **protoka**, nivoa i koncentracija polutanata na karakterističnim deonicama.
- Suvi i kišni period.
- **Međutim...**



# UVOD

Odabir mernih lokacija?

- Prema topologiji kanalizacione mreže.
- Prostorni raspored i tip objekata priključenih na mrežu.



- Najveći problem - privremena merna mesta se često formiraju na **lokacijski i hidraulički** nepovoljnim deonicama
- Konvencionalne metode (Dopler, EM i UZV merila) ne mogu pouzdano da rade...



# ODABIR MERNE METODE

Ne postoji univerzalno rešenje (merni instrument ili merilo), pa se za svako merno mesto bira prema uslovima...

Uslovi koji diktiraju odabir metode (Godley, 2002):

1. **Hidraulički uslovi** (opseg protoka, nivoa, strujna slika...),
2. **Fizičke karakteristike vode** (temperatura, suspendovane čestice...),
3. **Karakteristike kolektora/cevi** (geometrija, materijal),
4. **Trajanje merenja,**
5. **Uslovi sredine** (uslovi za montažu i obilazak, prisustvo opasnih gasova)
6. **Ekonomska kategorija** (cena primene).

# ODABIR MERNE METODE

- Kod lokacijski i hidraulički nepovoljnih mernih mesta – rešenje je kombinovati više metoda ili primeniti neko **inovativno rešenje...**
  - Kod inovativnih rešenja postoji **puno nepoznanica**, i mora se **redovna proveravati pouzdanost** sa nekom konvencionalnom metodom.
- 
- Ovde će se razmotriti dva rešenja primenjena u Staroj Pazovi i Novim Banovcima:
    1. Stara Pazova – merenje protoka preko pada energetske linije
    2. Novi Banovci – merenje protoka fotogrametrijskom metodom (više detalja će dati Robert Ljubičić u nastavku)



# OPIS MERNIH LOKACIJA

- Merna kampanja na teritoriji naselja Indija, Stara Pazova, Nova Pazova i Novi Banovci
  - Kraj 2022./početak 2023.
  - GRF i Svet Instrumenata d.o.o.
  - Konstruktivna i efikasna saradnja sa nadležnim JKP
- 

## 1. Stara Pazova

- Upotrebljene vode se sprovode do magistralnog kolektora preko dva priključka
- Manji (5 – 10%)
- Veći (oko 90%)  $\Phi 600$  – obuhvaćen mernom kampanjom



# OPIS MERNIH LOKACIJA

## 1. Stara Pazova





# OPIS MERNIH LOKACIJA

## 2. Novi Banovci

- $\Phi 600$
- U Š<sub>1</sub> postavljeno EM merilo – brzine nisu dobro merene
- U Š<sub>2</sub> kaskada - ...



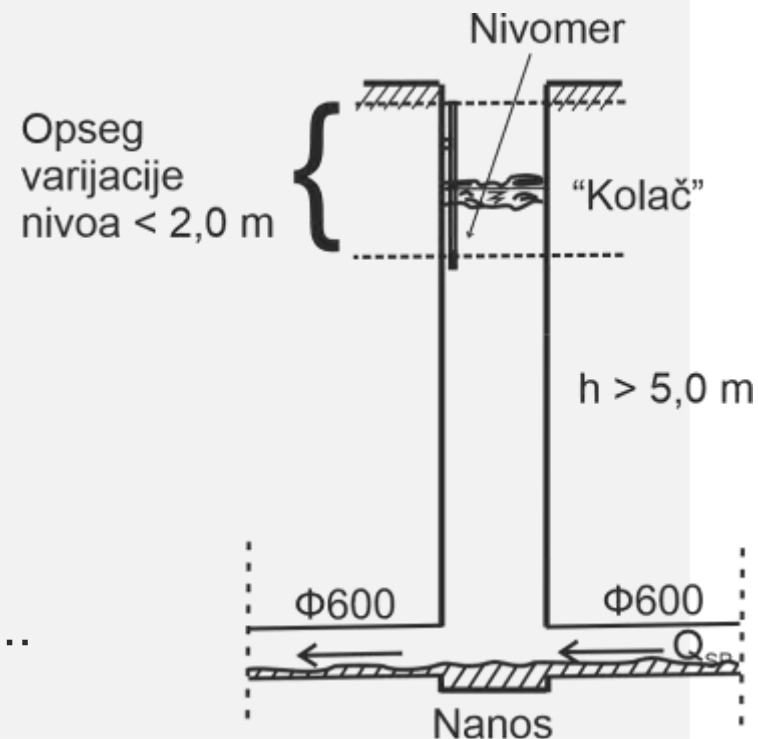
# PRIMENJENA REŠENJA

## 1. Stara Pazova

- U kolektoru pod pritiskom protok je proporcionalan korenu pada energetske/pijezometarske linije

$$Q = k \cdot \sqrt{\Delta\Pi}$$

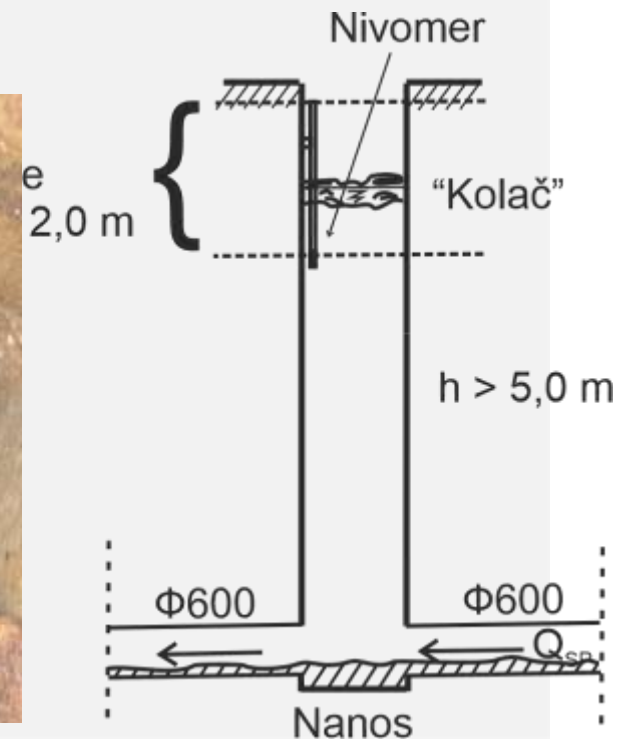
- Postavljena tri merila nivoa u Š<sub>1</sub>, Š<sub>2</sub> i Š<sub>3</sub>
- Merenja temperature
- Kalibracija pomoću NIVUS merila (A?)
- U Š<sub>4</sub> se prazni septički otpad iz cisterni...



# PRIMENJENA REŠENJA

## 1. Stara Pazova

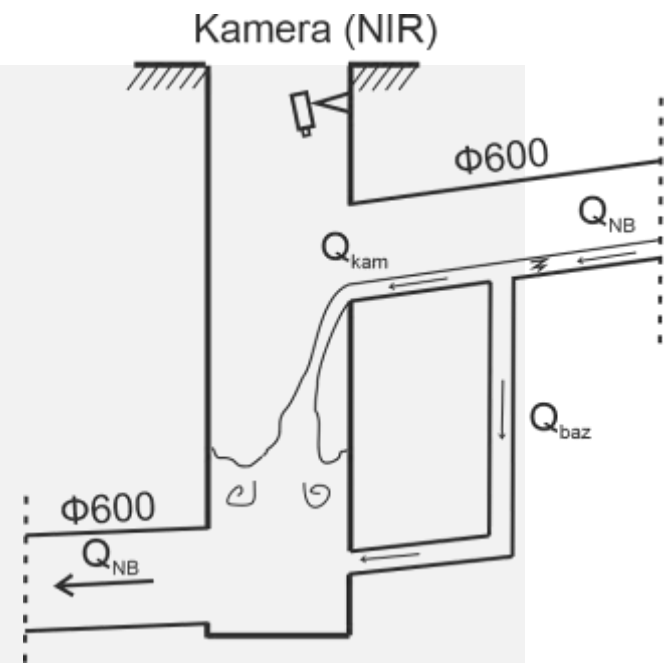
- U kolektoru pod pritiskom protok je proporcionalan korenu pada energetske/pijezometarske linije



# PRIMENJENA REŠENJA

## 2. Novi Banovci

- Na GRF-u konstruisana baterijski napajana kamera osetljiva na blisko-infracrveni deo spektra svetlosti (NIR)
- Uzvodno se merio samo nivo (integrisan u EM merilo)
- Provera protoka sa NIVUS merilom
- Naknadna obrada snimaka
- Profil površinskih brzina
- Dubina
- Širina vodenog ogledala



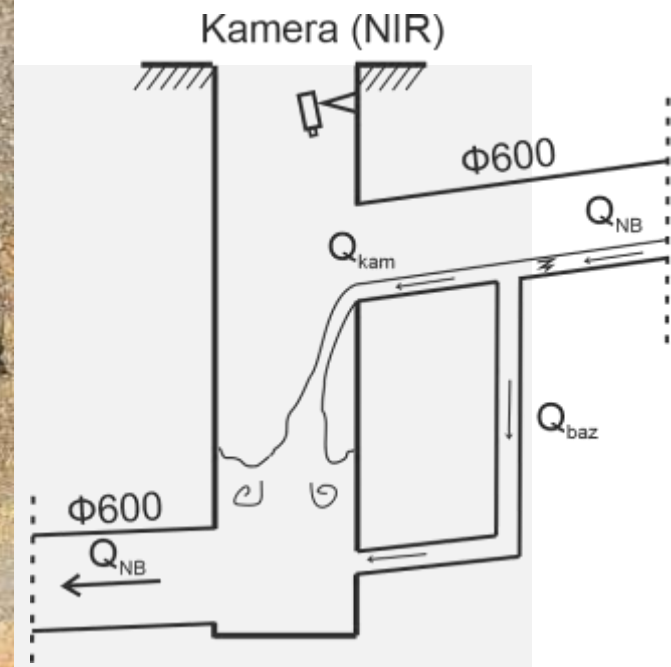
# PRIMENJENA REŠENJA

## 2. Novi Banovci

- Na GRF-u konstruisana baterijski napajana kamera osetljiva na blisko-infracrveni deo spektra svetlosti (NIR)



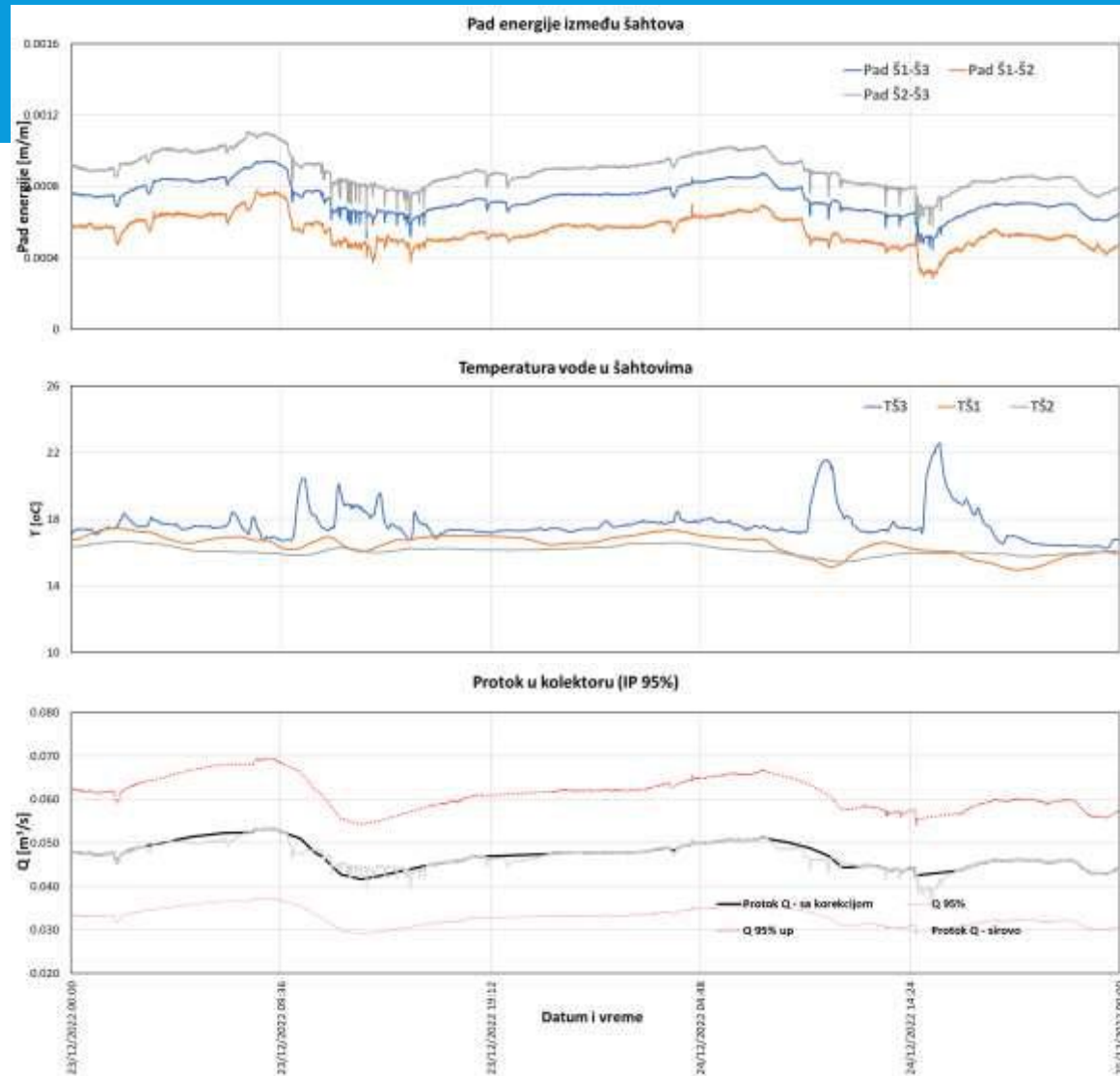
EM merilo)



# REZULTATI

## 1. Stara Pazova

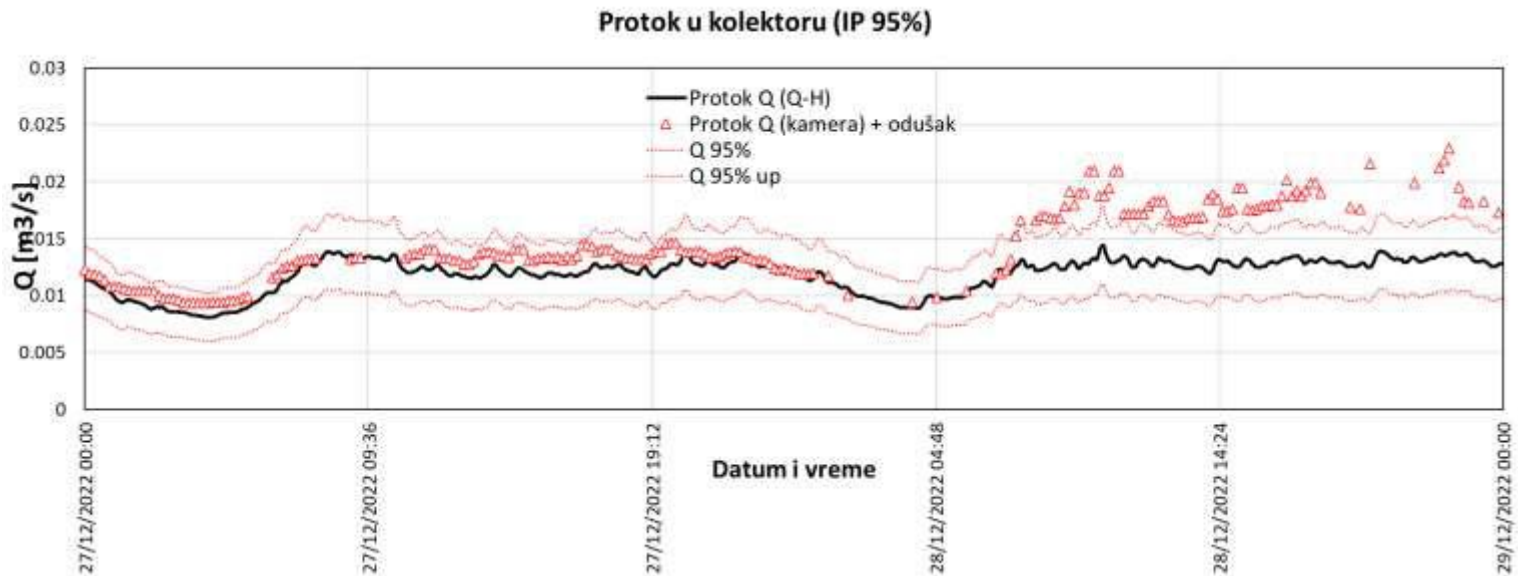
- Pretpostavka const A
- Padovi energije prate hidrauličku „logiku“
- „Kočenje“ – ispuštanjem septičkog otpada
- Merna nesigurnost ~15%



# REZULTATI

## 2. Novi Banovci

- Odlično slaganje sa Q-H krivom (nesigurnost ~5-10 %)
- Problemi zbog izmaglice u noćnim periodima
- Rasipanje u periodu kada je bila zakačena krpa u kaskadi.



# ZAKLJUČCI

- Uspešno primenjena inovativna rešenja na dva merna mesta.
  - Neophodnost proverene sa konvencionalnim metodama
  - Dalji razvoj i primena.
- 
- Merne kampanje ne rešavaju zaista problem nedostatka merenih podataka u dimenzionisanju PPOV (iako se čini da rešavaju)
  - Neophodna kontinualna merna mesta – barem godinu dana merenja.
  - Dopuna sa privremenim mernim mestima.





Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo

Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu



# PRIMENA INOVATIVNIH REŠENJA ZA MERENJA PROTOKA U KANALIZACIONIM MREŽAMA: ISKUSTVA STEČENA U INĐIJI, STAROJ PAZOVI I NOVIM BANOVCIMA

Vodovodni i kanalizacioni sistemi 2023

Banja Koviljača, Srbija

**Damjan Ivetić**      **divetic@grf.bg.ac.rs**

Robert Ljubičić, Miloš Milašinović, Dragutin Pavlović i Dušan Prodanović