



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



PROVERA BILANSIRANJA VODE NA POSTROJENJIMA MAKIŠ-BELE VODE U SYSTEMU BEOGRADSKOG VODOVODA

SAVEZ
INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE



Prof. dr Dušan Prodanović
Mr Dragutin Pavlović

VODOVOD I KANALIZACIJA '10 – DIVČIBARE 2010



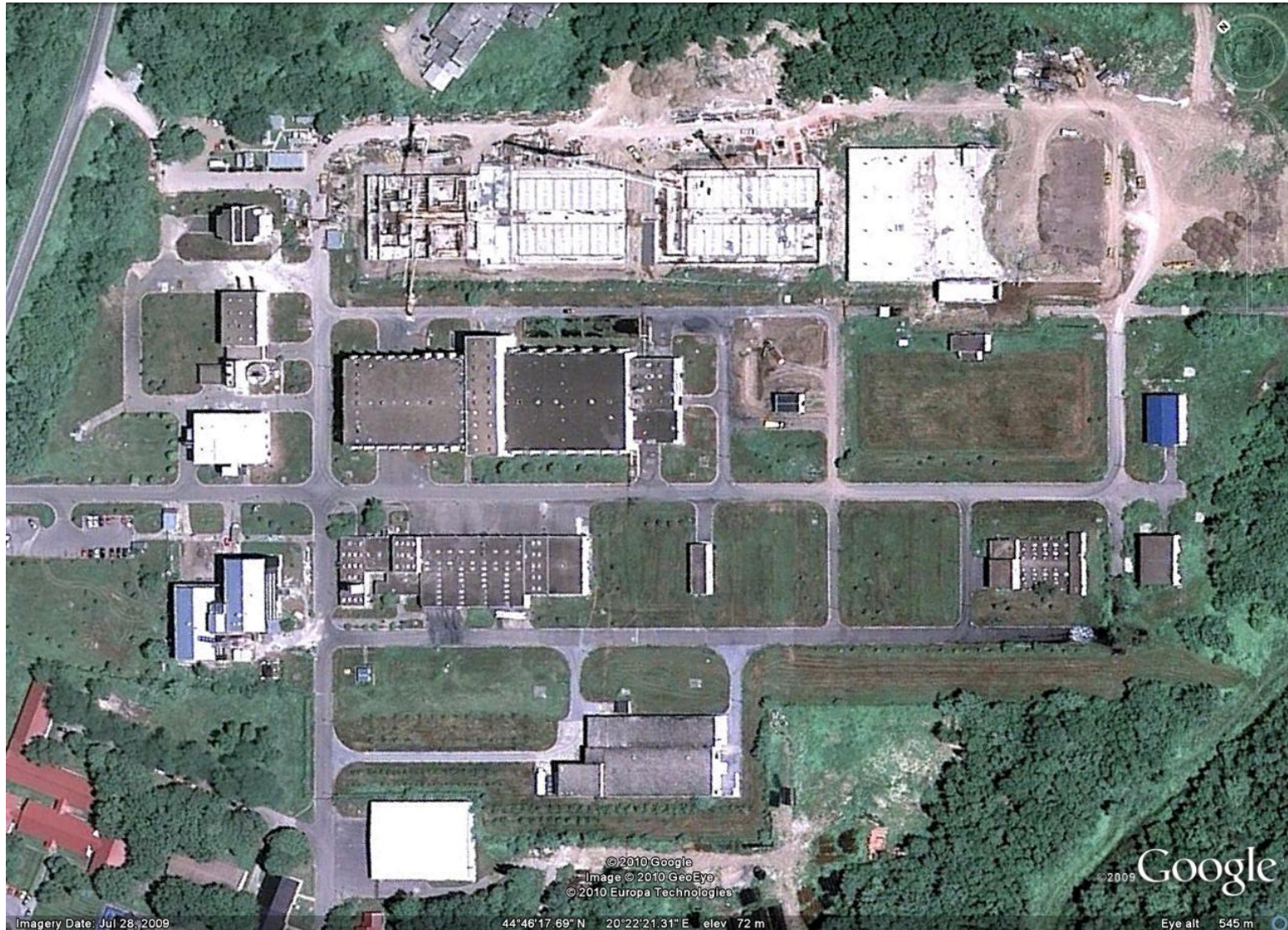
PROVERA BILANSIRANJA VODE NA POSTROJENJIMA MAKIŠ-BELE VODE U SISTEMU BEOGRADSKOG VODOVODA

Sadržaj:

- **Opis sistema**
- **Pregled merila protoka**
- **Pregled podataka sa SCADA sistema**
- **Izrada bilansa**
- **Preporuke za poboljšanje bilansiranja**

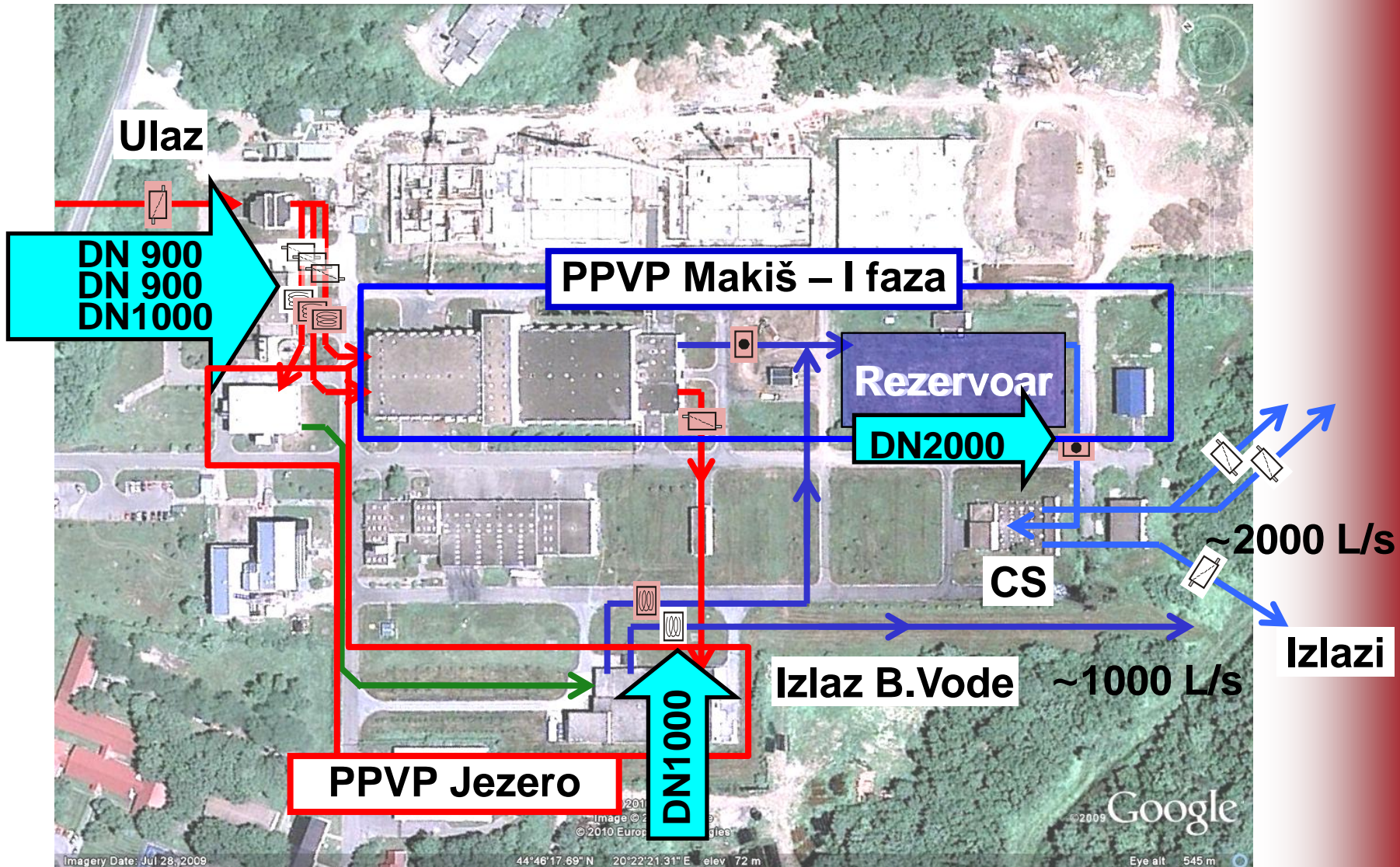


Opis sistema - JKP BVK, Lokacija Makiš





Opis sistema - JKP BVK, Lokacija Makiš



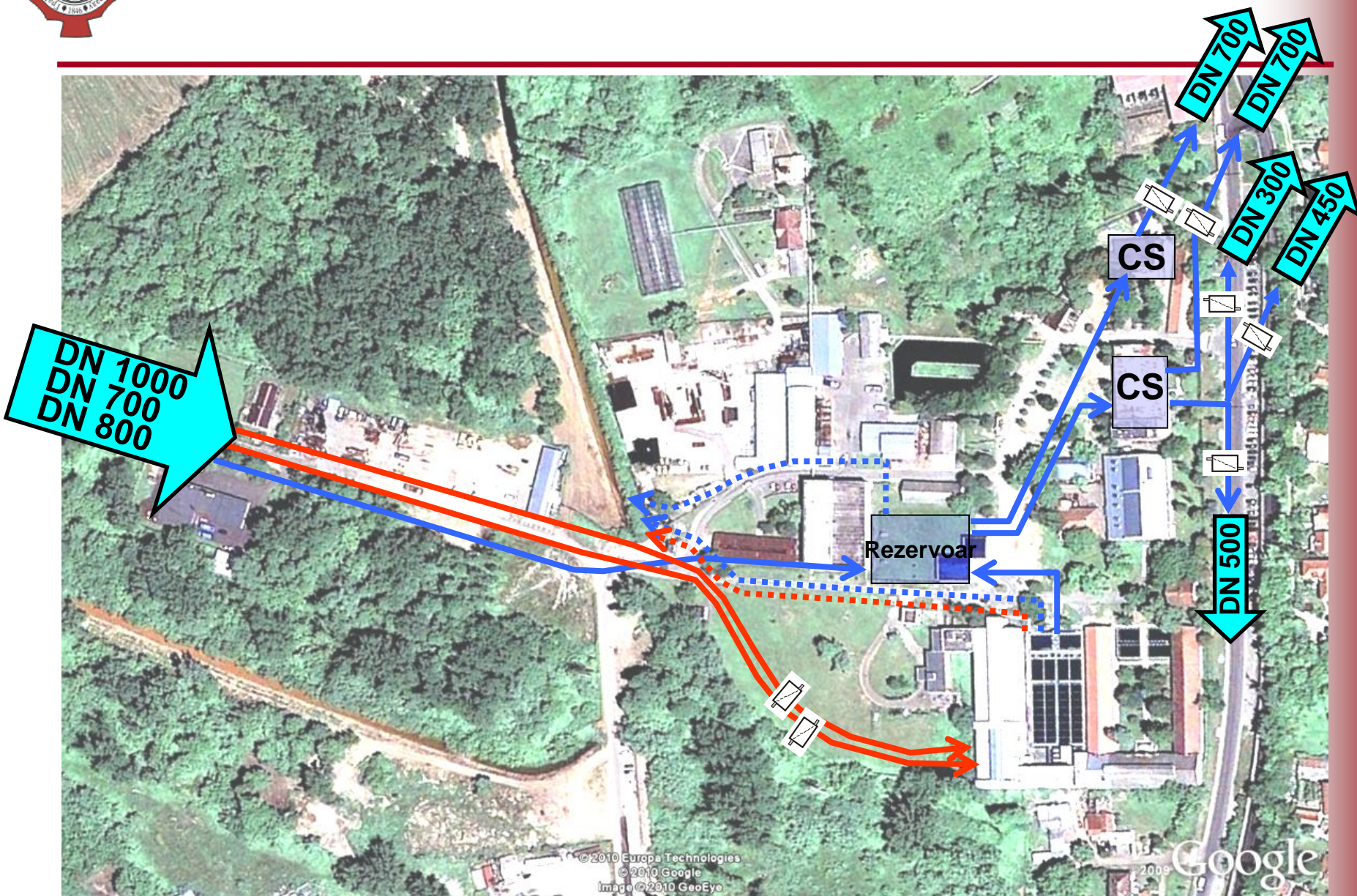


Opis sistema - JKP BVK, Lokacija Bele vode



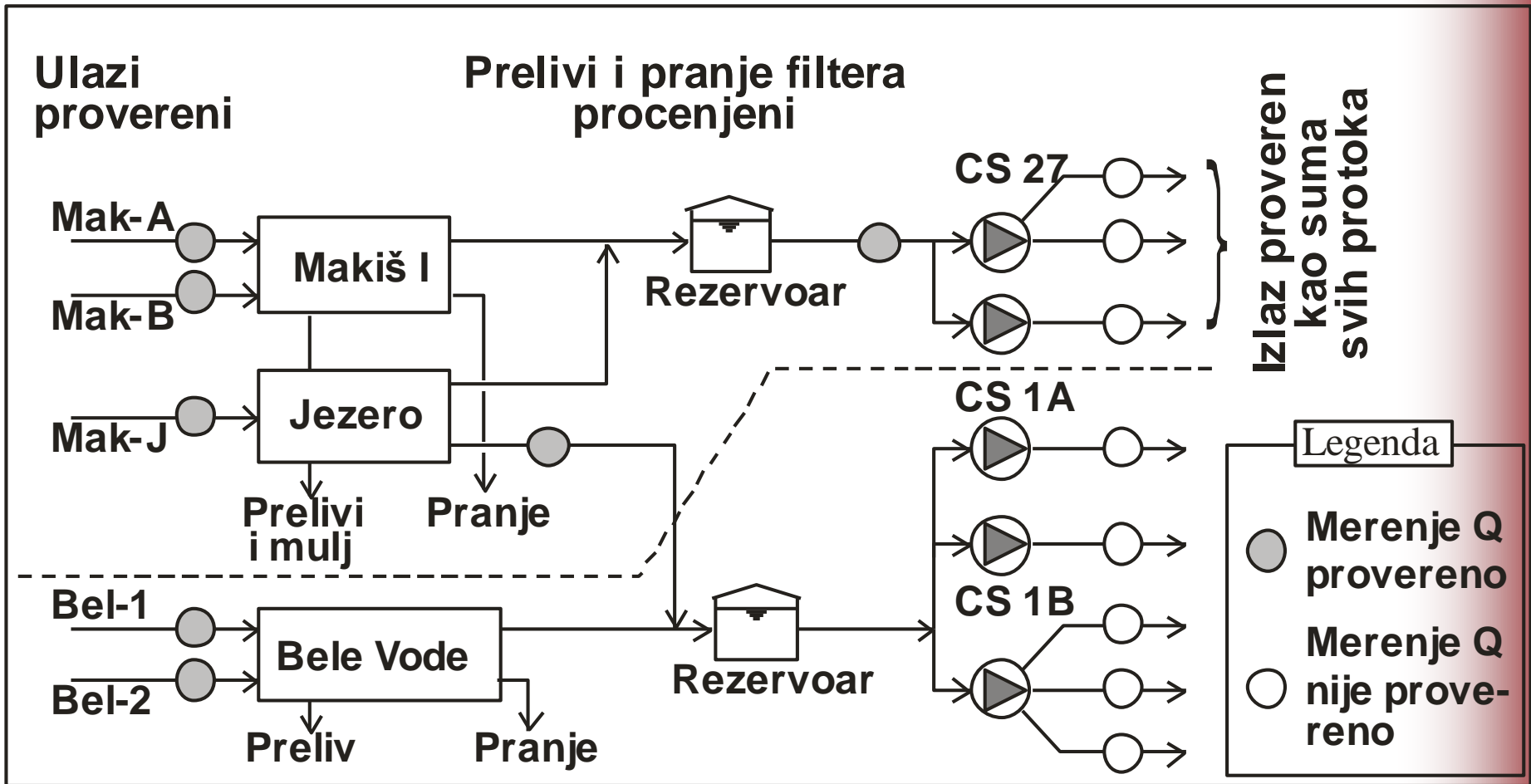


Opis sistema - JKP BVK, Lokacija Bele vode





Opis sistema – glavni tokovi vode





Pregled merila protoka – *metoda i merna oprema*

Snimanje profila brzina – ISO 3966:2008



- Ultrazvučna korelaciona Dopler sonda

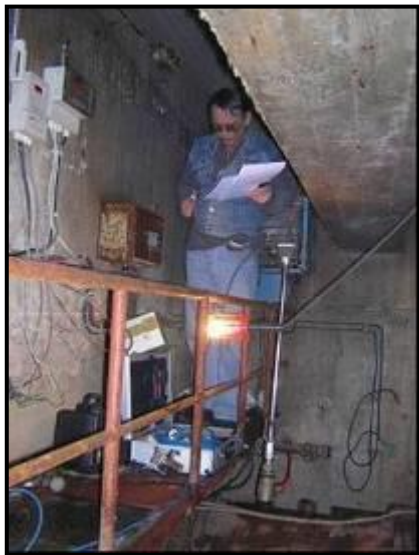
Sa željom da **smanjimo** mernu **neizvesnost** protoka!

- Elektromagnetne sonde - **dva proizvođača!**





Pregled merila protoka – *provera i rezultati*



- **Očekivane greške 0.5% do 1%**
(klasa ugrađene merne opreme)
- **Utvrđene greške od 5% do 10%,**
izuzetno i do **60%!**
(hidraulički neodgovarajuće merne pozicije,
zavisnost tačnosti od položaja uzvodnih
regulacionih elemenata,...)





Pregled podataka sa SCADA sistema

- PROBLEM TAČNOSTI

povremeno nekritičko preuzimanje podataka pri formiranju bilansa.

- PROBLEM INTERPOLACIJE

neodgovarajuće pretvaranje podatka sa $\Delta Q = \text{const.}$ u podatke sa konstantnim vremenskim inkrementom $\Delta t = \text{const.}$

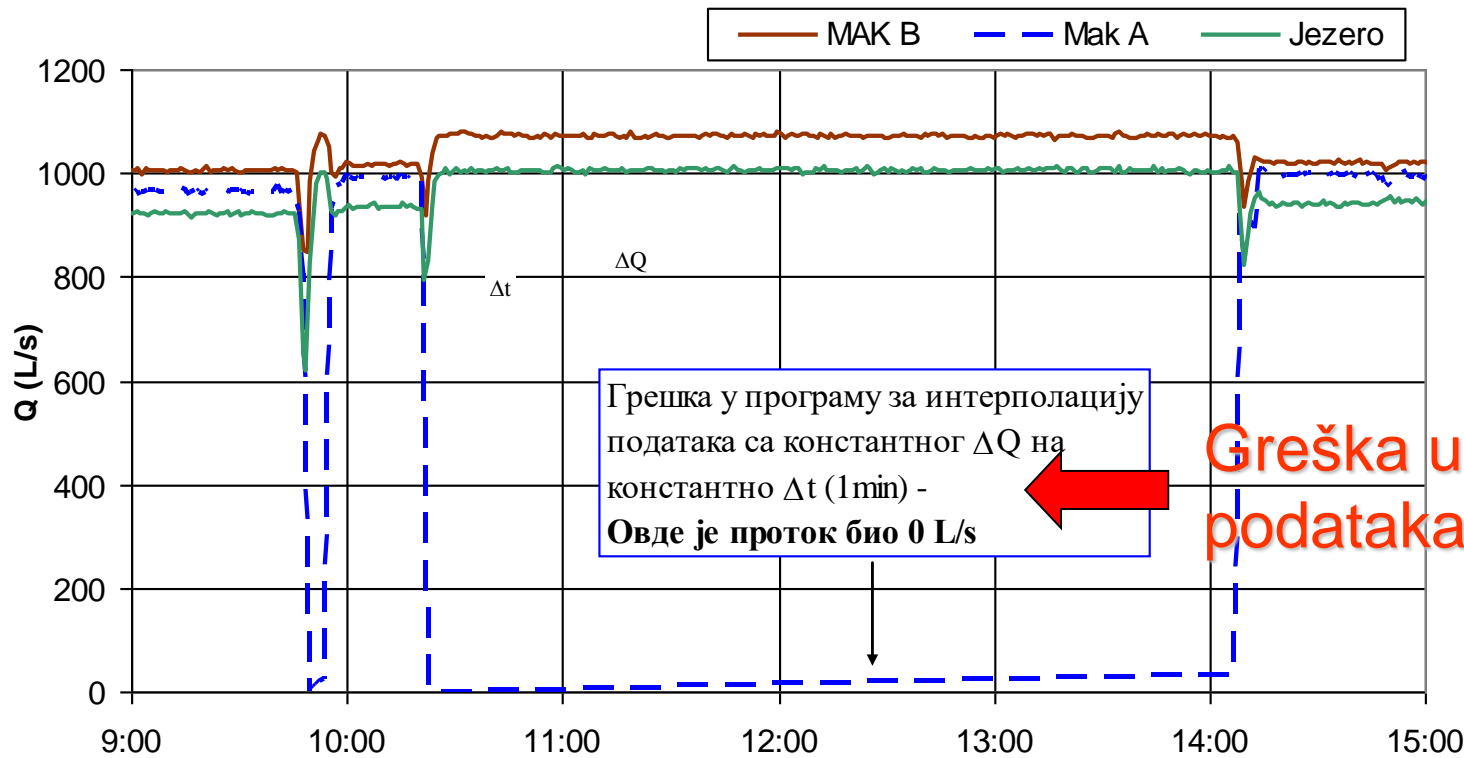
- PROBLEM NEDOVOLJNE OSMOTRIVOSTI

nedostatak **meta i redundantnih podataka** koji treba da pomognu u tumačenju podataka koje sistem sam označi kao nepouzidane.



Pregled podataka sa SCADA sistema

Улаз у Макиш - цевоводи А, В и Ј, 26. јан. 2010.





Pregled podataka sa SCADA sistema

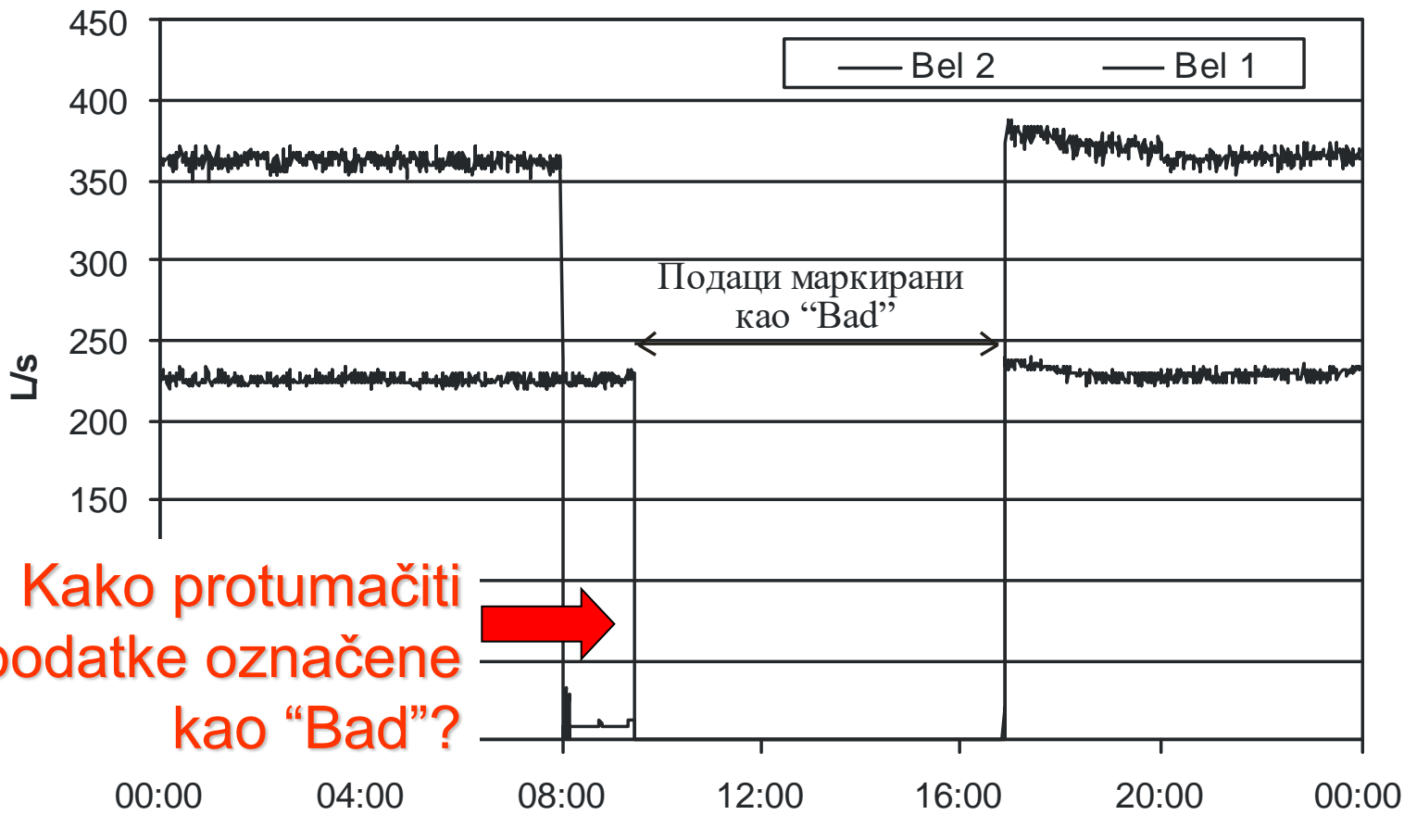
Улаз у Макиш - цевоводи А, В и Ј, 26. јан. 2010.

— МАК В — Маk А — Језеро

1200
1000
800
600
400
200
0
9:00

Улаз сирове воде - Bel 1 и 2 - 26/03/2010

— Bel 2 — Bel 1



Kako protumačiti podatke označene kao "Bad"?





Izrada bilansa postrojenja Makiš i Bele Vode

Zvanični bilans za mart 2010:

Elementi na osnovu koga je napravljen bilans:

- ⇒ Proizvodnja vode – **znatno manje od sume pokazivanja** ulaznih merila sa SCADA sistema.
- ⇒ Sopstvena potrošnja – **ne meri se.**
- ⇒ Potiskivanje vode – suma pokazivanja izlaznih merila protoka, preuzeto sa SCADA sistema.

**Slaganje u bilansu na nivou 0.01%,
a merila imaju grešku veću za dva reda veličine!**



Izrada bilansa – *Mart 2010. srednji mesečni protok*

Bilans za mart 2010 na osnovu SCADA-e:

Neslaganje:

- Podaci direktno iz SCADA sistema:

Ulaz – Izlaz ~ 450 L/s (13%)

- SCADA podaci korigovani posle kalibracije merila protoka:

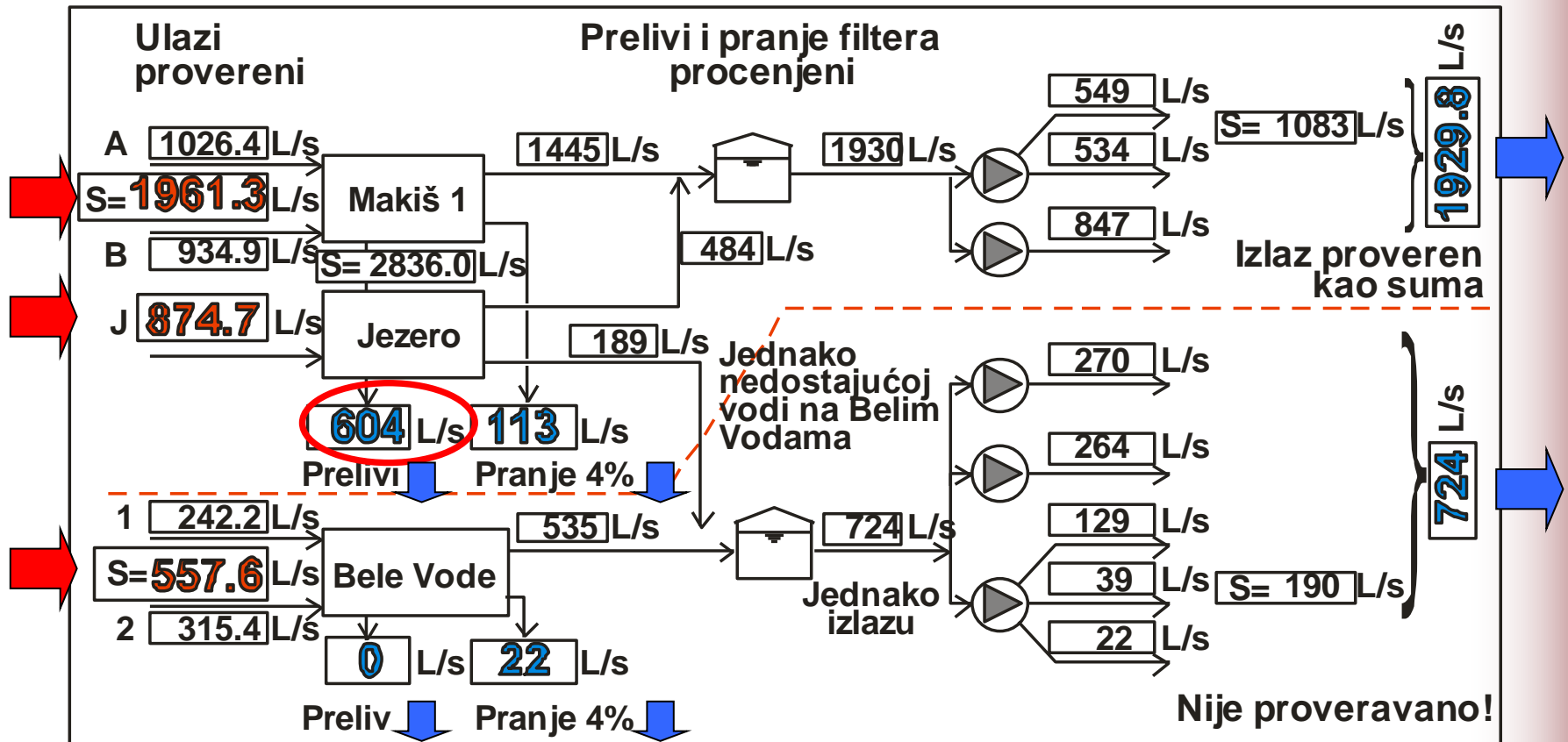
Ulaz – Izlaz ~ 604 L/s (17%)

Protoci su dati kao srednji meseči protoci.



Izrada bilansa – Mart 2010. srednji mesečni protok

Makiš



Bele Vode



Preporuke za poboljšanje bilansiranja - *Stanje*

- Većina merila protoka radi van svoje nominalne tačnosti.
- Postoje elementi sistema čija uloga u bilansu nije uočena.
- Pojedini elementi bilansa se ne mere, već se ocenjuju.
- Primenjena metodologija bilansiranja nije adekvatna.



Preporuke za poboljšanje bilansiranja - **Zaključak**

- Uvesti kontinualno praćenje **nivoa vode** (rezervoari, prelivi,...),
 - Redovno **poroveravati tačnost** ugrađenih merila protoka
 - Uvesti **dodatna merna mesta** – ispusti, pranje filtera, ...
 - **Poboljšati SCADA algoritme** analize i obrade podataka u vremenskom domenu
($X(t, dt=const) \Leftrightarrow X(t, dX(t)=const)$)
- Pomoć prijatelja...
- Uvesti **meta i redundantne podatke** (pomoć SCADA sistemu pri interpretaciji loše ocenjenih podataka)



Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo



PROVERA BILANSIRANJA VODE NA POSTROJENJIMA MAKIŠ-BELE VODE U SYSTEMU BEOGRADSKOG VODOVODA

SAVEZ
INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE



Prof. dr Dušan Prodanović
Mr Dragutin Pavlović

VODOVOD I KANALIZACIJA '10 – DIVČIBARE 2010