

Forum voda 2022 Beograd

16 – 18. novembar 2022.

Hotel HOLIDAY INN Beograd, BELEXPOCENTAR

Primedbe korisnika usluga kao indikator gubitka integriteta distributivnog sistema za vodosnabdevanje



Aleksandar T. Tanasković, dipl. maš. inž.

Mr Mirjana Ninković-Nikolić, dipl. inž. teh.

JKP "Beogradski vodovod i kanalizacija"

Sadržaj

1. Distributivni sistem ispitivane oblasti (Ds-loB)
2. Primedbe korisnika usluga (Pk) na kvalitet vode za piće, Ds-loB
3. Prostorni raspored Pk na kvalitet vode za piće za Ds-loB
4. Sistemski pristup
5. Indikatori poremećaja kvaliteta vode za piće vezani za Ds-loB
 - a) Sezonska promena temperature vode
 - b) Promena pH vode
 - c) Transport korozivne i agresivne vode
 - d) Operativna strategija upravljanja-primer punjenja rezervoara
 - e) Nasleđena struktura i stanje Ds-loB
 - f) Uticaj organizacije života ispitivane oblasti na kvalitet isporučene vode
 - g) Uticaja postojeće infrastrukture i operativne funkcionalnosti Ds-loB na ΔCl_2
6. Poboljšanje praćenja kvaliteta vode za piće i operativne stabilnosti Ds-loB
7. Prostorni raspored MS, MMS i privremenih SzD

1. Distributivni sistem ispitivane oblasti (Ds-IoB)

Kontrola operativnih parametara u realnom vremenu

Terensko prikupljanje uzoraka i laboratorijsko analiziranje

Distributivni sistem ispitivane oblasti (Ds-IoB)



Primedbe korisnika usluga

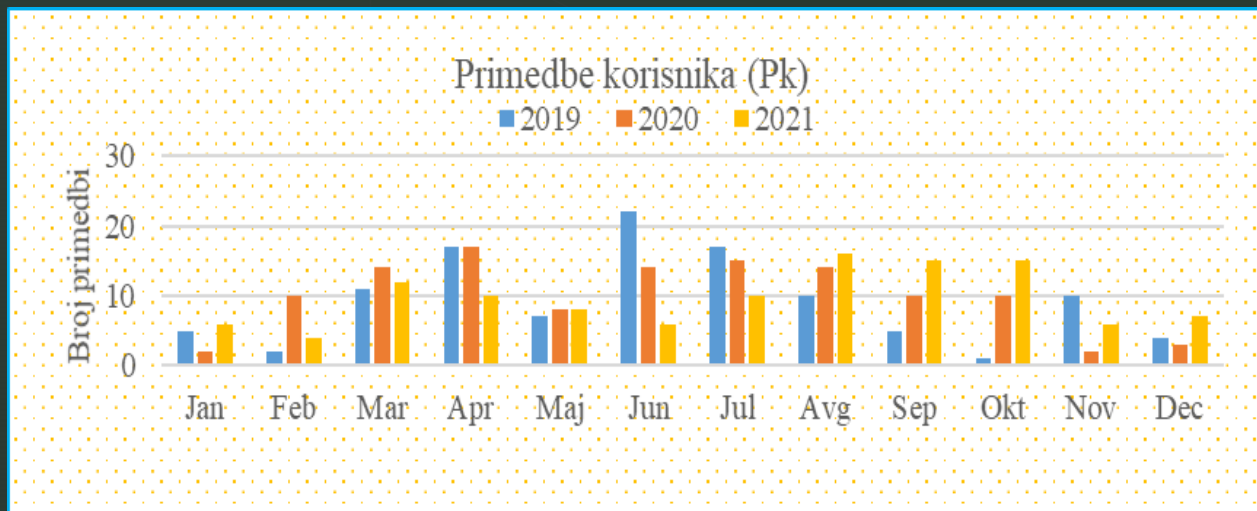


Google Earth

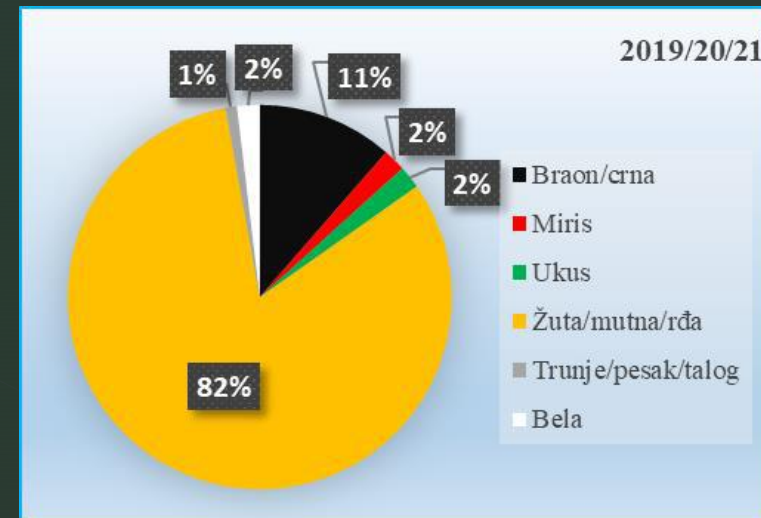
Image Landsat / Copernicus
Image © 2022 Google / Airbus
Image © 2022 Maxar Technologies

2. Primedbe korisnika usluga (Pk) na kvalitet vode za piće, Ds-IoB

Godišnja raspodela



Procentualna zastupljenost

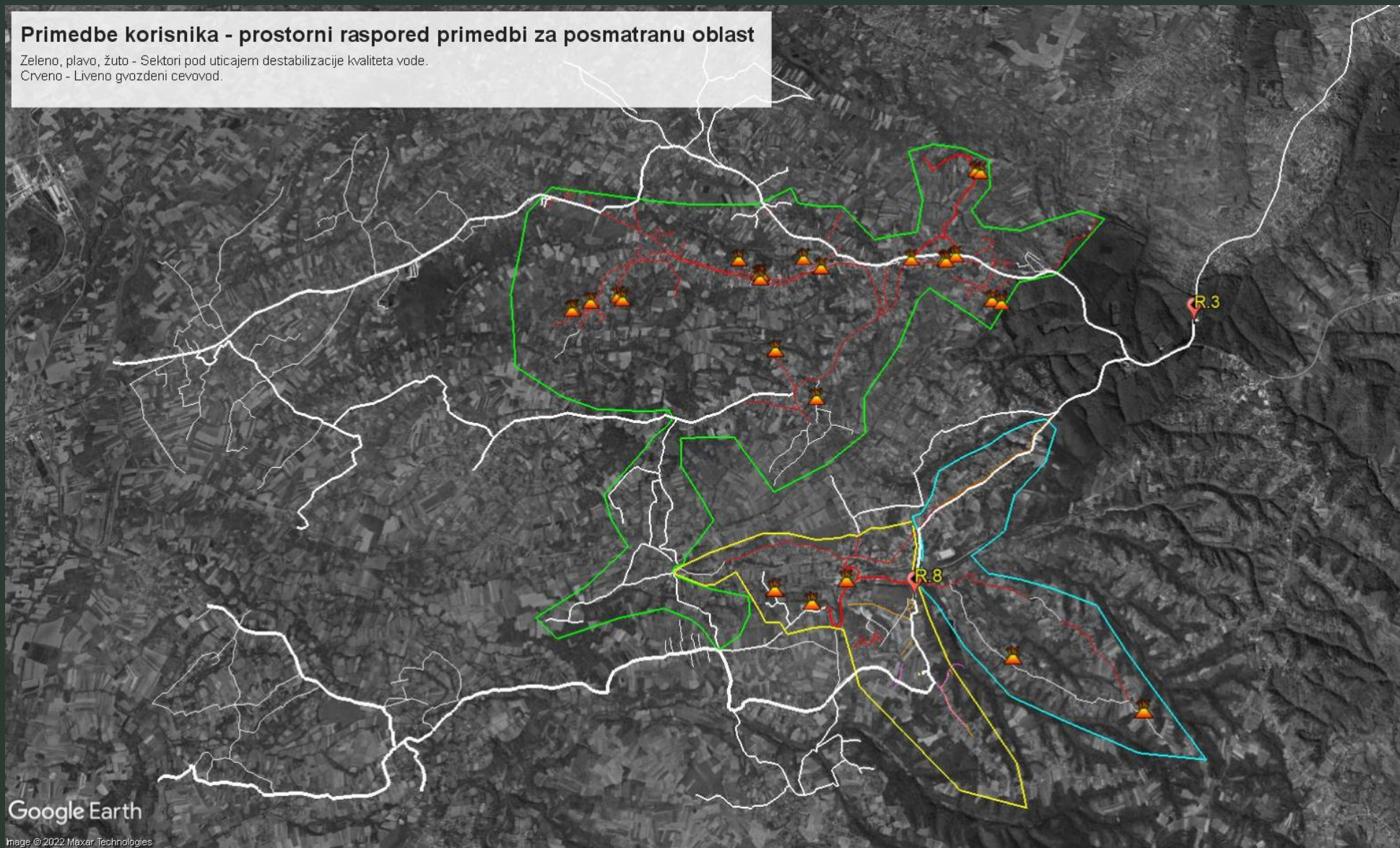


Koeficijent destabilizacije kvaliteta usluga snabdevača (Kd), na godišnjem nivou, imao je vrednosti $Kd=7.5$.

3. Prostorni raspored Pk na kvalitet vode za piće za Ds-IoB

Primedbe korisnika - prostorni raspored primedbi za posmatranu oblast

Zeleno, plavo, žuto - Sektori pod uticajem destabilizacije kvaliteta vode.
Crveno - Liveno gvozdeni cevovod.



Google Earth

Image © 2022 Maxar Technologies

4. Sistemski pristup rešavanja problema putem identifikacije specifičnih informacija koje povezuju izvor sirove vode, njen postupak prerade, distributivni sistem i isporučeni kvalitet vode za piće na slavinama korisnika usluga

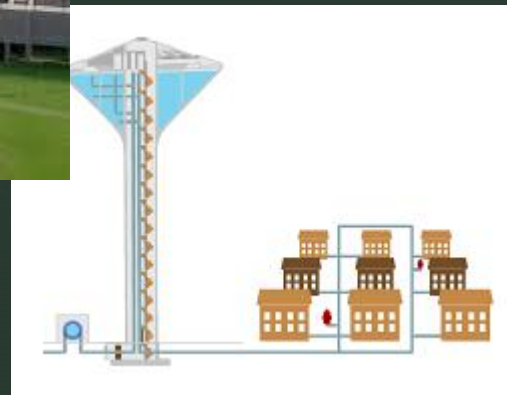
Izvor sirove vode



Prerada vode



Distributivni sistem

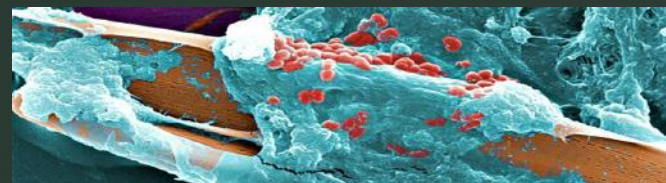
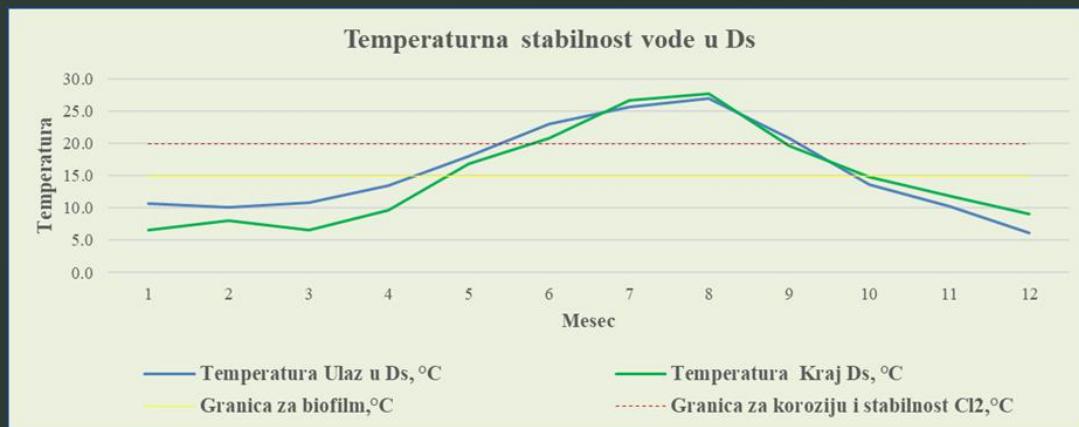


Korisnici usluga

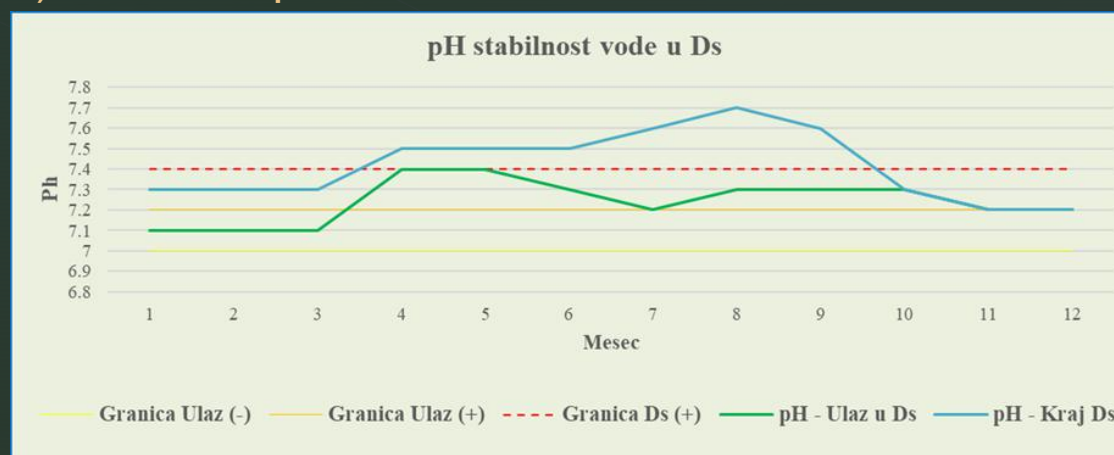


5. Indikatori poremećaja kvaliteta vode za piće vezani za Ds-IoB

a) Sezonska promena temperature vode

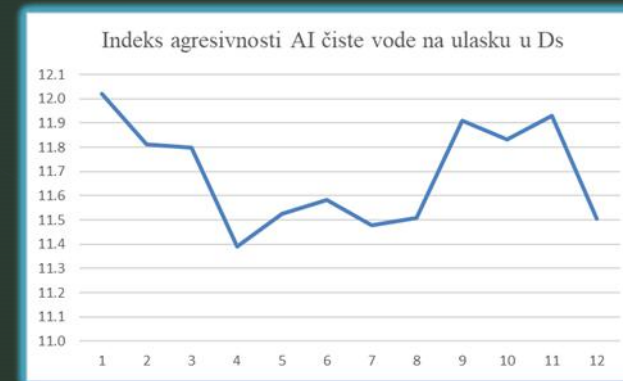
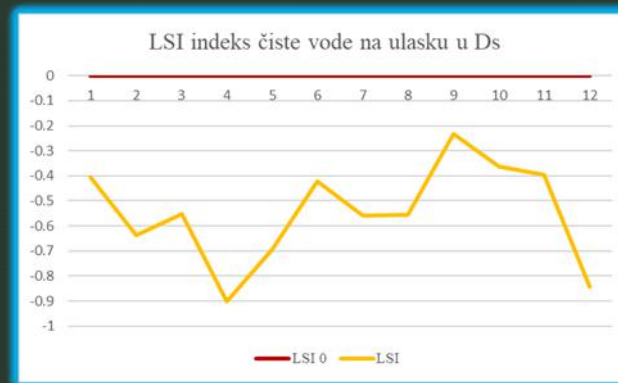
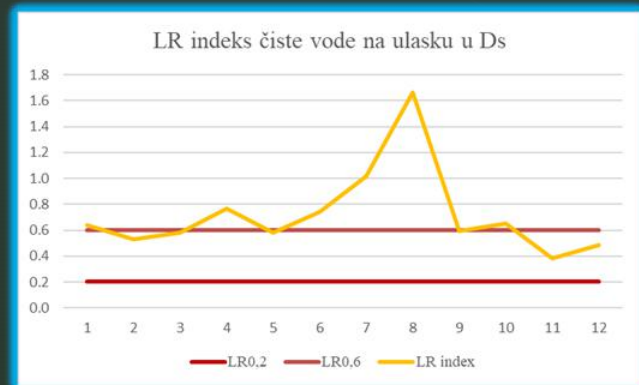


b) Promena pH vode

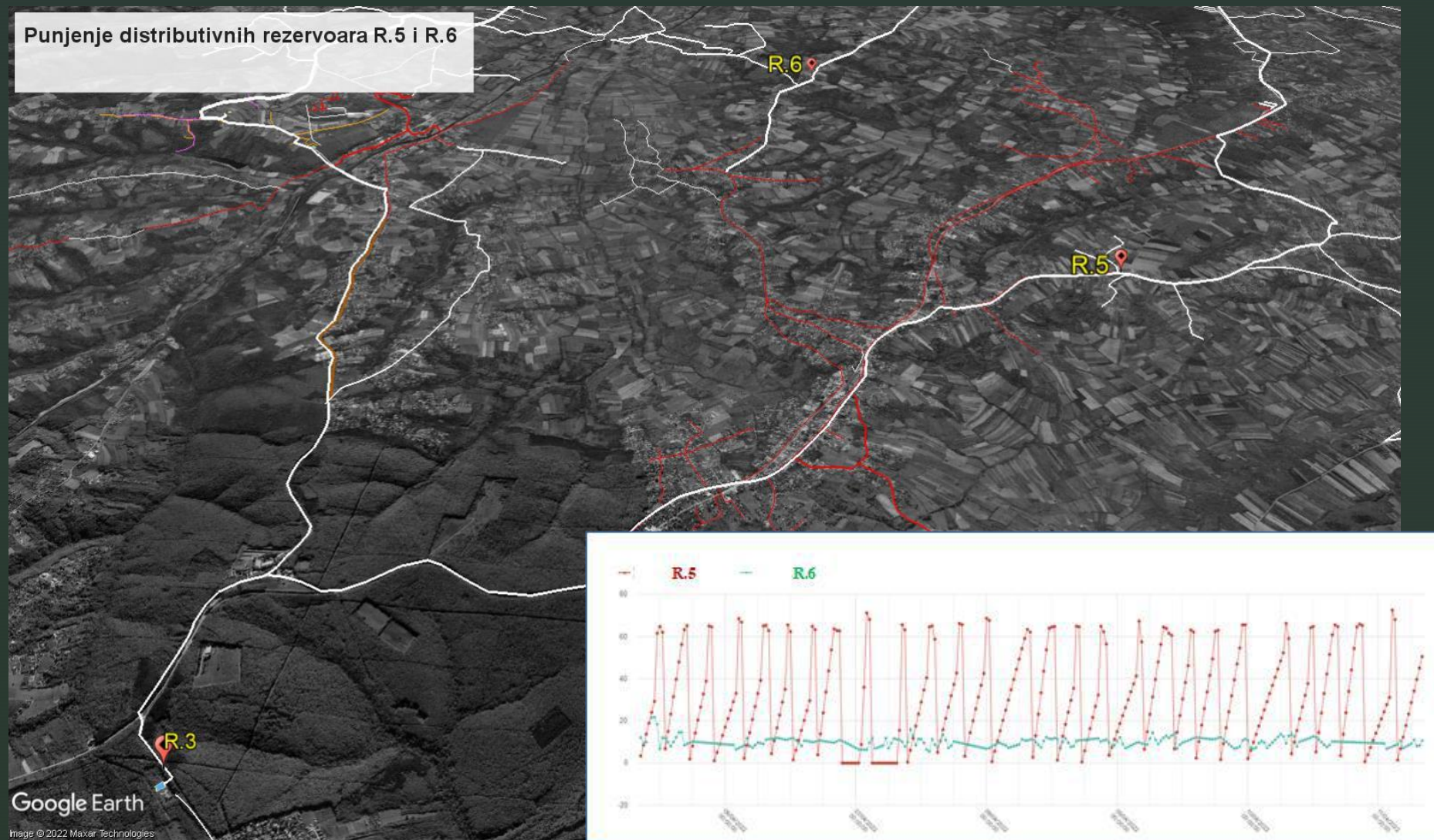


c) Transport korozivne i agresivne vode

| Indeksi | Granice | Tumačenje vrednosti |
|-------------------------------------|------------|---|
| Langelierov indeks saturacije (LSI) | LSI<0 | Voda nije zasićena sa CaCO ₃ i može biti korozivna |
| | LSI=0 | Voda je u ravnoteži |
| | LSI>0 | Zasićenje sa CaCO ₃ i može se očekivati formiranje filma |
| Larson-Scoldov indeks (LR) | LR<0,2 | Hloridi i sulfati ne utiču na koroziju |
| | 0,2<LR<0,6 | Može se očekivati pojačana korozija |
| | LR>0,6 | Očekuje se značajna korozija |
| Indeks agresivnosti (AI) | AI <10 | Voda je veoma agresivna |
| | 10<AI<12 | Voda je umereno agresivna |
| | AI>12 | Voda nije agresivna |



d) Operativna strategija upravljanja-primer punjenja rezervoara



e) Nasleđena struktura i stanje Ds-loB (materijal i starost cevi, unutrašnja zaštita, način ugradnje, gubici vode, stanje rezervoarskog prostora i zaporne armature, funkcionalnost pumpnih stanica ...)

Materijal cevi



Unutrašnja zaštita



Način ugradnje



Gubici vode



Stanje rezervoarskog prostora

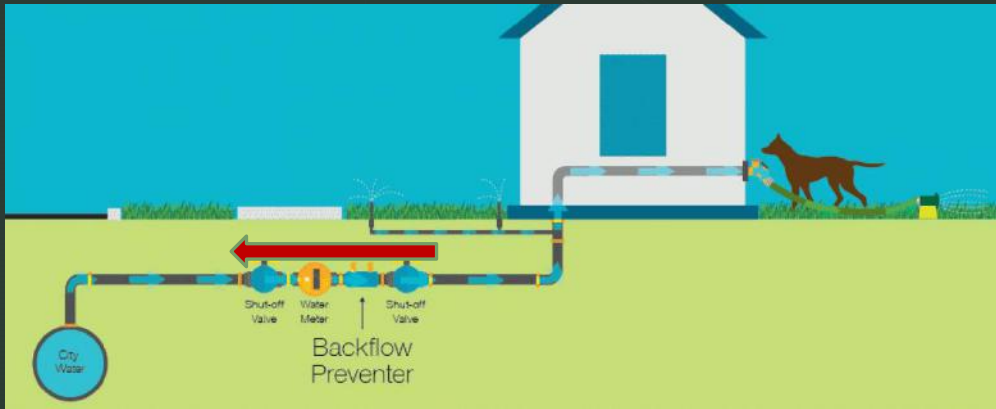


Funkcionalnost pumpnih stanica



f) Uticaj organizacije života stanovnika ispitivane oblasti na kvalitet isporučene vode

Povezivanje na Ds-IoB



Hidrofor



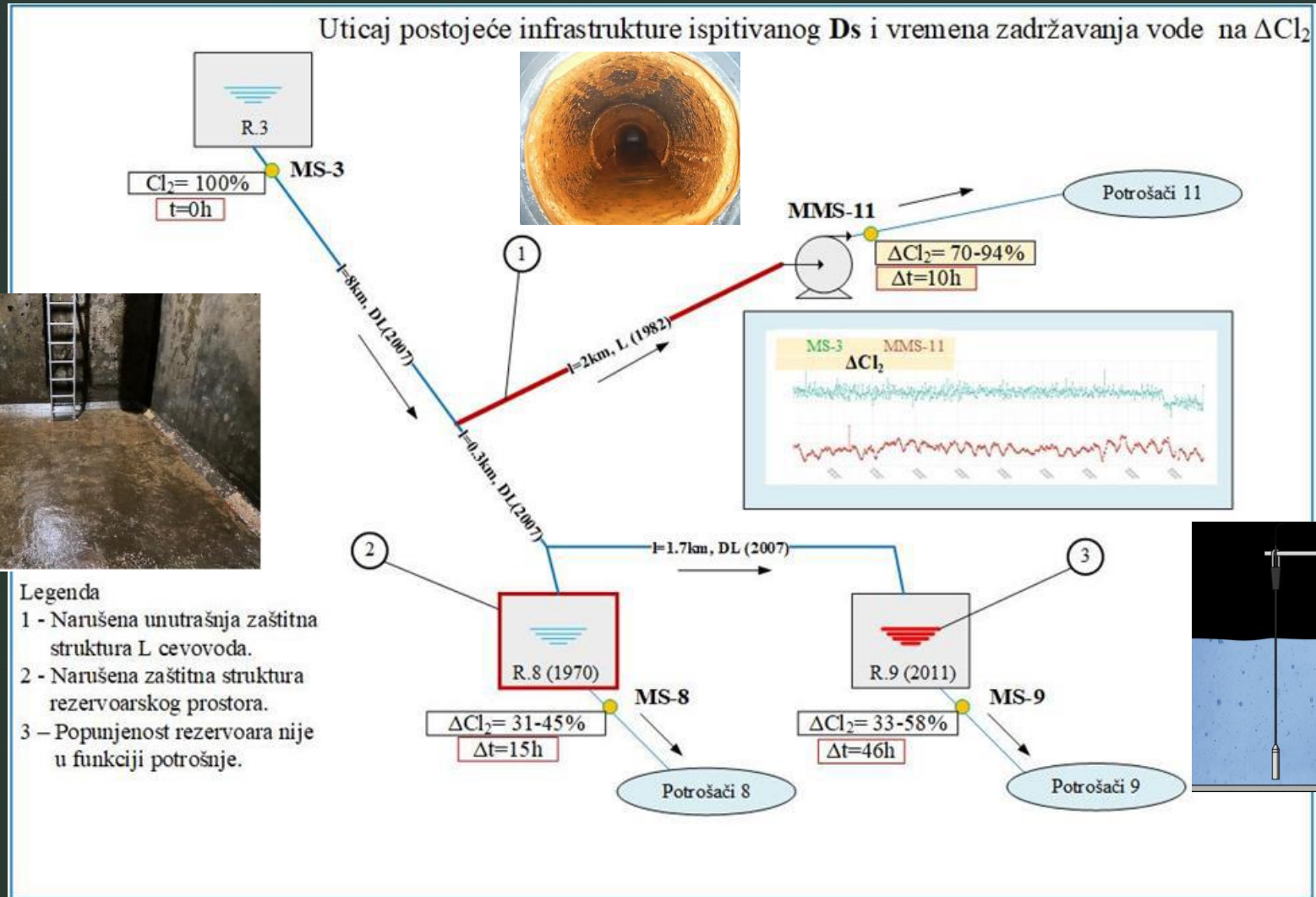
Bunar



Septički sistem



g) Uticaja postojeće infrastrukture i operativne funkcionalnosti Ds-loB na ΔCl_2



6. Poboljšanje praćenja kvaliteta vode za piće i operativne stabilnosti Ds-loB

Svaki distributivni sistem vode za piće, ima svoje posebne specifičnosti koje utiču na postupak optimizacije postojeće funkcionalnosti.

Sistemski pristup ima za cilj efektivnost dezinfekcionog reziduala, putem uspostavljanja integriteta Ds-loB, a kao rezultat očekuje se sledeće:

- Efikasna deaktivacija mikroorganizama;
- Kontrola biofilma;
- Indikacija poremećaja u Ds-loB.

Mere koje se uvode za uspostavljanja integriteta Ds-loB:

- *Prerada vode;*
- *Distributivna mreža;*
- *Operativna funkcionalnost Ds;*
- *Stanice za dohlorsanje (SzD);*
- *Poboljšani monitoring;*
- *Kontakt centar Sv za korisnike usluga.*

Prerada vode: Postizanje stabilnosti pH putem definisanja izlazne vrednosti i pooštavanja pH opsega (± 0.1 pH) i obezbeđivanje puferskog kapaciteta vode kako bi se izbegle promene pH u distributivnom sistemu, a sve u skladu pravilima za vođenje brige o koroziji i agresivnosti vode. Ovim putem se želi uticati na smanje oslobađanja gvožđa sa zidova cevi, uticati na organoleptičke karakteristike vode, stabilizaciju reziduala hlora i mikrobiološki kvalitet vode.

Distributivna mreža: Detaljnom analizom stanja i funkcionalnosti Ds-IoB koja je izrađena od liveno-gvozdenih cevi i glavni uzročnik poremećaja kvaliteta vode za piće, definisati plansku zamenu, sanaciju i plan preventivnog ispiranja ugroženih zona. Posebno je potrebno napraviti plan zaštite od povratnih tokova i plan smanjenja gubitaka.

Stanice za dohlorisanje (SzD): Korozivni uslovi u pojedinim delovima Ds-IoB, čine da postojeći način održavanja rezidualnih vrednosti dezinfekcionog sredstva (Cl_2), putem postojećih stanica za dohlorisanje, postaje neodrživ. Uvođenje dodatnih/privremenih stanica za dohlorisanje jeste urgentan uslov za održanje mikrobiološkog kvaliteta vode za piće, ali ne toliko pouzdan na duži period. Postojeći uslovi čine da je potrebno uvesti najmanje dve privremene SzD, koje će praktično nadoknađivati potrošeni rezidual na oksidaciju gvožđa, odnosno na reakciju vode i unutrašnjih zidova problematičnih cevi. Granična vrednosti reziduala Cl_2 (0,5mg/l), definisana Pravilnikom, omogućava veliki potencijal za ulaganje u vodosnabdevanje kroz optimizaciju procesa.

Poboljšani monitoring: Ds-IoB u redovnim uslovima upravlja se na bazi operativnih parametara, reziduala Cl_2 i parametra kvaliteta vode za piće dobijenih putem laboratorijskih analiza prema Pravilniku. Međutim, kako se u našem slučaju analizira jedna „krizna situacija“ – primedbe korisnika (Pk) na udaljenoj ruralnoj lokaciji, postojeća dinamika praćenja parametara kvaliteta vode za piće prema Pravilniku, za date uslove (jedan redovan uzorak u toku nedelje), ne obezbeđuje potpuno sigurno i bezbedno snabdevanje, te se kao mera uvodi poboljšanje praćenje kvaliteta u realnom vremenu putem fiksnih (MS) i mobilnih (MMS) monitorskih stanica na bazi osnovnih standardnih indikatora ($t^{\circ}C$, pH, NTU i Cl_2) (USEPA, 2006). Fiksne MS vezane su za već odabrane strateške objekte (rezervoare i pumpne stanice), kao dopuna postojećoj strukturi, dok su sa druge strane mobilne MS (MMS) upotrebljavaju na lokacijama koje se definišu prema vremenskim i prostornim koordinatama u kriznim situacijama – $Pk \geq Kd_{max}$.

Kontakt centar Sv za korisnike usluga: Dobar način za poboljšanje usluge vodosnabdevanja može se postići i unapređenjem strategije za rešavanje Pk. Kako bi Sv što efikasnije rešavao probleme u vezi sa kvalitetom usluge, neophodno je da kontakt centri prilikom evidentiranja Pk, koriste različite dostupne servise u komunikaciji, kao što su uslužni telefoni za prijem žalbi, adrese e-pošte i veb stranica, SMS poruke, nalozi sa društvenih mreža. Sa aspekta koordinacije sa potrošačima, poželjno je da komunikaciju obavljaju obučeni operateri kako bi se osigurala razumljiva, jednostavna i efikasna razmena informacija. Kontakt centri za Pk mogu unapred definisati kategorije žalbi kako bi se olakšala identifikacija problema nakon prijema Pk. Kategorizacijom žalbi karakterišu se obrasci izgleda koji ukazuju na prirodu i obim problema. Implementiranje kategorizacije u funkciji kontrole i održavanja kvaliteta vode za piće u Ds, doprinosi Sv za rano otkrivanje uzroka koji može dovesti do pogoršanja kvaliteta vode (USEPA, 2018).

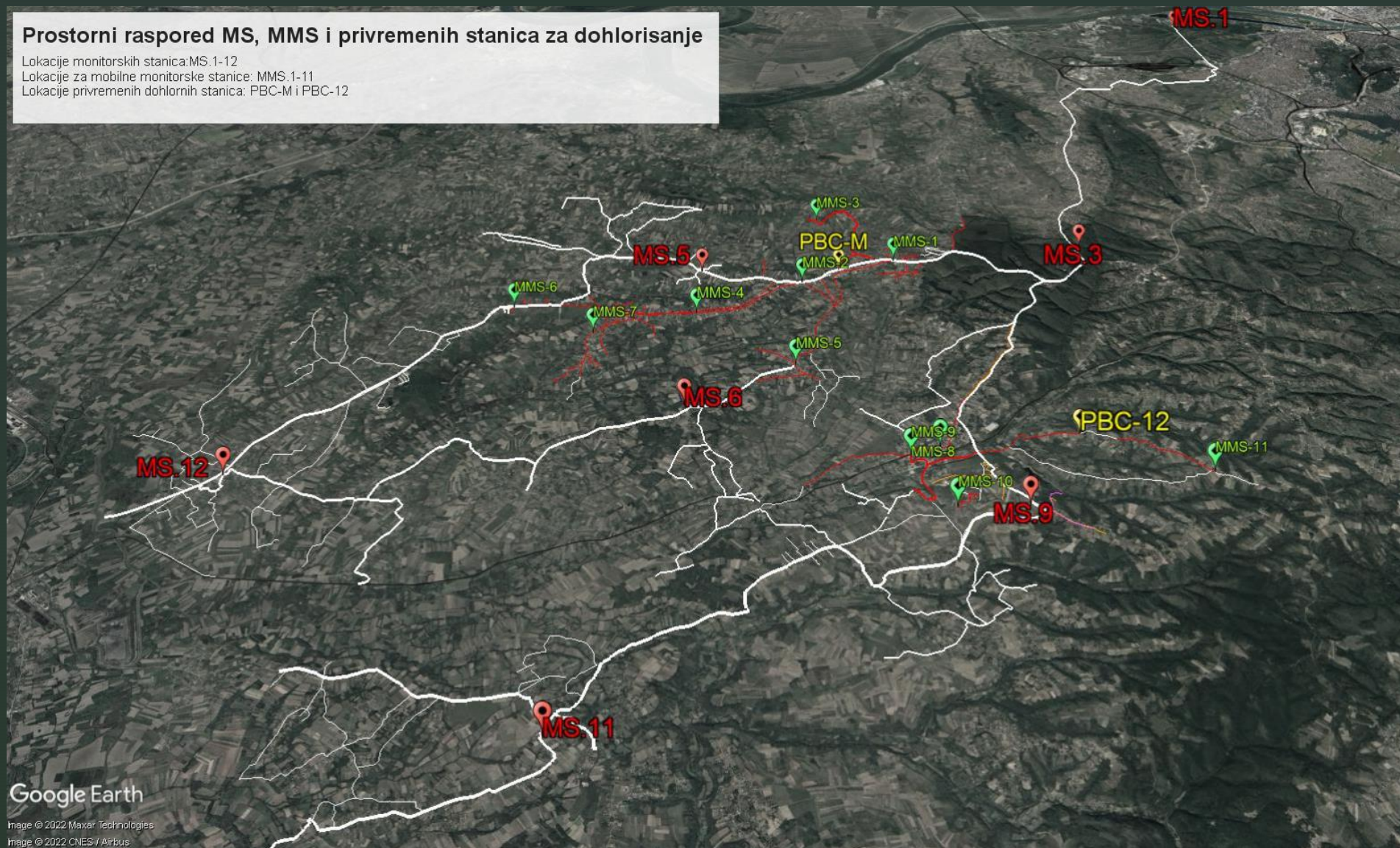
7. Prostorni raspored MS, MMS i privremenih SzD

Prostorni raspored MS, MMS i privremenih stanica za dohlorisanje

Lokacije monitorskih stanica: MS.1-12

Lokacije za mobilne monitorske stanice: MMS.1-11

Lokacije privremenih dohlornih stanica: PBC-M i PBC-12



Hvala na pažnji!



Aleksandar T. Tanasković, aleksandar.tanaskovic@bvk.rs, JKP BVK

Mirjana Ninković-Nikolić, mirjana.ninkovic@bvk.rs, JKP BVK