



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
„JAROSLAV ČERNI“

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU BUDUĆEG JALOVIŠTA RAKOVICA (TSF)

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -



Naručilac:

Rio Sava Exploration d.o.o

RioTinto

Beograd, mart 2021.



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
„JAROSLAV ČERNI“

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU BUDUĆEG JALOVIŠTA RAKOVICA (TSF)

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

RUKOVODIOCI PROJEKTA

Драгана Нинковић

Dragana Ninković, dipl.građ.inž.

Anđelka Petković

Anđelka Petkovic, dipl.inž.tehn.

IZVRŠNI DIREKTOR

Đušan Đurić

Dušan Đurić, dipl.građ.inž.

GENERALNI DIREKTOR



Prof. dr Dejan Divac

Beograd, mart 2021.



PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU BUDUĆEG JALOVIŠTA RAKOVICA (TSF)

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

OPŠTI SADRŽAJ IZVEŠTAJA:

- Opšti deo: Izvod o registraciji privrednog subjekta za Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“
- Knjiga 1: Monitoring količina površinskih voda
- Knjiga 2: Monitoring kvaliteta površinskih voda
- Knjiga 3: Monitoring kvaliteta podzemnih voda
- Knjiga 4: Očitavanje dajvera iz pijezometara
- Knjiga 5: Monitoring bunara po domaćinstvima
- Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita
- Prilog: Obim akreditacije laboratorije Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“

Monitoring i sveobuhvatne informacije o količinama i kvalitetu površinskih i podzemnih voda u okviru Projekta Jadar i domaćih bunara za 2020. godinu sprovodi se u skladu sa prihvaćenom ponudom Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi" AD, Beograd, Jaroslava Černog 80 (br. 02/30 od 2.3.2020, interni ugovor br. 31/20/24/02) i PO dokumentom Rio Sava Exploration DOO, Resavska 23, Beograd (PO 3104170383 od 15.4.2020)

Terenski radovi se obavljaju u skladu sa Sporazumom o zajedničkom sproveđenju mera bezbednosti i zdravlja na radu zaposlenih u poslovnom prostoru projekta detaljnih geoloških istraživanja bora i litijuma Jadar kod Loznice (br. 208, od 24.8.2015).

U Programu monitoringa učestvuju:

Rukovodioci projekta / koordinatori:

Dragana Ninković, dipl.građ.inž.
Anđelka Petković, dipl.inž.tehn.

Geodetski radovi, hidrološka merenja i očitavanje dajvera:

Milan Rula, dipl.građ.inž.
Marko Marjanović, dipl.anal.zašt.živ.sred
Tanja Arizanović, master hemičar
Igor Ljumović, techn
Dragoslav Radović, majstor

Uzorkovanje kvaliteta vode

Marko Marjanović, dipl. anal. zašt. živ. sred.
Jasna Čolić. dipl. inž. tehn.
Tanja Arizanović, master hemičar
Milan Rula, dipl. građ. inž.
Igor Ljumović, tehničar
Dragan Aleksić, tehničar
Snežana Popović, tehničar
Srđan Ostojić, tehničar
Đorđe Ljumović, tehničar
Dragoslav Radović, tehn.
Luka Bujas, tehničar

Laboratorija – fizičko-hemijska ispitivanja:

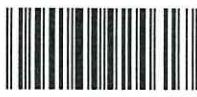
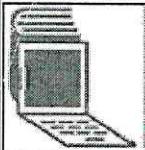
Anđelka Petković, dipl. inž. tehn.
Jasna Čolić, dipl. inž. tehn.
Tatjana Mitrović, dipl. inž. tehn.
Tanja Nenin, mast. fiz. hem.
Snežana Popović, tehničar

Laboratorija – mikrobiološka i biološka ispitivanja:

Vesna Obradović, dipl.biol., spec.mikrobiolog
Tanja Vučković, dipl. ekolog, MSc mikrobiolog
Jelena Lekić, dipl. biolog, MSc ekolog

OPŠTI DEO:

**IZVOD O REGISTRACIJI PRIVREDNOG SUBJEKTA ZA
INSTITUT ZA VODOPRIVREDU „JAROSLAV ČERNI“**



5000169924617

ИЗВОД О
РЕГИСТРАЦИЈИ
ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА



Република Србија
Агенција за привредне регистре

ОСНОВНИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАТAK

Матични / Регистарски број

07019971

СТАТУС

Статус привредног субјекта

Активан

ПРАВНА ФОРМА

Правна форма

Акционарско друштво

ПОСЛОВНО ИМЕ

Пословно име

INSTITUT ZA VODOPRIVREDU JAROSLAV ČERNI AD, BEOGRAD
(VOŽDOVAC)

Преводи пословног имена

Превод пословног имена

Енглески

Jaroslav Černi Water Institute

Превод скраћеног пословног имена

Енглески

Jaroslav Černi Institute

ПОДАЦИ О АДРЕСАМА

Адреса седишта

Општина

Београд-Вождовац

Место

Београд-Вождовац

Улица

Јарослава Черног

Број и слово

80

Спрат, број стана и слово

/ /

Адреса за пријем електронске поште

E- пошта

office@jcerni.rs

ПОСЛОВНИ ПОДАЦИ

Подаци оснивања

Датум оснивања

31.12.1997

Време трајања

Време трајања привредног субјекта

Неограничено

Претежна делатност

Шифра делатности

7219

Назив делатности

Истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама

Остали идентификациони подаци

Порески Идентификациони Број (ПИБ)

101968542

Подаци од значаја за правни промет

Текући рачуни

375-1101290000695-61
160-0000000014091-95
160-0051800013961-32
160-0000000014092-92
160-0050800007949-31
375-1101200000707-40
160-0051800013953-56
840-0000000108723-73
375-000000002722-83
160-0000000275497-25
160-0051800013988-48
160-0051800014313-43
160-0000000334580-92
160-0051800013996-24

Контакт подаци

Телефон 1

3906469

Телефон 2

3907976

Интернет адреса

www.jcerni.rs

Подаци о статуту / оснивачком акту

Датум важећег статута

07.10.2019

Датум важећег оснивачког акта

28.06.2012

Законски (статутарни) заступници

Физичка лица

1.	Име	Дејан	Презиме	Дивац
	ЈМБГ	0406961710134		
	Функција	генерални директор		
	Ограниччење супотписом	не постоји ограничење супотписом		

Остали заступници

Физичка лица

1.	Име	Душан	Презиме	Ђурић
	ЈМБГ	1604967710020		
	Ограниччење супотписом	не постоји ограничење супотписом		

2. Име	Дејан	Презиме	Вучковић
ЈМБГ	0308960710104		
Ограниччење супотписом	не постоји ограничење супотписом		

Директори / чланови одбора директора

Директори

Председник одбора директора

Име	Душан	Презиме	Ђурић
ЈМБГ	1604967710020		

Чланови одбора директора

1. Име	Миле	Презиме	Божић
ЈМБГ	0709956860015		
2. Име	Дејан	Презиме	Дивац
ЈМБГ	0406961710134		
3. Име	Дејан	Презиме	Вучковић
ЈМБГ	0308960710104		
4. Име	Никола	Презиме	Миливојевић
ЈМБГ	0809973720027		
5. Име	Горан	Презиме	Николић
ЈМБГ	0810962710117		
6. Име	Миодраг	Презиме	Поповић
ЈМБГ	0805969710003		

Чланови / Сувласници

Подаци о акционару

Назив	Акцијски капитал

Подаци о капиталу

Новчани

износ

датум

Уписан: 5.931.261,39 RSD

износ

датум

Уплаћен: 5.931.261,39 RSD

31.12.1997

Основни капитал друштва

Новчани

износ

датум

Уписан: 5.931.261,39 RSD

[redacted]

износ

датум

Уплаћен: 5.931.261,39 RSD

31.12.1997

Регистратор, Миладин Маглов



PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU BUDUĆEG JALOVIŠTA RAKOVICA (TSF)

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU –

KNJIGA 1: MONITORING KOLIČINA POVRŠINSKIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 1:

1	Uvod	1
2	Program monitoringa količina površinskih voda	1
2.1	Prethodni program monitoringa	1
3	Merna oprema.....	3
4	Rezultati realizovanih osmatranja u 2020. godini	5
4.1	Lokacija SM_01 Rakovica (prilog 1).....	8
4.2	Lokacija SM_02 Popadića potok (prilog 2).....	8
4.3	Lokacija SM_05 Rakovica (prilog 3).....	9
4.4	Lokacija SM_08 potok Štavice (prilog 4)	9
4.5	Lokacija SM_09 Rakovica (prilog 5).....	9
4.6	Lokacija SM_13 Žuta reka (prilog 6)	10
5	Zaključci i preporuke za dalja osmatranja	11

SPISAK GRAFIČKIH PRILOGA U KNJIZI 1

- Prilog 1: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_01 (Rakovica)
Prilog 2: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_02 (Popadića potok)
Prilog 3: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_05 (Rakovica)
Prilog 4: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_08 (potok Štavice)
Prilog 5: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_09 (Rakovica)
Prilog 6: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_13 (Žuta reka)

1 UVOD

Monitoring površinskih voda na području budućeg jalovišta Rakovica (u daljem tekstu: TSF¹), sprovodi se u cilju dobijanja podataka za utvrđivanje glavnih koncentracija jona i tragova metala u vodotocima radi poređenja kvaliteta površinskih voda sa kvalitetom podzemnih voda na području TSF. Osim toga, neophodno je utvrditi referentno stanje kvaliteta i količina vode pre formiranja jalovišta.

Područje TSF nalazi se u gornjem delu sliva reke Rakovice, leve pritoke Jadra u koji se uliva neposredno uzvodno od mosta u Dragincu. Pregradno mesto se nalazi na dva vodotoka, Rakovici i njenoj desnoj pritoci Popadića potoku. Lokacija pregradnog mesta i gabarit budućeg jalovišta prikazani su na karti na slici 1.

Predmet Knjige 1 su osmatranja količina površinskih voda (hidrološki monitoring), sprovedena tokom 2020. godine i odgovarajući rezultati i analize.

Svi radovi na hidrološkom monitoringu prikazani su detaljno u kvartalnim izveštajima koji su dostavljeni Naručiocu. Osim toga, u periodu 6-9.10.2020. izvršena je revitalizacija merne opreme na pojedinim lokacijama (zamena delova vodomernih letvi, ispiranje i zamena poklopaca dajverskih cevi i sl.). Detaljni izveštaj o ovim aktivnostima prikazan je u kvartalnom izveštaju za septembar 2020.

U nastavku su prikazani program monitoringa količina površinskih voda, podaci o mernoj opremi i lokacijama monitoringa i rezultati realizovanih osmatranja u 2020. godini i odgovarajuće analize, zaključci i preporuke.

2 PROGRAM MONITORINGA KOLIČINA POVRŠINSKIH VODA

Program monitoringa površinskih voda – lokacije i vrste merenja - definisan osnovnim dokumentom², razrađen je u saradnji AECOM – Rio Sava Exploration – Institut "Jaroslav Černi".

2.1 Prethodni program monitoringa

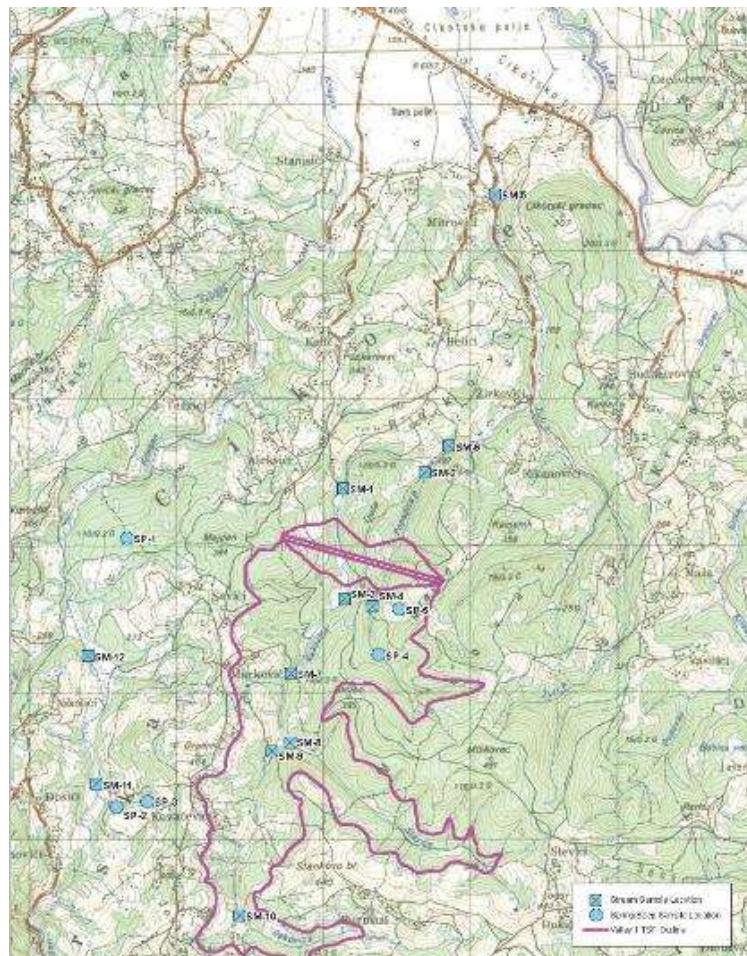
Program monitoringa za 2017. godinu obuhvatio je ukupno 15 lokacija na području sliva reke Rakovice i susednog sliva potoka Krlagan (slika 1), na kojima je predviđeno uzorkovanje kvaliteta vode i utvrđivanje proticaja na sledećim lokacijama:

- 12 lokacija na vodotocima (monitoring kvaliteta i količina):
 - o 10 lokacija na slivu Rakovice (SM1-SM10) i
 - o 2 lokacije na slivu Krlagana (SM11 i SM12),
 - o 1 lokacija na Žutoj reci, najnizvodnijoj desnoj pritoci Rakovice, koja nije bila predviđena u dokumenotm AECOM-a;
- 5 lokacija na izvorima (monitoring kvaliteta):
 - o 2 lokacije na slivu Rakovice (SP4-SP5) i
 - o 3 lokacije na slivu Krlagana (SP1-SP3).

¹ jalovište (na engleskom):tailing storage facility

²Groundwater and Surface Water Sampling and Analysis Plan, Valley One Site Jadar Tailing StorageFacility Project, Loznica Serbia, Version 1, AECOM, 27 April 2017

Ovaj program, međutim, nije realizovan u vidu kontinualnog monitoringa, već je tokom jula 2017. godine Institut "Jaroslav Černi" sproveo "brzi" monitoring količina i kvaliteta površinskih voda za potrebe izrade Numeričkog modela podzemnih voda. Program je obuhvatio 6 nedeljnih kampanja hidrometrijskih merenja i određivanja proticaja metodom brzina-površina i uzorkovanja i određivanja kvaliteta površinskih voda.



Slika 1. Lokacija monitoringa na TSF Rakovica definisane u dokumentu AECOM-a²

U skladu sa iskustvima iz prethodnog perioda i potrebama Naručioca, definisan je program monitoringa površinskih voda za naredni period (2018-). Ovim programom je obuhvaćeno 6 lokacija na vodotocima na slivu Rakovice (SM-1, SM-2, SM-5, SM-8, SM-9, SM-13) na kojima se sprovodi monitoring količina i kvaliteta i 5 lokacija na izvorima na slivovima Rakovice i Krlagana (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4, SP-5) na kojima se vrši monitoring kvaliteta. Lokacije monitoringa su prilagođene uslovima na terenu za potrebe izgradnje mernih objekata i obezbeđenja bezbednog pristupa i merenja.

Lokacije monitoringa su prikazane u tabeli 1 i na slici 2.

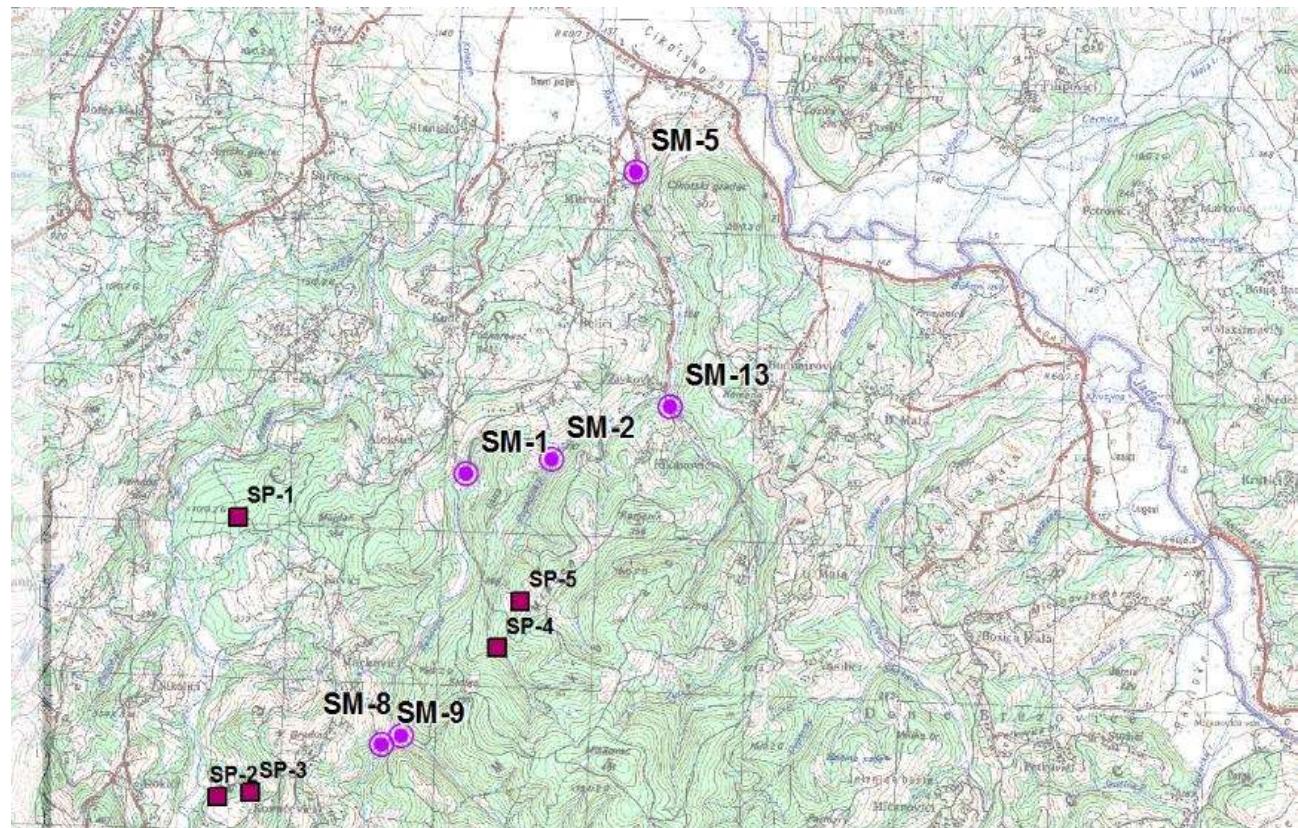
Rezultati analize kvaliteta vode vodotoka i izvora dati su u Knjizi 2.

Na vodotocima je, u okviru monitoringa količina vode, predviđeno:

- kontinualno praćenje vodostaja na dajverima, sa učestalošću od 15 minuta,
- periodično (dva puta nedeljno) čitanje vodostaja na vodomernim letvama,
- kvartalna hidrometrijska merenja u cilju određivanja proticaja metodom "brzina vode – površina poprečnog preseka" i kalibriranja računske krive proticaja.

Tabela 1. Lokacije monitoringa površinskih voda na području TSF

Oznaka	Lokacija	Gauss (Bessel) zona 7		Gauss (Bessel) zona 6		Nadmorska visina	
		Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	NVT2	PN
SM-1	Rakovica, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta	7373455,67	4926485,56	6612107,20	4926220,71	215,35	215,65
SM-2	Popadića potok, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta	7374067,56	4926782,52	6612707,76	4926539,90	192,36	192,66
SM-5	Rakovica, pre ušća u Jadar	7374350,08	4929450,97	6612892,19	4929216,82	140,88	141,17
SM-8	potok Štavice, gornji deo sliva, pre sastava sa Rakovicom	7373012,12	4924954,17	6611720,13	4924674,16	256,59	256,88
SM-9	Rakovica, gornji deo sliva pre sastava sa potokom Štavice	7372979,41	4924958,21	6611687,29	4924676,99	255,99	256,28
SM-13	Žuta reka	7374815,03	4927104,51	6613442,89	4926889,09	175,44	175,73



Slika 2. Lokacije monitoringa površinskih voda na području TSF Rakovica

3 MERNA OPREMA

Merna oprema za merenja nivoa vode (slika 3) su vodomerne letve za dnevno očitavanje nivoa vode i dajveri i radarski uređaji za kontinualno merenje nivoa vode (na 15 min).

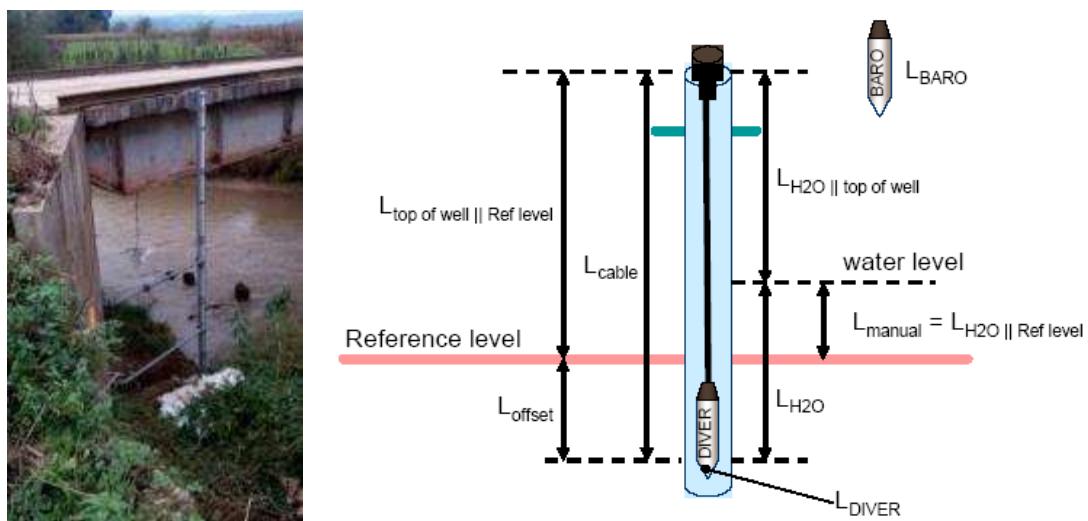
Vodomerne letve su izrađene od aluminijumske legure debljine 6 mm, širine 11,5 cm i dužine 1 m. Podatak letve je 2 cm, tj. jedno polje letve iznosi 2 cm, a prilikom čitanja, procena se vrši na vrednost od 1 cm.

Dajveri su ugrađeni na dno pocinkovane cevi i prate promenu pritiska u cevi. Radi kompenzacije hidrostatičkog pritiska atmosferskim, iznad nivoa se instalira baro dajver. Dajveri su proizvodnje Eijkelkamp (https://en.eijkelkamp.com/products/sensors-monitoring/ctd-diver-water-level-logger_3.html). Način ugradnje i princip rada dajvera prikazani su na slici 4.

Dajveri imaju mogućnost i praćenja temperature vazduha (na baro dajveru) i temperature vode (dajveri na lokacijama hidrološkog monitoringa).



Slika 3. Oprema za merenje nivoa vode

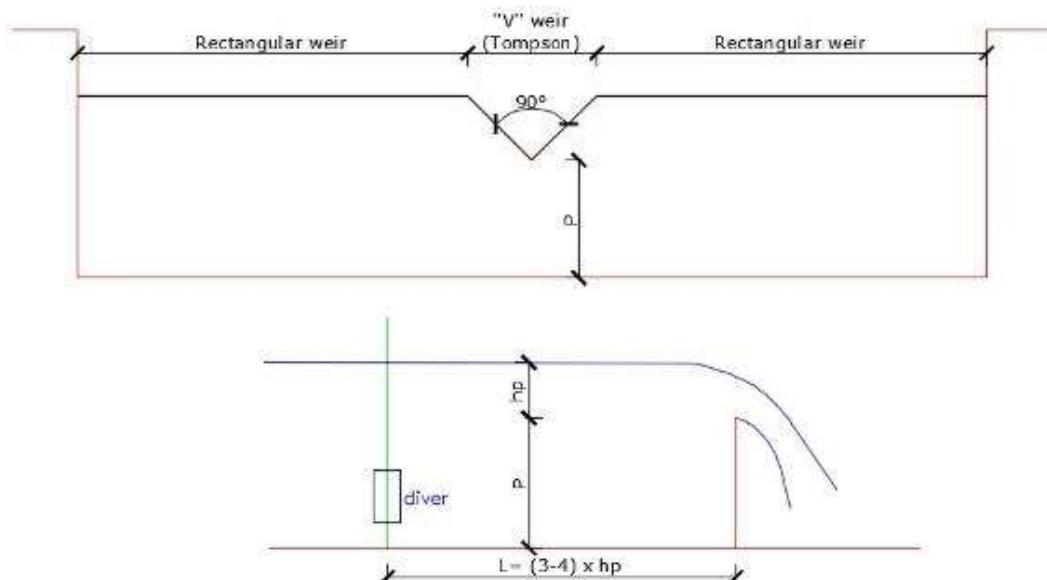


Slika 4. Cev za ugradnju i princip rada dajvera

Na svim lokacijama su izgrađeni **objekti za merenje proticaja**. Merni objekti su izvedeni kao kombinacija pravouglog (Bazenovog) i Thompsonovog preliva, sa komorom za umirenje toka i mernim uređajima - dajveri za kontinualno i vodomerna letva za ručno praćenje vodostaja (slika 5). Za ovakve objekte se proticaj (Q) određuje na osnovu visine prelivnog mlaza (h_p) izmerene dajverom i/ili letvom, odnosno:

$$Q = f(h_p)$$

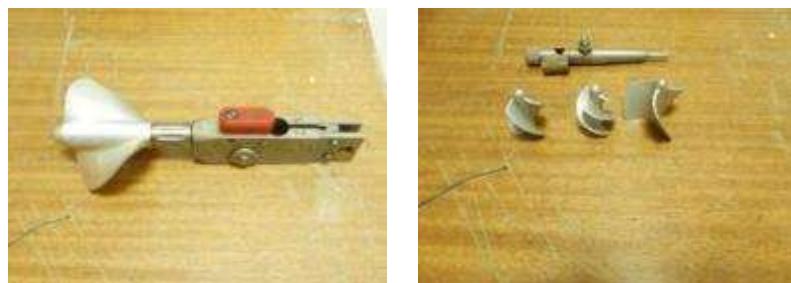
Na ovaj način se za ceo dijapazon nivoa vode u mernom objektu mogu odrediti odgovarajući proticaji. Provera (kalibracija) jednačine prelivanja se vrši kvartalno, hidrometrijskim merenjima i/ili drugom metodom određivanja proticaja (volumetrija i sl.).



Slika 5. Skica objekta za merenje proticaja na lokacijama SWH_03 i SWQH_14

Detaljne informacije o izgrađenim mernim objektima nalaze se u Elaboratu izvedenog stanja kombinovanih mernih objekata na području TSF Rakovica, Institut "Jaroslav Černi", Beograd, 2018.

Merna oprema za kontrolno merenje proticaja su hidrometrijsko krila i mikro krilo (slika 6). Krila su proizvođača **SEBA** i **OTT**.



Slika 6. Oprema za merenje proticaja

4 REZULTATI REALIZOVANIH OSMATRANJA U 2020. GODINI

U nastavku teksta i grafičkim prilozima prikazani su rezultati sprovedenih merenja za svaku lokaciju pojedinačno, u skladu sa programom monitoringa:

- vodostaji zabeleženi na vodomernim letvama i dajverima tokom 2020. godine,
- dnevne sume padavina na stanici MS-TSF tokom 2020. godine,
- krive proticaja i vrednosti izmerenih proticaja tokom 4 sprovedene kampanje.

Napomene:

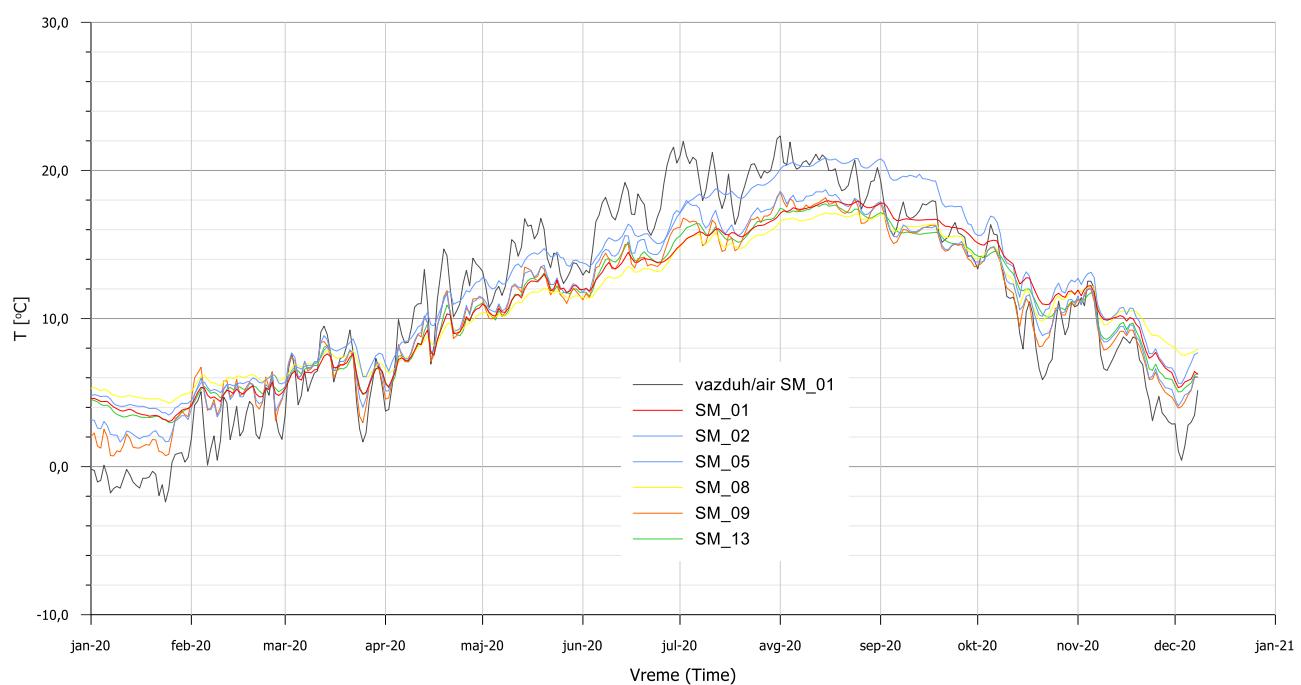
- kampanje monitoringa su sprovedene u malovodnim periodima pri veoma malim brzinama vode, tako da na nekim lokalitetima nije uvek bilo moguće uraditi hidrometrijsko merenje; u tim uslovima je proticaj meren volumetrijskom metodom.

Dinamika sprovedenih merenja tokom 2020. godine prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2. Dinamika sprovedenih hidrometrijskih merenja:

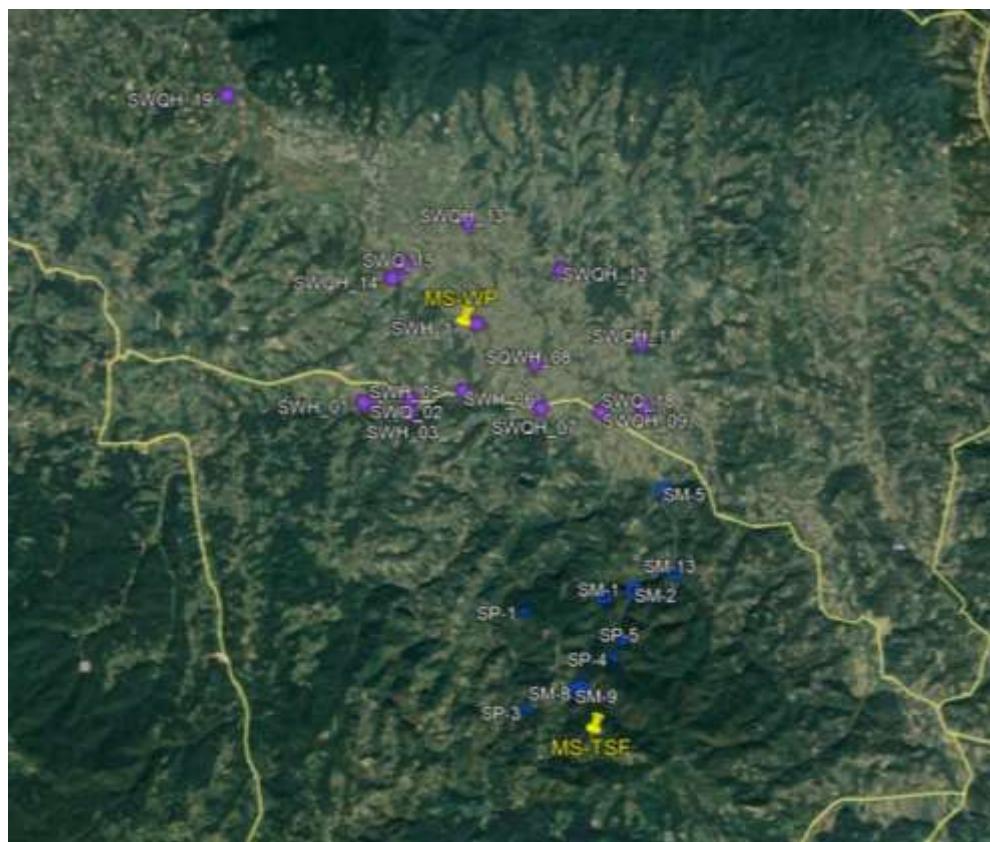
Lokacija	Maj 2020	Septembar 2020	Decembar 2020
SM_01	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020
SM_02	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020
SM_05	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020
SM_08	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020
SM_09	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020
SM_13	27.05.2020	22.09.2020	08.12.2020

Izmerene temperature vode na dajverima tokom 2020. godine prikazane su na dijagramu na slici 7. Na istom dijagramu prikazane su i temperature vazduha registrovane na baro dajveru na lokaciji SM_01 koji je instaliran radi kompenzacije barometarskog pritiska na svim lokalitetima.

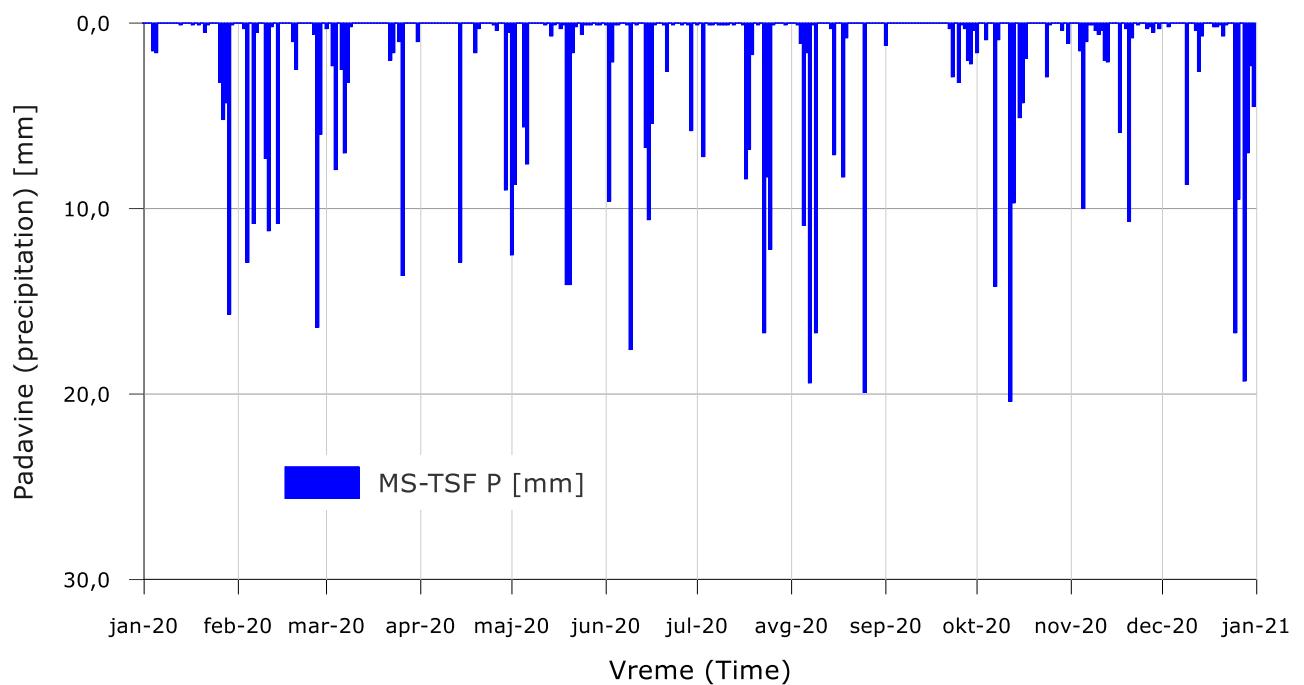


Slika 7. Atmosferski pritisak i temperature vazduha izmerene Baro diverom tokom 2020. godine

Padavine se registruju na 2 meteorološke stanice Naručioca: MS-WP u dolini Jadra i MS-TSF u gornjem delu sliva Rakovice, slika 8. Za područje Korenita (TSF) merodavnom se smatra stanica MS-TSF. Podaci o dnevnim sumama padavina preuzeti su sa linka <http://www.meteos.rs/ams/ms-tsf/ams.html>. Proverom ovih podataka, uočene su nelogičnosti u podacima za jun 2020. Naručilac je obezbedio korigovane podatke od provajdera (METEOS) koji su prikazani na dijagramu na slici 9.



Slika 8. Lokacije meteoroloških stаница MS-WP i MS-TSF



Slika 9. Dnevne sume padavina na meteorološkim stanicama MS-WP i MS-TSF tokom 2020. godine

U sprovedenim merenjima i analizama korišćene su sledeće oznake:

Dijagrami	SM_xy	oznaka lokaliteta na vodotocima
	SM_xy_H	nivo vode registrovan dajverom
	SM_xy_HR	nivo vode registrovan na vodomernoj letvi
Rezultati hidrometrijskih merenja	Q _v , Q _{FR} (m ³ /s)	protok izmeren volumetrijskom, hidrometrijskom metodom
	B (m)	širina vodenog ogledala
	F (m ²)	površina proticajnog profila
	h _{sr} (m)	srednja dubina
	v _{sr} (m/s)	srednja brzina toka
	v _{max} (m/s)	maksimalna brzina toka

4.1 Lokacija SM_01 Rakovica (prilog 1)

Lokacija se nalazi na reci Rakovici, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta za branu za jalovište. Hidrometrijski profil je 10 m nizvodno od objekta.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja na profilu nizvodno od mernog objekta i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registravane su kote nivoa vode od 213,98 do 215,36 m nJm, sa prosečnom vrednošću 214,67 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 1,3 l/s (volumetrijski, decembar 2020) do 11,5 l/s (hidrometrija, maj 2020). Tokom monitoringa u septembru, proticaj nije meren jer nije bilo tečenja na profilu.

Nakon obilnih padavina, 24.6.2020. korito se zapunilo rečnim nanosom, pa usled velike količine nanosa i malog dotoka, nije bilo moguće očitatu letvu od 10.7 - 9.10.2020. Poplavni talas je slomio i jedan zatvarač, koji nije bilo moguće zameniti, pa je tokom revitalizacije merne opreme u oktobru 2020 mesto zatvarača blindirano.

Merna letva nije očitana 23.6.2020. jer usled nabujale Rakovice, osmatrači nisu mogli da dodju do lokacije.

Tokom revitalizacije opreme 8.10.2020, zamenjen je prvi metar letve.

Tokom poplava, deo nizvodne betonske ploče je pukao i otplovio par metara. Ovaj deo ploče je odnešen tokom čišćenja nanosa iz objekta 29.10.2020.

Neposredno nizvodno od kraja bočnih zidova objekta, uočava se erozija obale. Sprečavanje dalje erozije bi se postiglo produžavanjem bočnih zidova.

4.2 Lokacija SM_02 Popadića potok (prilog 2)

Lokacija se nalazi na Popadića potoku, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta za branu za jalovište. Hidrometrijski profil je uzvodno uzbrdo oko 80 m.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja na mernom profilu i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registravane su kote nivoa vode od 191,22 do 192,43 m nJm, sa prosečnom vrednošću 191,82 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 0,54 l/s (volumetrijski, septembar 2020) do 2,6 l/s (hidrometrijski, maj 2020).

Tokom obilnih junske padavina, 23.6.2020. nivo nije očitan jer nije bilo moguće stići do lokaliteta zbog nabujale Rakovice.

Merni objekat je zapunjten nanosom 24.6.2020, ali se očitavanja na vodomernoj letvi nisu prekidala jer su osmatrači očistili bazen u zoni vodomerne letve. Nanos je mašinski uklonjen iz objekta 28.10.2020.

Tokom revitalizacije merne opreme, na lokaciji je razrađen mehanizam za obezbeđenje dajvera.

4.3 Lokacija SM_05 Rakovica (prilog 3)

Lokacija mernog objekta se nalazi na reci Rakovici, na oko 30 m uzvodno od mosta na magistralnom putu Loznica – Valjevo, pre ušća u Jadar. Hidrometrijski profil je oko 100 m nizvodno od mosta.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 139,19 do 140,81 m nJm, sa prosečnom vrednošću 140,00 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 0,51 l/s (volumetrija, septembar 2020) do 24,0 l/s (hidrometrija, maj 2020). U septembarskoj kampanji nije izvršeno hidrometrijsko merenje zbog veoma niskog vodostaja.

Merni objekat je zapunjten nanosom 24.6.2020, ali se očitavanja na vodomernoj letvi nisu prekidala jer su osmatrači očistili bazen u zoni vodomerne letve. Nanos je mašinski uklonjen iz objekta u periodu od 10-12.9.2020.

Automatske vrednosti nivoa u periodu od 24-30.4.2020. nisu kompenzovane atmosferskim pritiskom jer baro dajver na lokaciji SWH_17 nije beležio podatke zbog popunjenoći memorije.

Tokom revitalizacije opreme, 8.10.2020, zamenjen je prvi metar letve, isprana je dajverska cev i razrađen je mehanizam za obezbeđenje dajvera.

4.4 Lokacija SM_08 potok Štavice (prilog 4)

Lokacija objekta se nalazi na potoku Štavice, gornji deo sliva, pre ušća u Rakovicu. Hidrometrijski profil je 10 m nizvodno od objekta.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 255,29 do 256,51 m nJm, sa prosečnom vrednošću 255,90 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 0,26 l/s (volumetrija, septembar 2020) do 4,1 l/s (hidrometrija, maj 2020).

Tokom obilnih junske padavina, 23.6.2020. nivo nije očitan jer nije bilo moguće stići do lokaliteta zbog nabujale Rakovice.

Poplave su uzrokovale istaložavanje rečnog nanosa u objekat. S obzirom da nanos ne ometa očitavanje letve i tečenje, nije uklonjen.

U rečnom koritu, neposredno nizvodno od objekta, nalazi se oboren stablo, što otežava hidrometrijska merenja još od 2019.

Tokom revitalizacije opreme 8.10.2020, na lokaciji je zamenjen prvi metar letve, dajverska cev je isprana, tazrađen je mehanizam za obezbeđenje dajvera.

4.5 Lokacija SM_09 Rakovica (prilog 5)

Lokacija objekta se nalazi na reci Rakovici, uzvodno od ušća potoka Štavice. Hidrometrijski profil je 10 m nizvodno od objekta.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 254,79 do 256,03 m nJm, sa prosečnom vrednošću 255,41 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 0,26 l/s (volumetrija, septembar 2020) do 5,6 l/s (hidrometrija, maj 2020).

Nepoznato lice je otvorilo drenažne ventile na objektu 21.4.2020. tako da je voda isticala dok ih osmatrači nisu zatvorili.

Tokom obilnih junske padavina, 23.6.2020. nivo nije očitan jer nije bilo moguće stići do lokaliteta zbog nabujale Rakovice.

Poplave su nanele velike količine nanosa u objekat i izazvale su lomljenje jednog zatvarača. Kroz polomljeni zatvarač voda je povremeno isticala, dok nije zamenjen novim tokom revitalizacije opreme. Osmatrači su uklonili deo nanosa da omoguće očitavanje letve i nesmetano tečenje.

I tokom 2020. godine uočava se procurivanje vode ispod objekta. Pretpostavka je da je procurivanje još veće nakon poplava, kao i da dolazi do ispiranja materijala ispod nizvodne ploče.

Tokom revitalizacije oprema 8.10.2020. zamenjeni su polomljeni zatvarač ventila i prvi metar vodomerne letve i isprana dajverska cev.

4.6 Lokacija SM_13 Žuta reka (prilog 6)

Lokacija objekta se nalazi na Žutoj reci, najnizvodnijoj desnoj pritoci Rakovice. Hidrometrijski profil je 10 m nizvodno od objekta.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 174,02 do 175,41 m nJm, sa prosečnom vrednošću 174,72 m nJm.

Proticaji se kreću u rasponu od 0,07 l/s (volumetrija, septembar 2020) do 3,8 l/s (hidrometrija, maj 2020). U septembarskoj kampanji zbog malog dotoka nisu izvršena hidrometrijska merenja.

Tokom obilnih junske padavina, 23.6.2020. nivo nije očitan jer nije bilo moguće stići do lokaliteta zbog nabujale Rakovice.

Za vreme poplava, objekat se napunio nanosom koji su osmatrači delimično uklonili da omoguće očitavanje letve. Objekat je u potpunosti očišćen 27.10.2020.

I tokom 2020. godine uočava se procurivanje vode ispod levog nizvodnog gabiona u svim hidrološkim uslovima. Ova pojava se potvrđuje i značajnim razlikama između izmerenih proticaja različitim metodama, naročito u decembarskoj kampanji kada je izmereni proticaj nizvodno od mernog objekta (hidrometrijska metoda) bio višestruko veći od proticaja na objektu (volumetrijska metoda). Osim toga, materijal ispod nizvodnih ploča je delom ispran, što može uzrokovati još veće procurivanje ispod objekta.

Poplave su uslovile da se jedan zatvarač slomi, koji je privremeno saniran da zaustavi curenje, a konačno je zamenjen 8.10.2020, tokom revitalizacije opreme. Tom prilikom zamenjen je prvi metar letve i razrađen je mehanizam za obezbeđenje dajvera.

5 ZAKLJUČCI I PREPORUKE ZA DALJA OSMATRANJA

Program monitoringa količina površinskih voda na području Korenta (TSF) tokom 2020. godine, sproveden je kao nastavak monitoringa iz 2019. Monitoringom su obuhvaćeni vodotoci Rakovica (3 lokacije), Popadića potok, Štavice i Žuta reka (po 1 lokaciji).

Programom monitoringa su predviđena 4 kvartalna merenja tokom 2020. godine, ali su, zbog pandemije COVID 19, sprovedena 3 i to u maju, septembru i decembru. Sve tri kampanje su sprovedene u uslovima veoma niskih vodostaja (prema dinamičkom planu zahtevanom od Naručioca).

Merenja tokom 2020. godine su obuhvatila:

- praćenje vodostaja na vodomernim letvama (dva puta sedmično) i dajverima (kontinualno, na 15 minuta) ugrađenim na mernim objektima za merenje proticaja,
- 3 kampanje kontrolnih merenja proticaja u cilju verifikacije računskih krivih proticaja za merne objekte, metodom površina poprečnog preseka-brzina vode (na osnovu hidrometrijskih merenja) i/ili volumetrijskom metodom.

Izvršena merenja i osmatranja tokom 2020. godine, opisana su u 3 kvartalna izveštaju koji su dostavljeni Naručiocu.

Prema Programu monitoringa za 2020. godinu, ručno praćenje vodostaja je predviđeno 2 (dva) puta nedeljno, utorkom i petkom. U periodu 10-28.1.2020. nisu beleženi vodostaji na vodomernim letvama jer se u svim mernim objektima formirao led. Ručno merenje vodostaja je u potpunosti bilo obustavljeno u periodu 1-9.1.2020. (novogodišnji i božićni praznici) i 1.3-24.4.2020. zbog pandemije COVID 19. U periodu od 24.4 - 18.5.2020, osmatrači su beležili vodostaje dva puta nedeljno na lokacijama SM_02, SM_05 i SM_13, a jednom nedeljno na lokacijama SM_01, SM_08 i SM_09. U periodu 29.7 - 12.8.2020. predstavnici IJČ su obišli lokalitete i zabeležili vodostaje jer su lokalni osmatrači bili u karantinu zbog sumnje na zaraženost virusom COVID-19.

Automatsko beleženje podataka na dajverima se, generalno, nesmetano odvijalo.

Hidrometrijska merenja na svim lokacijama sprovedena su prema planu. Međutim:

- kao i tokom 2019, hidrometrijska merenja za određivanje proticaja (Q_{FR}) vršena su samo pri niskim vodostajima (nedovoljna dubina vode u koritu) što ne obezbeđuje dovoljnu pouzdanost rezultata; zbog toga su sprovedena i kontrolna merenja proticaja volumetrijskom metodom (Q_v);
- septembarska kampanja izvršena je u uslovima sa najnižim vodostajima od početka osmatranja 2018, tako da na lokacijama SM_01, SM_05 i SM_13 nije izvršeno hidrometrijsko merenje.

Junske poplave su uslovile zasipanje rečnim nanosom svih mernih objekata. Nanos je iz lokacija SM_01, SM_02, SM_05 i SM_13 uklonjen mašinski, a na lokacijama SM_08 i SM_09 osmatrači su očistili nanos u meri da može da se očitava vodomerna letva i da se uspostavi prelivanje preko praga.

Na lokacijama SM_09 i SM_13 i dalje se uočava značajno procurivanje vode ispod mernih objekata.

U periodu 5-9.10.2020. izvršena je revitalizacija opreme na svim mernim mestima, odnosno zamena oštećenih ili zaprljanih delova vodomernih letvi, ispiranje dajverskih cevi, zamena ili popravka dajverske opreme. Detaljni izveštaj o revitalizaciji opreme dat je u izveštaju *Program monitoringa voda na području budućeg jalovišta Rakovica (TSF), Izveštaj za period 30.5-25.9.2020, Knjiga 1: Monitoring količina površinskih voda*.

Rezultati monitoringa količina površinskih voda tokom 2020. godine

Rezultati izvršenih merenja i osmatranja obrađeni su standardnim metodama koje se koriste u Institutu "Jaroslav Černi" i prikazani za svaku lokaciju u vidu:

- nivograma i dijagrama dnevnih suma padavina registrovanih na meteorološkoj stanci Naručioca (WS-TSF) tokom 2020. godine,
- računskih krivih proticaja i izmerenih podataka za krivu proticaja Q-Z, tabelarno i grafički;.

Podaci o dnevnim padavinama na meteorološkoj stanci MS-TSF, koja se smatra merodavnim za područje Jadar, preuzeti su sa <http://www.meteos.rs/ams/ms-TSF/ams.html>. Tokom izrade nivograma i dijagrama dnevnih padavina, uočili smo nelogičnosti u podacima o padavinama tokom juna 2020. O ovome smo obavestili Naručioca koji je, potom, dostavio korigovane podatke dobijene od provajdera (METEOS, Beograd), na osnovu kojih je formiran dijagram padavina tokom 2020. godine.

Iz nivograma i dijagrama dnevnih suma padavina vidi se da su promene vodostaja u direktnoj vezi sa padavinama. U drugoj polovini 2020. godine uočavaju se, generalno, niži vodostaji sa manjim varijacijama, u odnosu na period januar-jun.

Na osnovu rezultata monitoringa tokom 2020. godine može se zaključiti:

- povišenje vodostaja kao odgovor na veće padavine uglavnom traje veoma kratko što je u skladu sa bujičnim karakterom ovih malih vodotoka;
- na lokaciji SM_02 izmerene vrednosti proticaja odgovaraju računskoj krivi proticaja;
- na ostalim lokacijama (SM_01 i SM_05 u maju, SM_08 u septembru, SM_09 u maju, septembru i decembru i SM_13 u maju i decembru) izmereni proticaji odstupaju od računskih krivih proticaja, kako zbog nepovoljnih uslova za merenje (nedovoljna dubina vode u koritu), tako i zbog procurivanja vode ispod mernih objekata;

Preporuke za dalje praćenje količina površinskih voda

U skladu sa rezultatima monitoringa količina površinskih voda tokom ne samo 2020. već i u prethodnom periodu (2018-), preporučuje se da se **nastavi sa kvartalnim praćenjem količina vode** na području Korenita (TSF). Međutim, **s obzirom na izmenu načina deponovanja i lokaciju budućeg rudničkog otpada** (suvi kolač na lokalitetu Štavice umesto jalovište na gornjem toku Rakovice), **potrebno je preispitati program monitoringa količina površinskih voda u pogledu lokacija**.

U cilju kvalitetnije kontrole računskih krivih proticaja, potrebno je sprovesti **merenja tokom viših vodostaja** (odnosno, neposredno posle ili za vreme padavina, ukoliko je moguće). Ukoliko se ovakvi uslovi ne steknu u toku redovnih kvartalnih kampanja, **potrebno je predvideti dodatne kampanje u vreme većih vodostaja**.

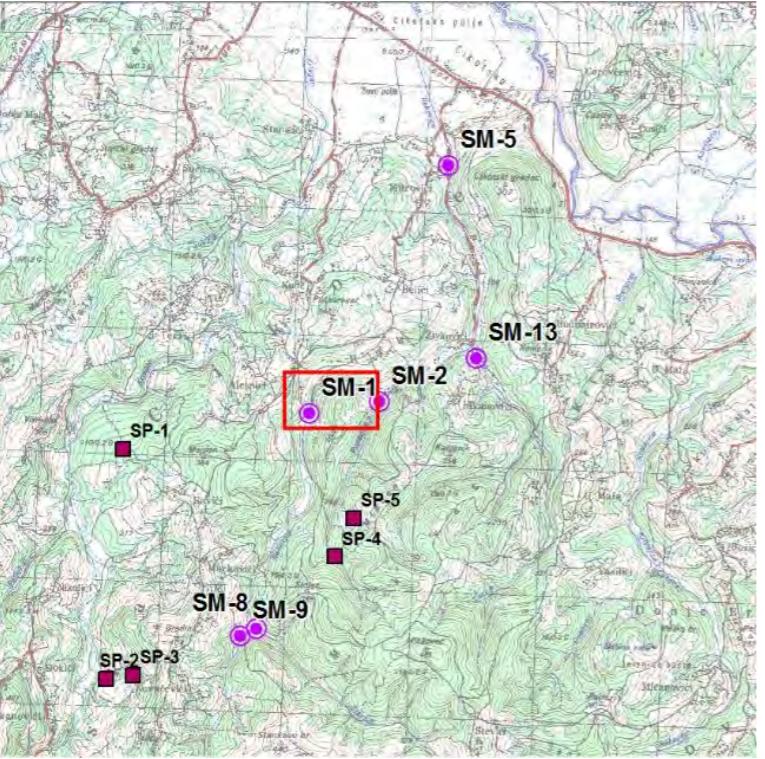
U cilju obezbeđenja što kvalitetnijih i tačnijih rezultata merenja proticaja, potrebno je:

- na svim lokacijama izvršiti **dopunska hidrometrijska merenja uzvodno i nizvodno od objekta** kako bi se poređenjem sa vrednostima proticaja izmerenim volumetrijskim merenjem i teorijskom vrednošću, stekao uvid u stanje mernih objekata;
- preduzeti **mere za sprečava procurivanja na lokacijama SM_09 i SM_13**, a nakon uvida u stanje objekata i na ostalim lokacijama;
- ukloniti preprečeno oborenno stablo iz korita SM_08 i
- nasuti delova puta koji vode prema lokacijama SM_01, SM_08 i SM_09.

Imajući u vidu uočene nelogičnosti u podacima o padavinama na meteorološkoj stanci MS-TSF (<http://www.meteos.rs/ams/ms-TSF/ams.html>), potrebno je da nam **Naručilac redovno dostavlja mesečne izveštaje sa korigovanim podacima o padavinama** koje dobija od provajdera podataka (METEOS, Beograd).

GRAFIČKI PRILOZI

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SM_01
Overview map of the monitoring area with marked location SM_01



Prilog 1: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_01 (Rakovica)
Appendix 1: Monitoring results for location SM_01 (Rakovica)

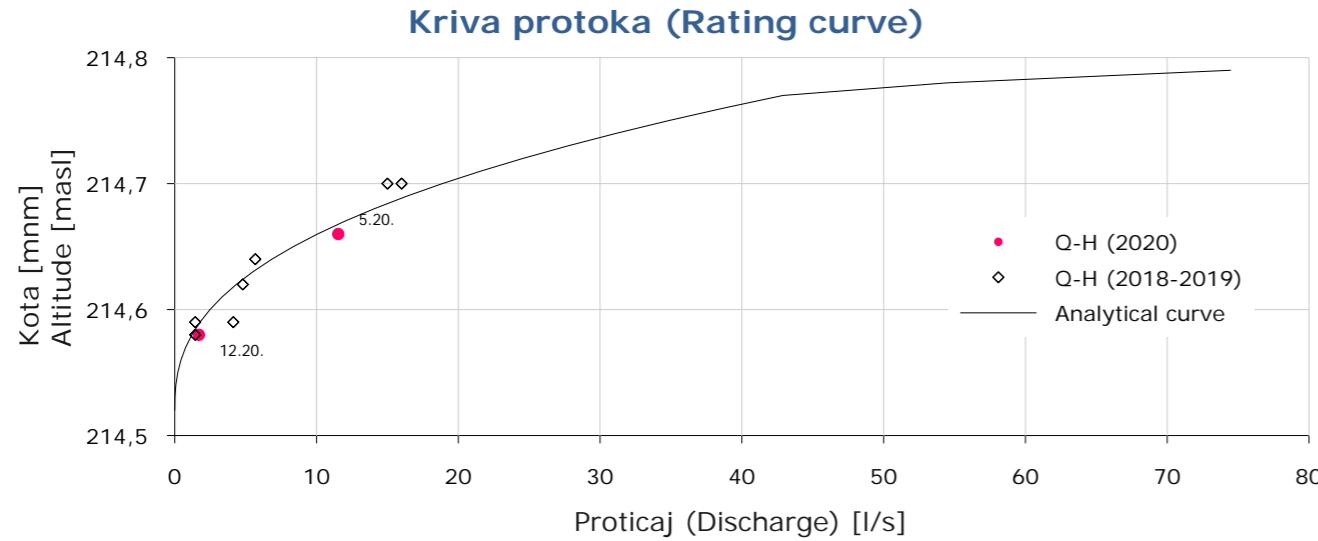
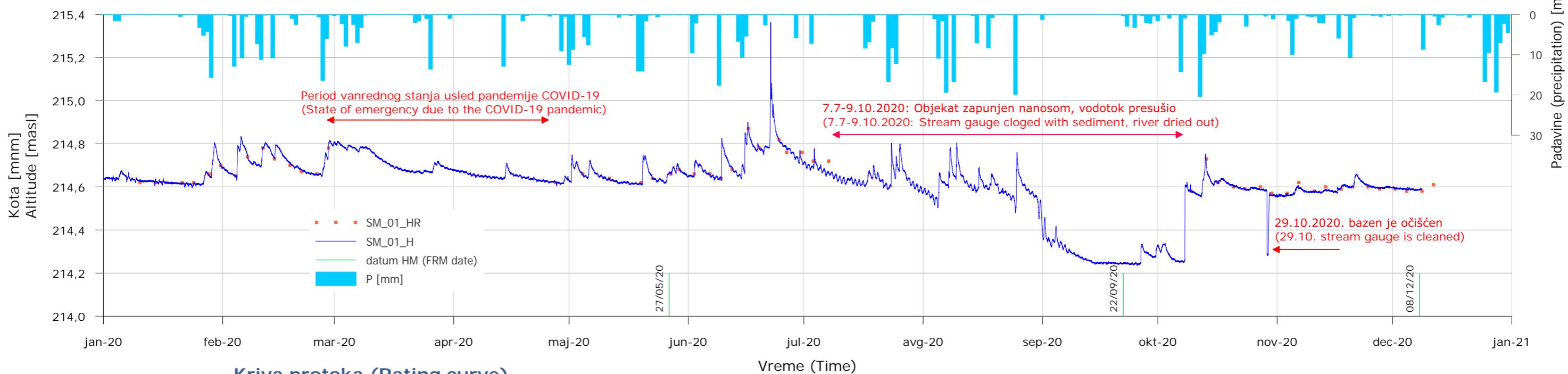
Lokacija: Rakovica, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta

Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

Location: Rakovica river, immediately downstream from the future tailings dam
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)

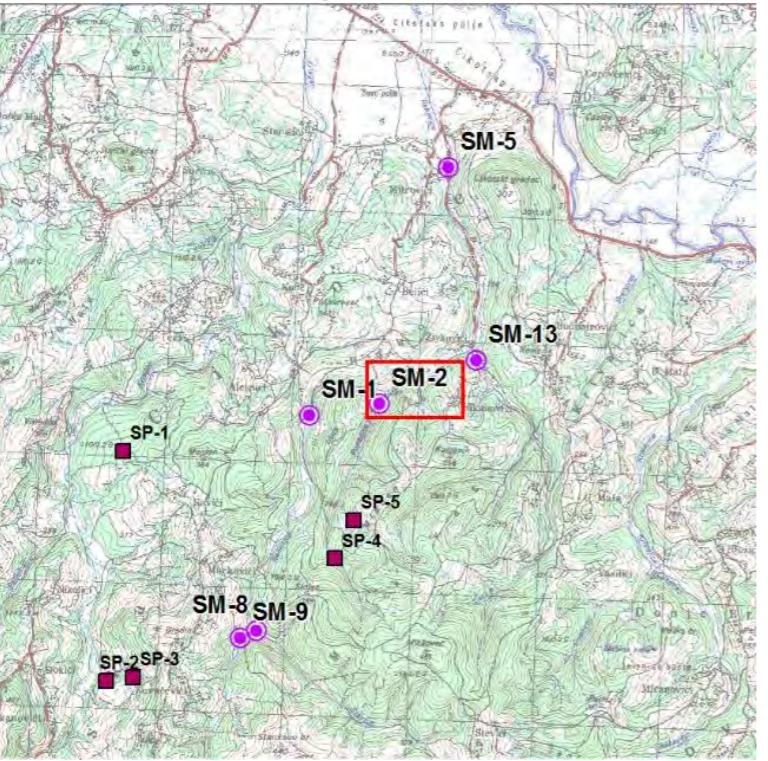


Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_01
(Results of flow rate measurements on site SM_01)

Datum (Date)	Q_V (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
27.05.2020	-	11,53	0,75	0,04	0,05	0,29	0,50
22.09.2020	-	-	-	-	-	-	-
08.12.2020	1,29	1,70	0,4	0,01	0,02	0,29	0,42

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SWH_02

Overview map of the monitoring area with marked location SWH_02



Prilog 2: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_02 (Popadića potok)

Appendix 2: Monitoring results for location SM_02 (Popadića potok)

Lokacija: Popadoća protok, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta

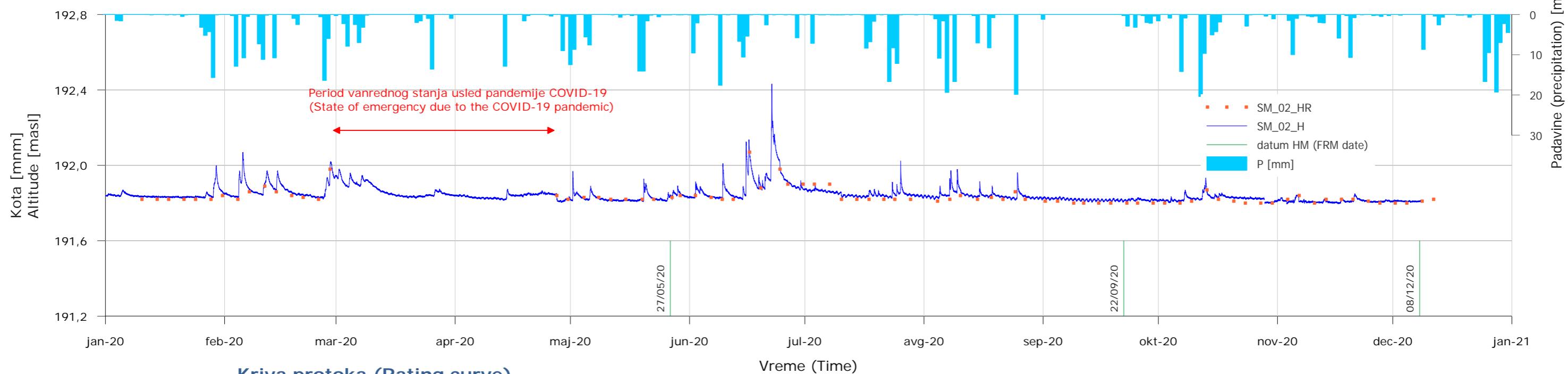
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

Location: Popadića stream, immediately downstream from the future tailing dam

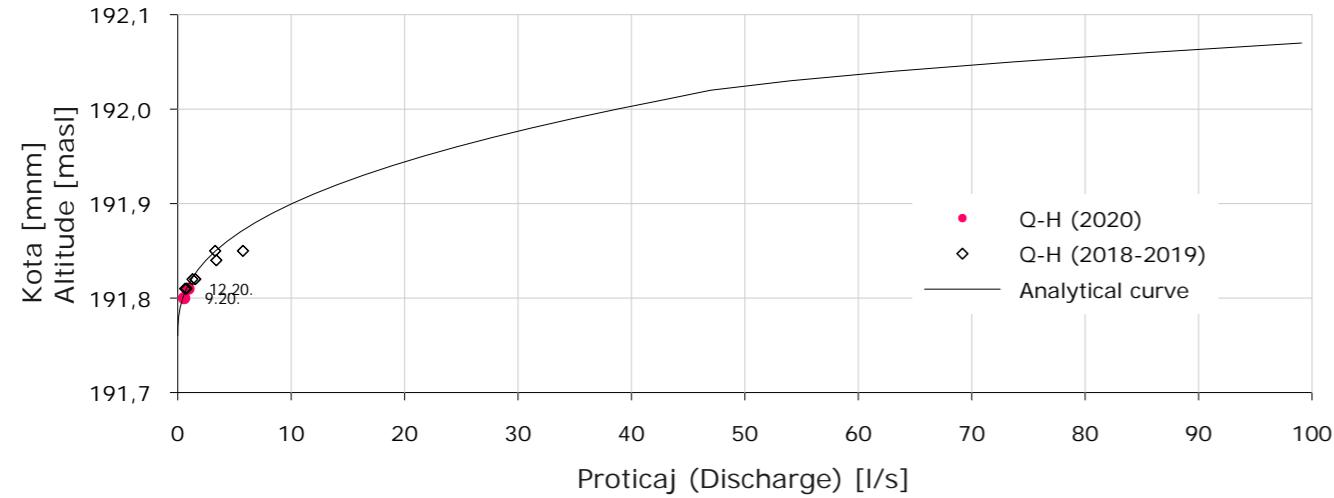
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)



Kriva protoka (Rating curve)



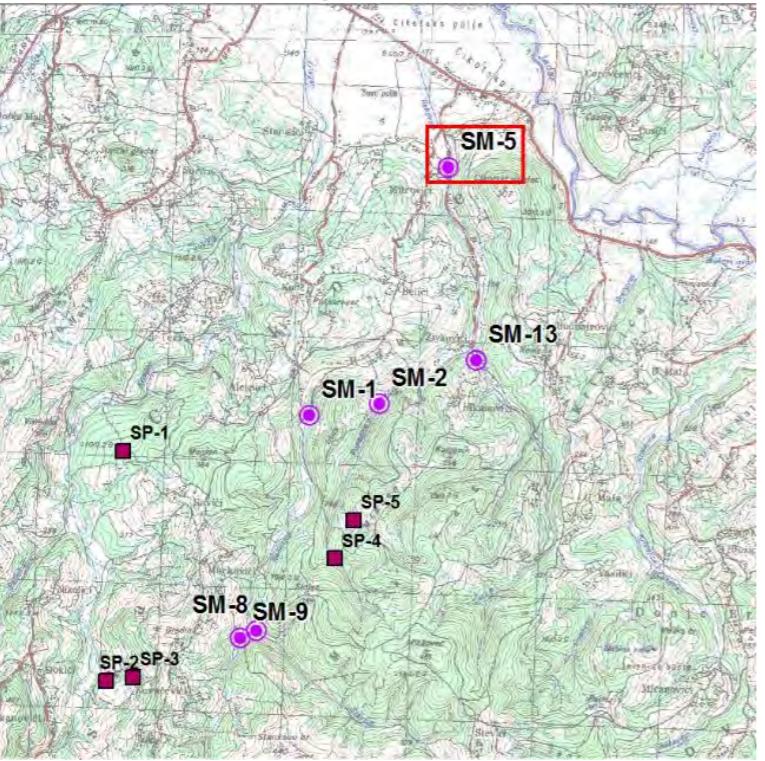
Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_02

(Results of flow rate measurements on site SM_02)

Datum (Date)	Q_v (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v_{sr} (m/s)	v_{max} (m/s)
27.05.2020	1,74	2,63	0,55	0,02	0,04	0,12	0,25
22.09.2020	0,54	0,56	0,25	0,005	0,02	0,11	0,15
08.12.2020	0,68	0,94	0,25	0,004	0,02	0,21	0,30

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SM_05

Overview map of the monitoring area with marked location SM_05



Prilog 3: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_05 (Rakovica)

Appendix 3: Monitoring results for location SM_05 (Rakovica)

Lokacija: Rakovica, pre ušća u Jadar

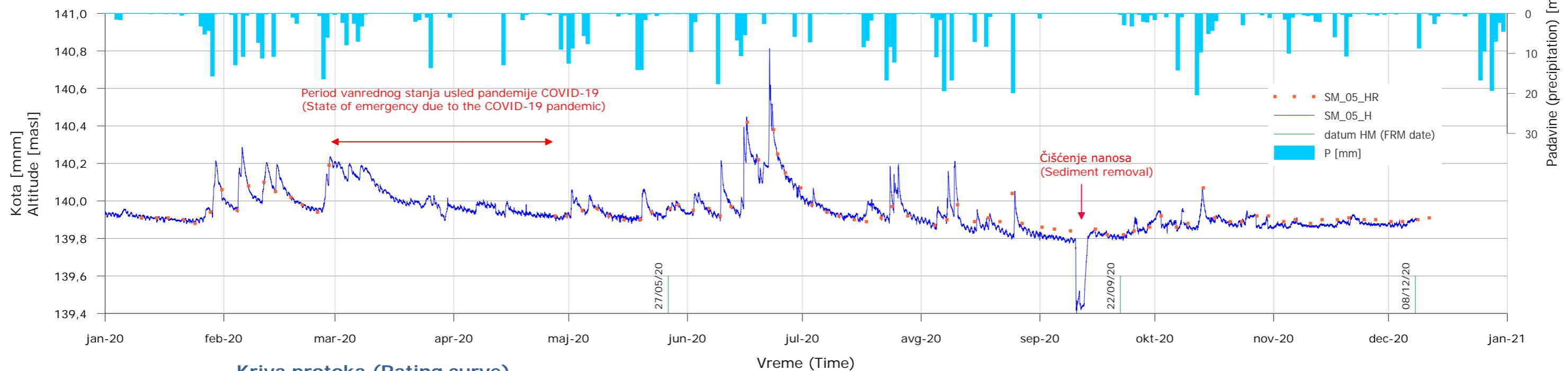
Predviđena merenja: vodostaj (vodometernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

Location: Rakovica river, before the confluence with Jadar

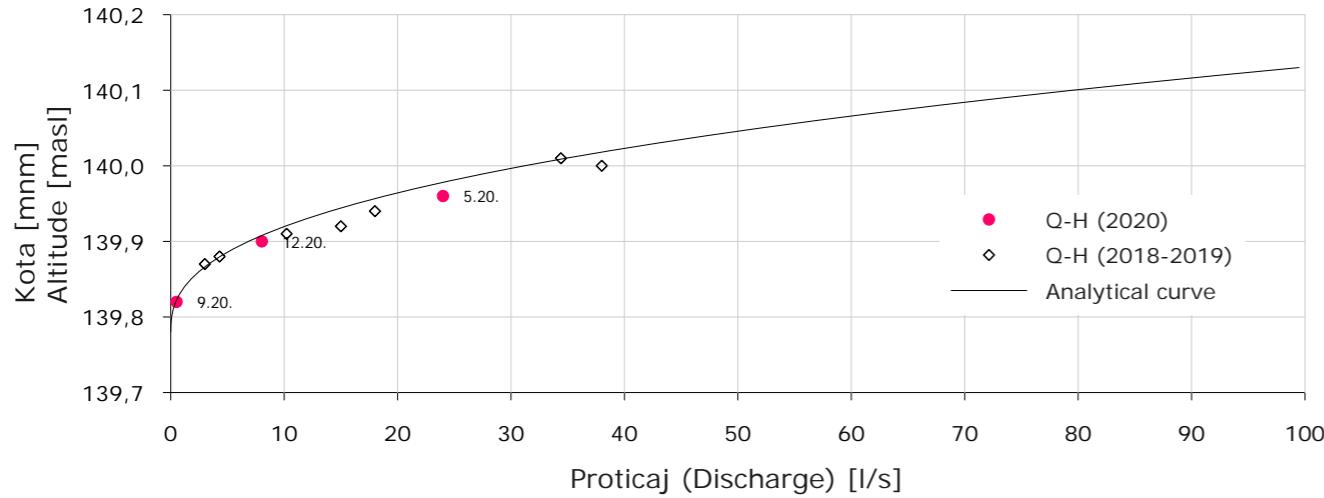
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)



Kriva protoka (Rating curve)

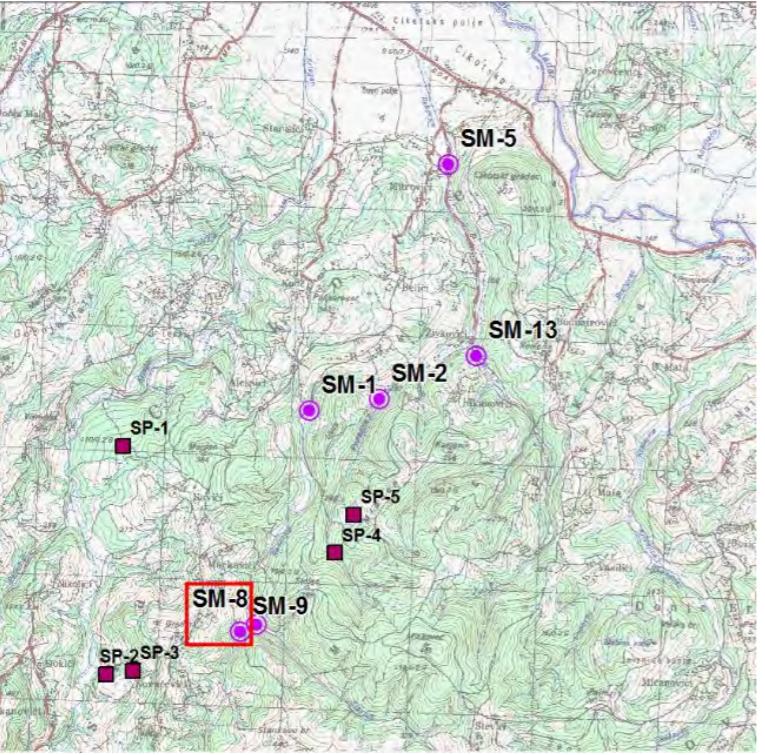


Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_05

(Results of flow rate measurements on site SM_05)

Datum (Date)	Q_v (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
27.5.2020	-	24,0	1,55	0,13	0,09	0,18	0,30
22.9.2020	0,51	-	-	-	-	-	-
8.12.2020	-	8,03	1,1	0,03	0,03	0,24	0,33

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SM_08
Overview map of the monitoring area with marked location SM_08



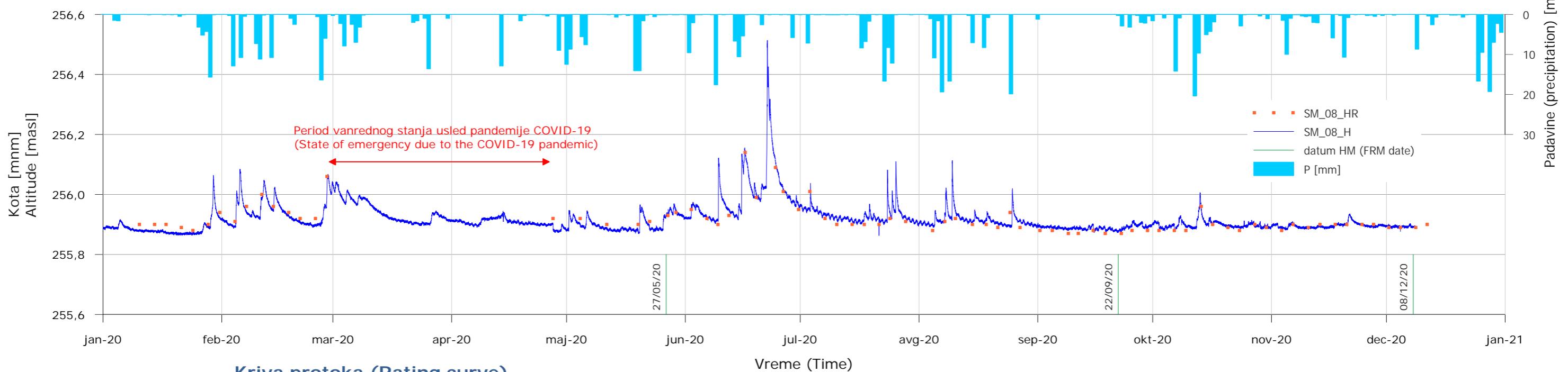
Prilog 4: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_08 (Štavice)
Appendix 4: Monitoring results for location SM_08 (Stavice)

Lokacija: potok Štavice, gornji deo sliva, pre sastava sa Rakovicom
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

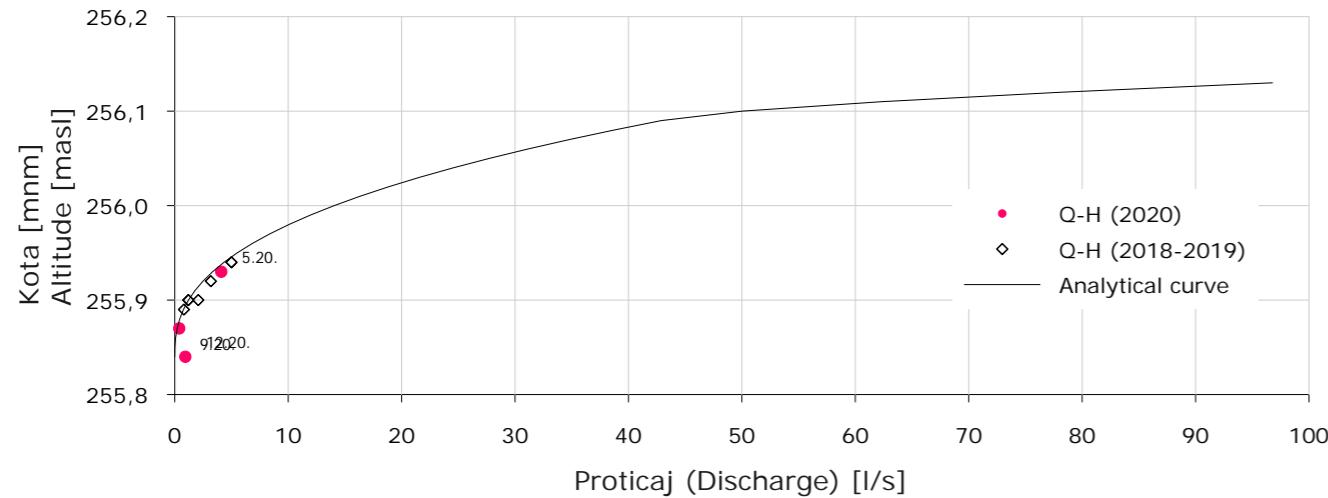
Location: Štavice stream, before the confluence with Rakovica
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)



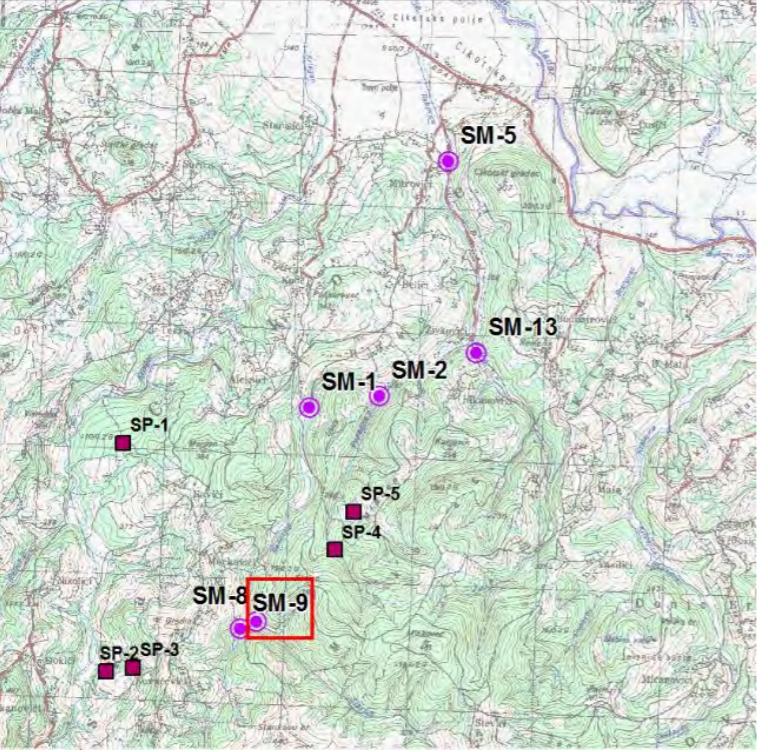
Kriva protoka (Rating curve)



Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_08
(Results of flow rate measurements on site SM_08)

Datum (Date)	Q_V (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
27.5.2020	3,83	4,1	0,75	0,03	0,03	0,16	0,26
22.9.2020	0,26	0,39	0,25	0,02	0,02	0,06	0,08
8.12.2020	0,71	0,93	0,3	0,01	0,02	0,12	0,16

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SM_09
Overview map of the monitoring area with marked location SM_09



Prilog 5: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_09 (Rakovica)
Appendix 5: Monitoring results for location SM_09 (Rakovica)

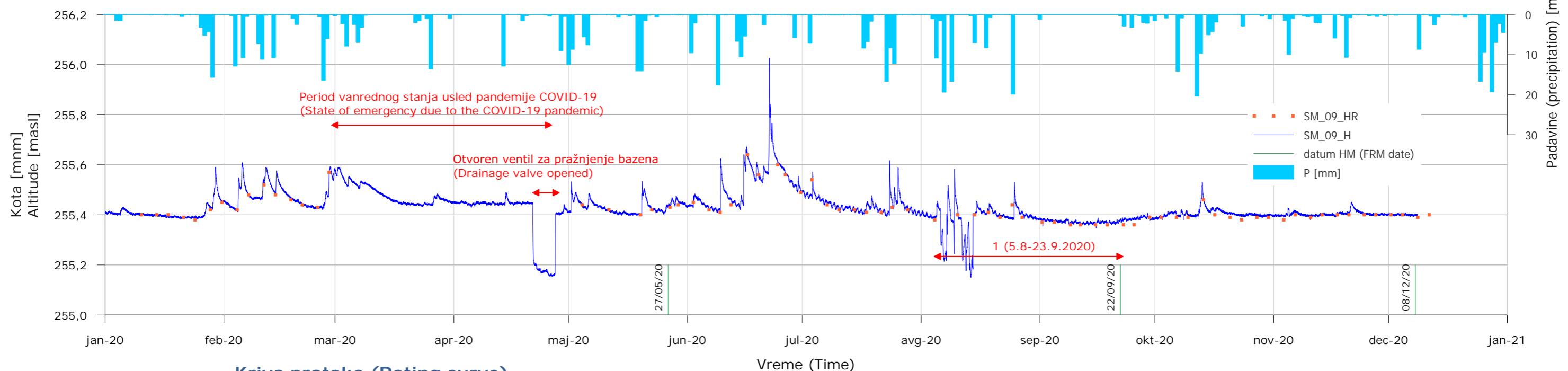
Lokacija: Rakovica, gornji deo sliva pre sastava sa potokom Štavice

Predviđena merenja: vodostaj (vodometnom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

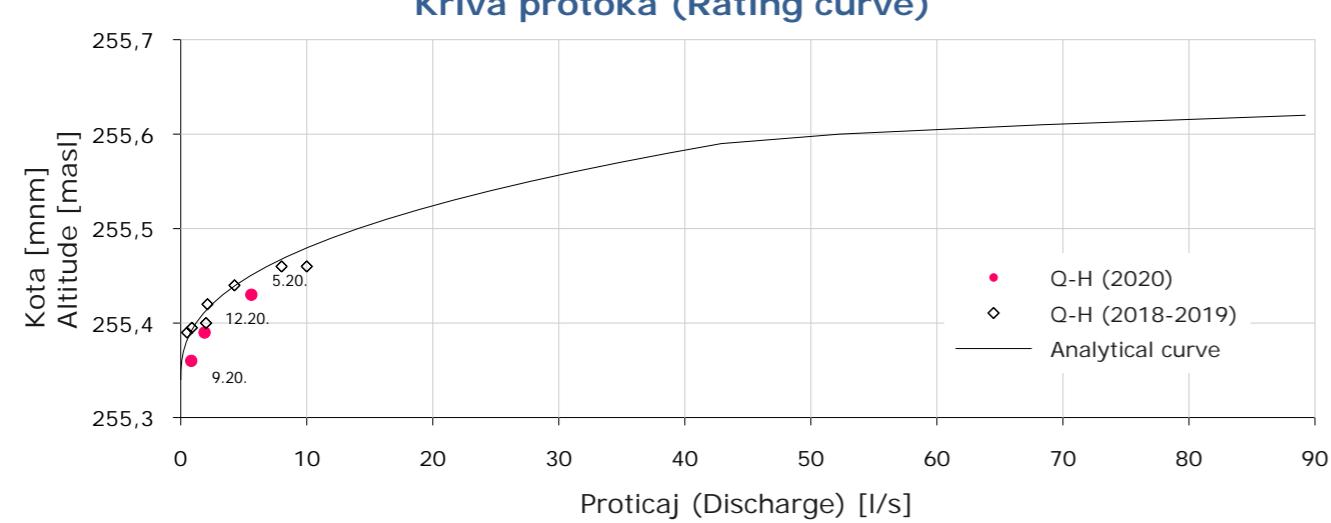
Location: Rakovica, before the confluence with Štavice stream
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)



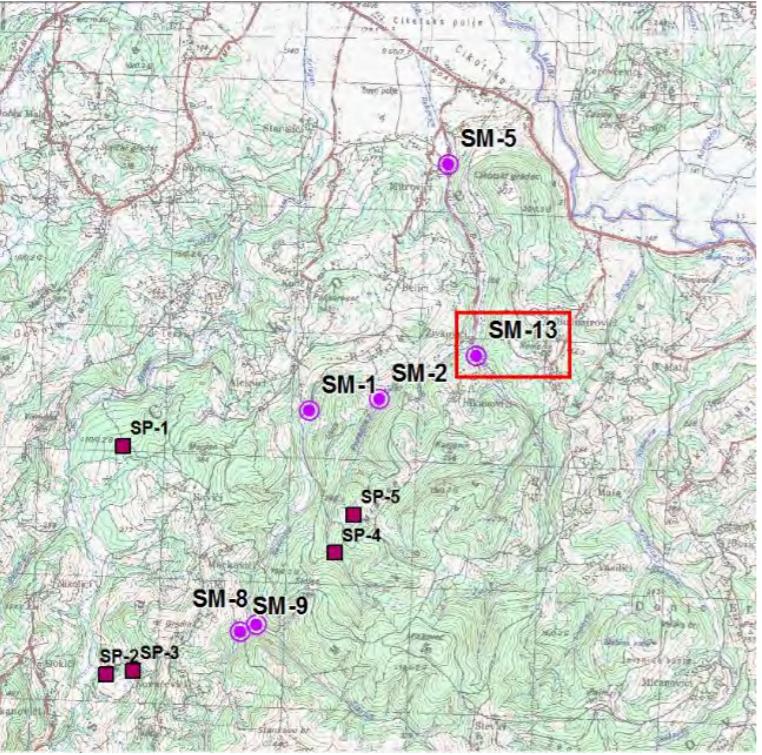
1. Pad nivoa vode iz sledećih razloga (Water stage descending due to):
 - pri manjem dotoku voda procuruje (leakage during the low flow)
 - drenaža je bila otvorena jer su osmatrači čistili bazen od nanosa (drainpipes are open during the sediment removal)
 - zatvarač drenaže je polomljen tako da voda slobodno ističe (drainpipe cover is broken)



Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_09
(Results of flow rate measurements on site SM_09)

Datum (Date)	Q_V (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
27.5.2020	4,71	5,60	0,65	0,03	0,05	0,19	0,32
22.9.2020	0,26	0,83	0,25	0,004	0,02	0,19	0,27
8.12.2020	1,19	1,89	0,3	0,01	0,03	0,25	0,33

Pregledna karta područja monitoringa sa označenom lokacijom SM_13
Overview map of the monitoring area with marked location SM_13



Prilog 6: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_13 (Žuta reka)
Appendix 6: Monitoring results for location SM_13 (Zuta reka)

Lokacija: Žuta reka

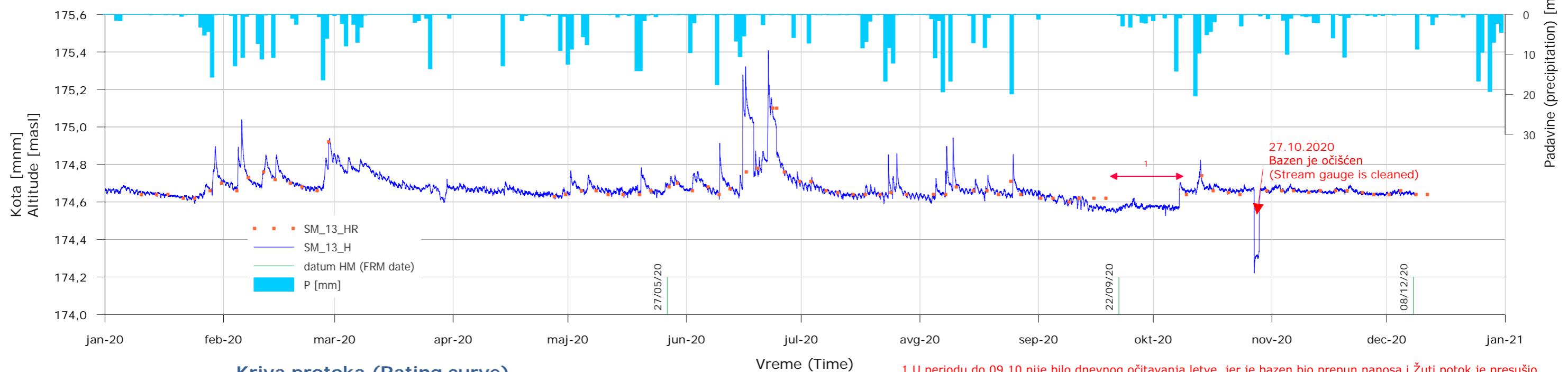
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

Location: Žuta reka

Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)

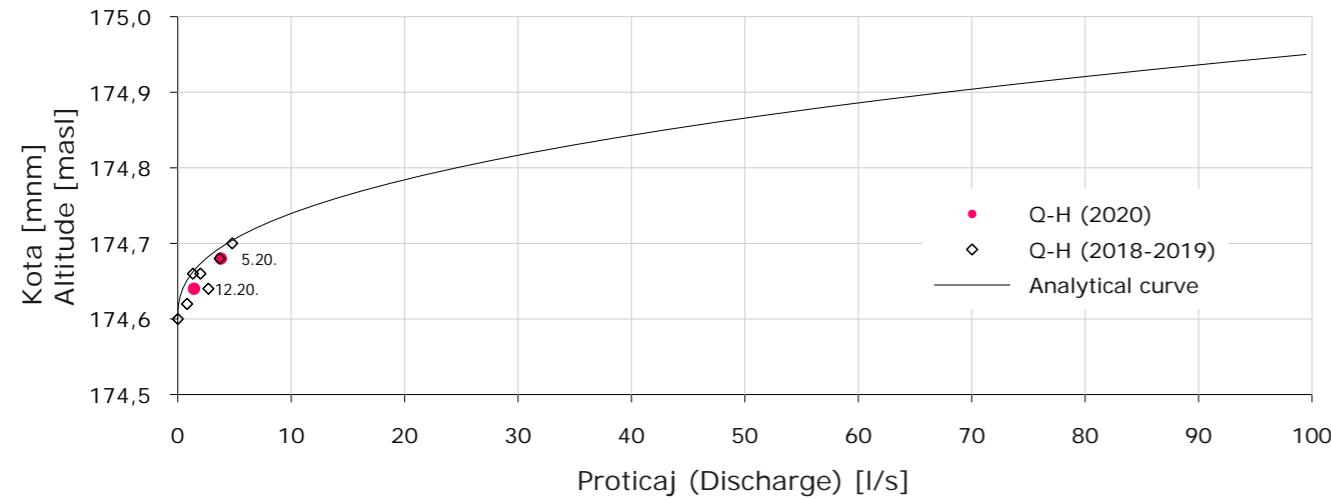


Zabeležene kote nivoa vode i dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF (Recorded Water levels and daily precipitation at MS-TSF precipitation station)



1 U periodu do 09.10 nije bilo dnevног очитавања летве, jer je базен био прејајан наносом и Жути поток је пресушио
(There are no daily recordings on the staff gauge till 9.10 because the stream gauge was full of sediment and the Žuti potok stream dried up)

Kriva protoka (Rating curve)



Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_13
(Results of flow rate measurements on site SM_13)

Datum (Date)	Q_v (l/s)	Q_{FR} (l/s)	B (m)	F (m^2)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
27.5.2020	-	3,8	0,6	0,02	0,04	0,18	0,39
22.9.2020	0,07	-	-	-	-	-	-
8.12.2020	0,21	1,43	0,35	0,01	0,04	0,11	0,16

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF RAKOVICA

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

KNJIGA 2: MONITORING KVALITETA POVRŠINSKIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 2:

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF RAKOVICA	1
SADRŽAJ KNJIGE 2:.....	1
1 UVOD	1
1.1 Svrha i cilj monitoringa.....	1
1.2 Zakonska regulativa	1
2 Lokacije uzorkovanja	1
3 METODE UZORKOVANJA I ANALIZE	3
4 KONTROLA KVALITETA.....	4
4.1 Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara	4
4.2 Kontrola kvaliteta metoda ispitivanja – realizacija učešća na PT-aktivnostima.....	7
5 REZULTATI MONITORINGA	12
5.1 Merni profil SP-1	12
5.2 Merni profil SP-2	13
5.3 Merni profil SP-3.....	14
5.4 Merni profil SP-4.....	14
5.5 Merni profil SP-5.....	15
5.6 Merni profil SM-1	16
5.7 Merni profil SM-2	16
5.8 Merni profil SM-5	17
5.9 Merni profil SM-8	17
5.10 Merni profil SM-9	18
5.11 Merni profil SM-13	18
6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE	20

1 UVOD

1.1 Svrha i cilj monitoringa

Monitoring površinskih voda na istražnom području TSF Rakovica je neophodan radi utvrđivanja stanja količina i kvaliteta voda. Njegova svrha je da se ustanove količine i kvalitet površinskih voda pre formiranja jalovišta i prateće infrastrukture.

1.2 Zakonska regulativa

Kvalitet površinskih voda definisan je sledećim propisima:

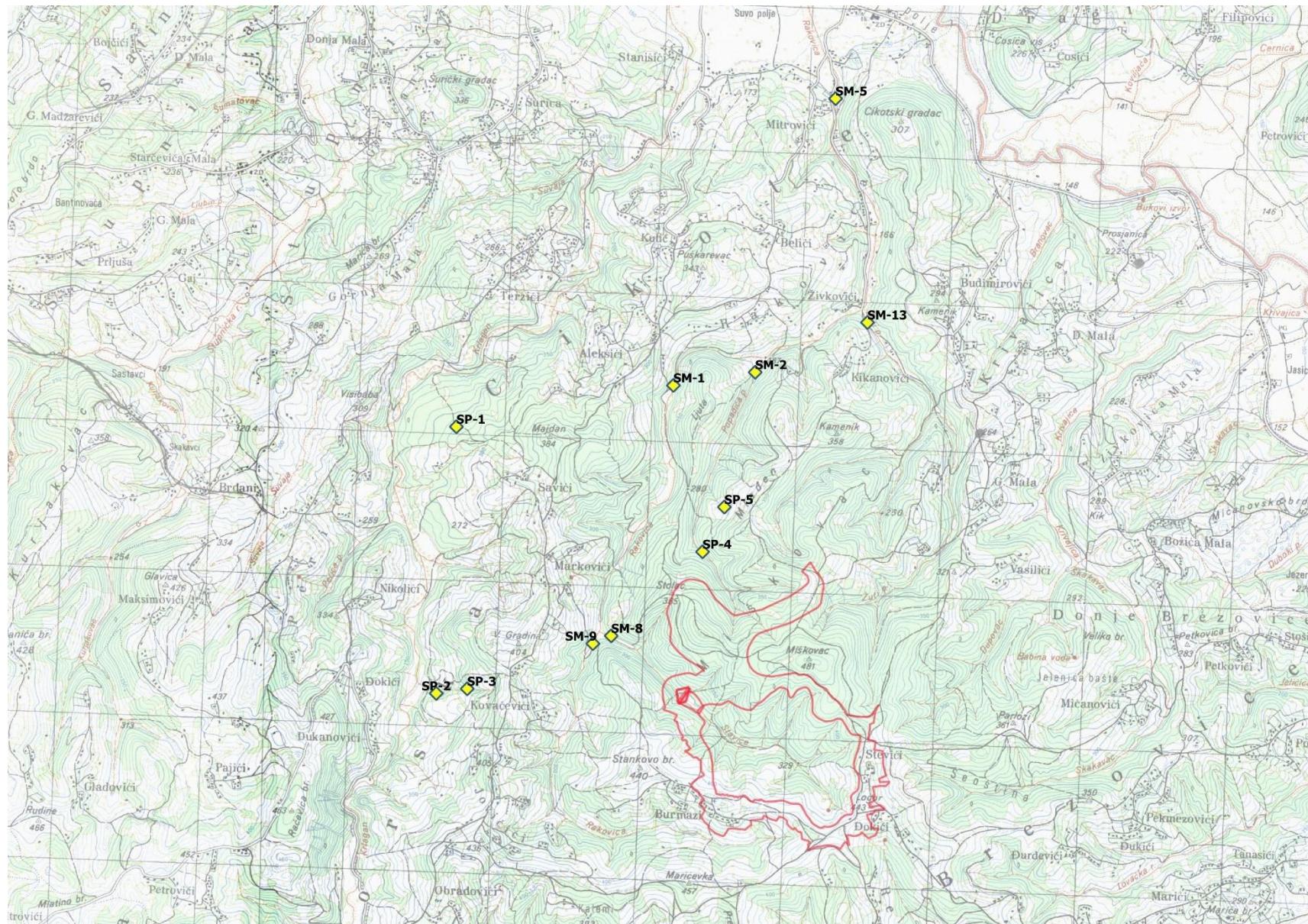
- Zakon o vodama („Službeni glasnik RS“, br. 30/10, 93/12 i 95/18);
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012);
- Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 24/2014);
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“, br. 74/2011) i
- Uredba o kategorizaciji vodotoka („Sl. glasnik RS“, br. 5/1968).

2 LOKACIJE UZORKOVANJA

Monitoring kvaliteta površinskih voda na području budućeg jalovišta TSF Rakovica tokom 2020. godine sproveden je u okviru tri kampanje, u junu, septembru i decembru. Monitoringom je obuhvaćeno ukupno 11 mernih mesta, od toga 5 izvora (SP-1, SP-2, SP-4 SP-3 i SP-5) i 6 potoka (SM-1, SM-2, SM-5, SM-8, SM-9 i SM-13). Ispitivani lokaliteti su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Monitoring lokaliteti i koordinate na istražnom području TSF Rakovica

Lokalitet	Oznaka lokaliteta	Koordinate	
sliv Krlagana	SP-1	7372010,27	4926364,42
sliv Krlagana	SP-2	7371872,64	4924541,19
sliv Krlagana	SP-3	7372084,17	4924572,82
sliv Rakovice	SP-4	7373691,19	4925509,39
sliv Rakovice	SP-5	7373840,02	4925815,39
Rakovica, nizvodno od budućeg mesta deponije	SM-1	7373455,67	4926485,56
Popadića potok,	SM-2	7374067,56	4926782,52
Rakovica, pre ušća u Jadar	SM-5	7374350,08	4929450,97
potok Štavice, gornji deo sliva, pre sastava sa Rakovicom	SM-8	7373012,12	4924954,17
Rakovica, gornji deo sliva pre sastava sa potokom Štavice	SM-9	7372979,41	4924958,21
Žuta reka	SM-13	7374815,03	4927104,51



Slika 1. Pregledna situacija sa položajem lokaliteta monitoringa površinskih voda na području TSF Rakovica

3 METODE UZORKOVANJA I ANALIZE

Uzorkovanje za fizičko-hemijske analize, in situ merenja na terenu i analize radila je akreditovana laboratorija "Jaroslav Černi" prema standardu SRPS ISO 17025:2017. Uzorkovano je standardnim metodama:

- SRPS EN ISO 5667-1:2008 - Kvalitet vode - Uzimanje uzoraka - Deo 1: Smernice za izradu programa uzimanja uzoraka i postupke uzimanja uzoraka i

Lista parametara kvaliteta i metoda primjenjenih za analizu uzoraka, kao i odgovarajući limiti kvantifikacije i referentne vrednosti prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Parametri kvaliteta, metode ispitivanja, limiti kvantifikacije i referentne vrednosti

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije	Referentna vrednost*	Metoda
Temperatura vode	°C	0	-	SMEWW 23 rd , 2550 B
pH	-	2	6,5 – 8,5	SMEWW 23 rd , 4500-H ⁺ B
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	0,1	1000	SMEWW 23 rd , 2510 B
Rastvoreni kiseonik	mgO ₂ /l	0,1	min 7,0	SMEWW 23 rd , 4500-O G
Utrošak KMnO ₄	mg/l	0,05	-	Priručnik ¹ , P-IV-11
Biohemskijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mg/l	0,1	5,0	SMEWW 23 rd , 5210 B
Amonijum jon (NH ₄)	mgN/l	0,02	0,10	Priručnik ¹ , P-V-2/B
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	0,005	0,03	SMEWW 23 rd , 4500-NO ₂ - B
Nitrati (NO ₃)	mgN/l	0,05	3,0	SMEWW 14 th , 419 D
Ukupan azot (TN)	mgN/l	1	2	SRPS EN 12260:2008
Ukupan alkalitet	mg CaCO ₃ /l	5	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Bikarbonati	mg/l	0	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Karbonati	mg/l	0	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Hloridi (Cl)	mg/l	0,5	100	SMEWW 23 rd , 4500-Cl ⁻ C
Sulfati (SO ₄)	mg/l	2	100	SMEWW 23 rd , 4500-SO ₄ ²⁻ E
Ortofosfati	mgP/l	0,01	0,03	SMEWW 23 rd , 4500-P E
Ukupan fosfor	mgP/l	0,01	0,20	SMEWW 23 rd , 4500-P B i E
Fluoridi	mg/l	0,05	-	Priručnik ¹ , P-V-15/B
Bromidi	mg/l	0,05	-	US EPA 300.1:1999
Cijanidi	mg/l	0,010	-	ASTM D 2036-09
Suspendovane materije	mg/l	1,5	25	SMEWW 23 rd , 2540 D
Ostatak posle isparavanja na 105°C	mg/l	1	1000	SMEWW 23 rd , 2540 B
Hrom (VI)	mg/l	0,01	-	SMEWW 23 rd , 3500-Cr B
Gvožđe (II)	mg/l	0,1	-	SMEWW 23 rd , 3500-Fe B
Gvožđe (III)	mg/l	0,1	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalcijum (Ca)	mg/l	1	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Magnezijum (Mg)	mg/l	0,25	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Natrijum (Na)	mg/l	0,05	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalijum (K)	mg/l	0,05	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Gvožđe (Fe)	mg/l	0,005	0,5	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Mangan (Mn)	mg/l	0,005	0,1	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Cink (Zn)	µg/l	2	2000 (T=500)	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bakar (Cu)	µg/l	2	112 (T=300)	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Hrom (Cr)	µg/l	2	50	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Olovo (Pb)	µg/l	2	14	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Nikl (Ni)	µg/l	2	34	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kadmijum (Cd)	µg/l	0,8	1,5	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Aluminijum (Al)	µg/l	40	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Arsen (As)	µg/l	10	10	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Živa (Hg)	µg/l	0,2	0,07	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Antimon (Sb)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije	Referentna vrednost*	Metoda
Litijum (Li)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bor (B)	µg/l	10	1000	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Barijum (Ba)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Silicijum (Si)	µg/l	10	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Molibden (Mo)	µg/l	4	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Selen (Se)	µg/l	10	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Stroncijum (Sr)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kobalt (Co)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Berilijum (Be)	µg/l	5	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Telur (Te)	µg/l	0,0089	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Talijum (Tl)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalaj (Sn)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Vanadijum (V)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Srebro (Ag)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bizmut (Bi)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Galijum (Ga)	µg/l	0,0071	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Germanijum (Ge)	µg/l	0,0055	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Uran (U)	µg/l	0,0046	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Adsorbovani organski halogeni (AOX)	µg/l	10	50	SRPS ISO 9562:2008
Ugljovodonici poreklom iz benzina C6-C10	mg/l	<0,01	-	US EPA 8015 D (GC/FID); US EPA 3810 A
Ugljovodonici poreklom iz dizela C10-C28	mg/l	<0,05	-	US EPA 8015 D (GC/FID); US EPA 3510
Indeks ugljovodonika C10-C40	mg/l	<0,05	-	SRPS EN ISO 9377-2:2009

*Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, „Sl. glasnik RS“, br. 50/2012 (Prilog 1, Tabela 1 (klasa II) I Tabela 3 (TIP 3, klasa II)); Uredba o graničnim vrednostima prioritetsnih i hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode I rokovima za njihovo dostizanje, „Sl. glasnik RS“, br. 24/2014;

T – tvrdoča vode (mg/l CaCO₃).

4 KONTROLA KVALITETA

4.1 Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara

Laboratorija „Jaroslav Černi“ je akreditovana za proces uzorkovanja i ispitivanja površinskih i podzemnih voda u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Laboratorijska ispitivanja i merenja „in situ“ na terenu sprovode se prema standardnim metodama - Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017, APHA, AWWA, WEF, (SMEWW 23rd), SRPS-ISO, US-EPA i dokumentovanim metodama razvijenim u laboratoriji.

Za potvrdu ispitnih metoda sproveden je postupak validacije i verifikacije kao potvrda njihove pouzdanosti za primenu u procesima ispitivanja. Kriterijumi prihvatljivosti validacionih i verifikacionih parametara definisani su prema zahtevima standardnih metoda kao i preporukama Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Koraci u proces kontrole i potvrde kvaliteta su:

- Kontrola kontaminacije na uzorkovanju:
 - *Blank terena* – dejonizovana voda koja se tretira kao uzorak, identificuje greške ili kontaminaciju uzorka;
- Kontrola laboratorijske opreme:

- *Kalibracioni blank* – dejonizovana voda procesuirana kao uzorak u cilju da se eliminiše odgovor svih reagenasa koji se koriste u procedu prirpeme uzorka za analizu – "nula" instrumenta. U sekvenci analize uvek je ispred uzorka i kontrolnog standarda.
 - *Kalibracini standardi* – kalibracija opreme i kontrolne karte, u sekvenci analize je odmah nakon kalibracionog blanka a pre uzorka.
- Kontrola preciznosti procesa uzrokovavanja i ispitnih metoda:
- kroz duplike realnih uzorka.
- a rezultati vrednuju preko RPD-vrednosti (jed.1).
- Kontrola tačnosti ispitnih metoda:
- *sertifikovani referenti materijal (CRM)*,
 - *laboratorijski kontrolni uzoraka (LCS) duplikat (LCSD)*,
 - *referentni materijal ostatak od PT-šema (RM-PT)*,
 - *matriks spajk (MS) imatriks spajk duplikat (MSD)*
- a rezultati vrednuju preko rikvaerija (jed.2) i rikaveri spajka. (jed.3.).
- Kontrola i potvrda perfomansi ispitnih metoda u laboratoriji:
- *upoređivanjem rezultata ispitivanja sa rezultatima ostalih Laboratorija učestvovanjem u međunarodnim poređenjima perfomansi - PT šemama*

Na području TSF Rakovica uzorkovano je ukupno 10 uzorka površinskih voda, koje su analizirane u Laboratoriji „Jaroslav Černi“. Metode ispitivanja prikazane su u tabeli 2. Laboratorija je u svojim dokumetima propisala da se za potrebe kontrole kvaliteta na svakih dvadeset uzorka u kampanji uzima jedan dupli uzorak.

Laboratorija u svom radu primenjuje proceduru za obezbeđivanje validnosti rezultatata laboratorijskog ispitivanja i uputstvo za procenu merne nesigurnosti.

Vrednovanje preciznosti vršeno je preko relativne procentne razlike – RPD vrednosti za merenja duplih uzorka ili merenja u duplikatu, (jed. 1).

$$RPD (\%) = 100 \times \frac{(X_1 - X_2)}{\left[\frac{[X_1 + X_2]}{2} \right]} \quad (\text{jed.1}).$$

X₁-izmerena vrednost za laboratorijski kontrolni uzorak (LCS);
X₂-zmerena vrednost za laboratorijski dupli uzorak (LCSD);

Tačnost ispitnih metoda proveravana je preko rikaverija („recovery“) – R (%) CRM-a (i/ili RM-PT) i/ili „recovery“ spajka.

„Recovery“ – R (%) (jed.2.) veličina koja predstavlja odnos izmerene i tačne vrednosti je parametar za ocenu tačnosti ispitnih metoda i/ili pouzdanosti rada analitičara.

$$R (\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{X_{\text{lab}}}{X_{\text{PT}}} \quad (\text{jed.2})$$

X_{lab} – vrednost PT-uzorka (i/ili CRM-a) izmerena u laboratoriji

X_{PT} – vrednost koju je dostavio PT provajder kao tačnu i /ili vrednost CRM-a iz sertifikata.

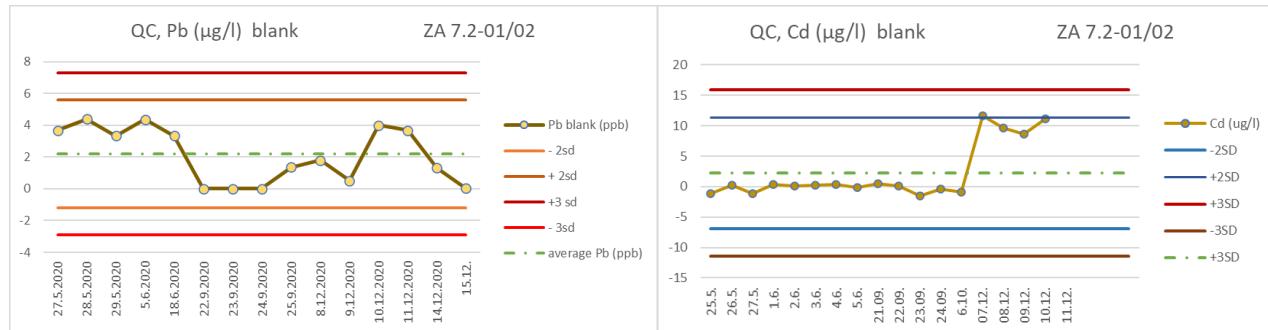
Uticaj matriksa na pouzdanost rezultata merenja proverava se preko pajkovanje referentnog sertifikovanog referentnog materijala (CRM) koji sadrži isptivani analit u matris (MS) i merenja u duplikatu (MSD). „Recovery“ spajka određuje se prema sledećoj jednačini.

$$Rsp(\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{(X_{\text{sp}} - X_o)}{X_{\text{sp.conc}}} \quad (\text{jed.3})$$

X_{sp} – koncentracija analita u uzorku izmerena nakon spajkovanja

X_0 – koncentracija analita u uzorku izmerena pre spajkovanja
 sp.conc – koncentracija koja je spajkovana u uzorak.

Kontrola blanka transporta prikazan je na primeru QC karte za olova i kadmijuma (slika 2).



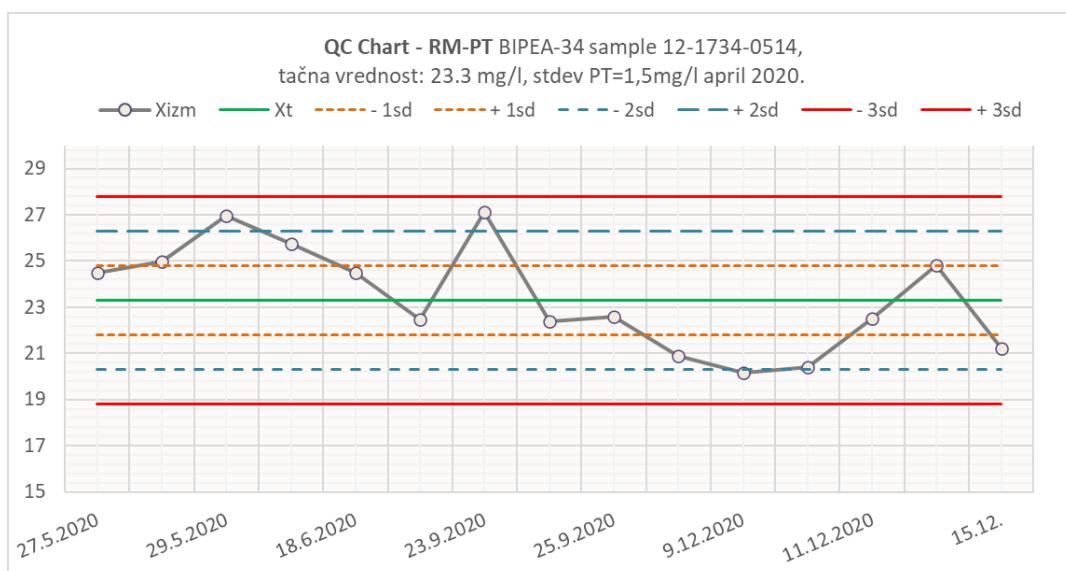
Slika 2. QC-kontrolna karta RM-PT Bipea -34 sample 12-1734-0514, runda april 2020.

Kontrola preciznosti uzorkovanja i ispitivanje prikazana je na primeru duplih uzoraka površinskih voda sa područja TSF Rakovica (tabela 3). Izračunata RPD-vrednost za metode iz UV-VIS tehnike, je u opsegu 0,8% do 10,4% i unutar je zadatog validacionog kriterijuma od $\pm 20\%$.

Tabela 3. RPD vrednost za duplike uzoraka površinskih voda sa područja TSF Rakovica za 2020., metode ispitivanja iz UV-VIS tehnike. Kriterijum RPD je $\pm 20\%$

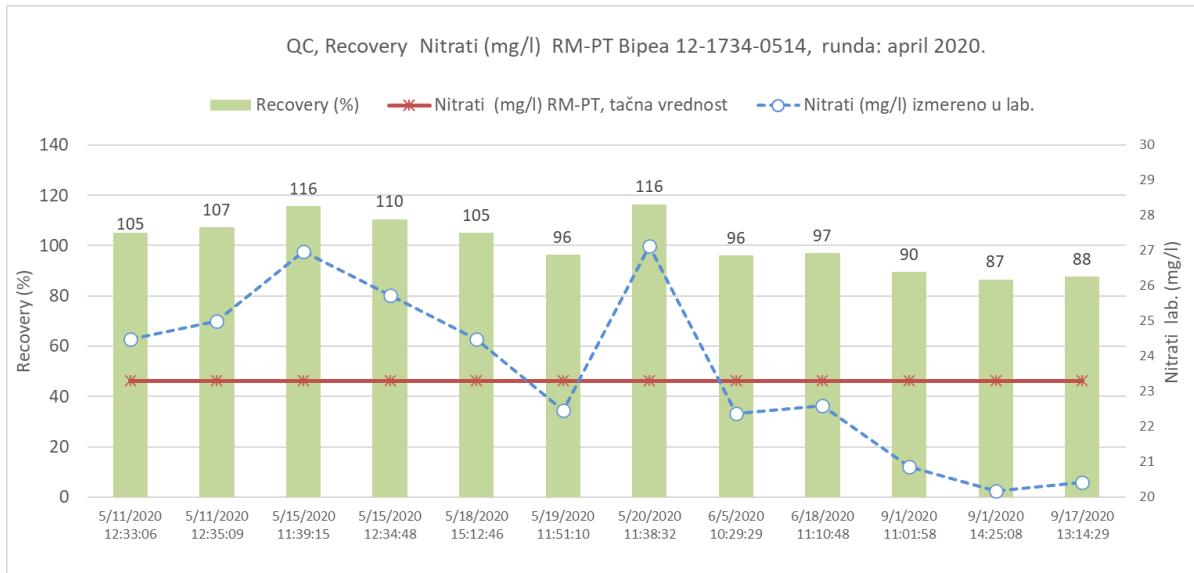
ID TSF Rakovica SW 2020.	Naziv	Metoda	X_1	X_2	X_{sr}	LoQ	RPD (%)
20-01-329	SP-2	TP	0,245	0,253	0,249	$\geq 0,01\text{mgP/l}$	-3,2
20-01-240	SP-5	o-PO_4	0,358	0,361	0,360	$\geq 0,01\text{mgP/l}$	-0,8
20-01-243	SP-13	NH_4	0,559	0,557	0,558	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-10,4

Na slici 3 prikazan je primer kontrole preciznosti metode ispitivanja (određivanja sadržaja nitrata u vodi (SMEWW 14th, 419 D) gde je za kontrolu upotrebljen referentni materijal, ostatak od PT-šeme (Bipea-34, sample 12-1734-0514, april 2020.). Može se konstatovati da izmerene koncentracije nitrata u laboratoriji na UV-VIS spektrofotometru ne prelaze $\pm 2\text{stdev}$ i da je metoda ispitivanja pod kontrolom. Tačna vrednost i standardna devijacija PT-šeme uzete su iz izveštaja PT-provajdera.

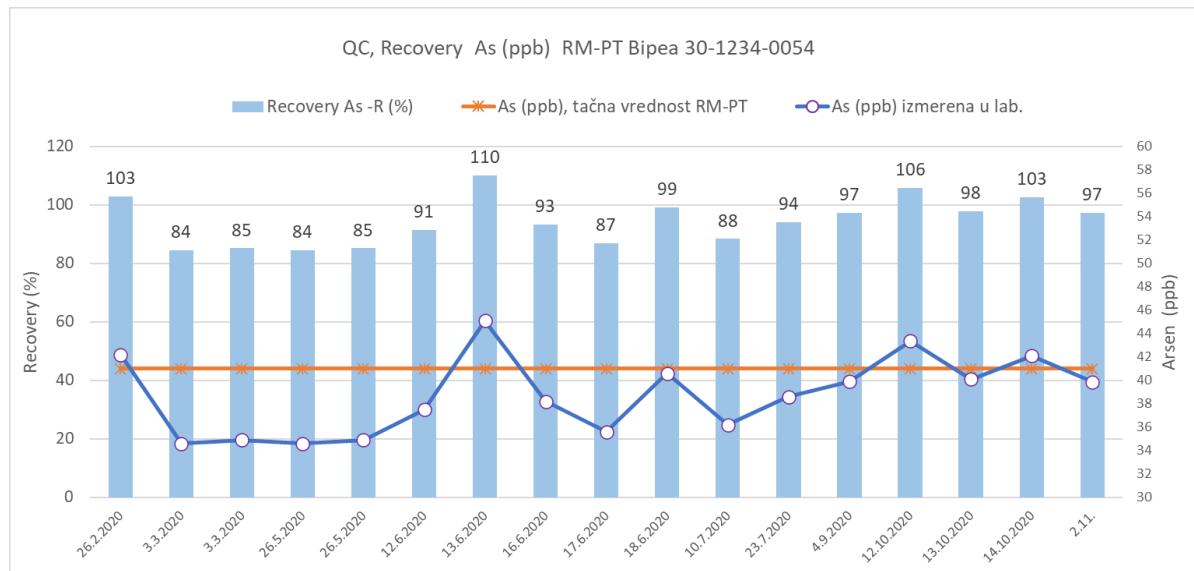


Slika 3. QC-kontrolna karta RM-PT Bipea -34 sample 12-1734-0514, runda april 2020.

Kontrola tačnosti ispitinih metoda prikazana je na primeru kontrolne karte (QC-karta) za referentni materijal ostatak od PT-šema (RM-PT) 30-1234-0050 (sadržaj metala) i 12-1734-0514 (nitrati) PT provajdera Bipea, Francuska.



Slika 4. Tačnost metode određivanja sadržaja nitrataa (SMEWW 14th, 419 D) preko „recovery“ RM-PT Bipea 12-1734-0514



Slika 5. Tačnost metode određivanja sadržaja metala (SMEWW 23rd, 3120B) preko „recovery“ za arsen RM-PT Bipea 30-1234-0050

4.2 Kontrola kvaliteta metoda ispitivanja – realizacija učešća na PT-aktivnostima

Pouzdanost metoda ispitivanja i rada analitičara potvrđena je kroz učešće na međunarodnim međulaboratorijskim poređenjima – PT-šeme koja se u skladu sa zahtevima standarda SRPS-ISO/IEC 17025:2017 sprovode minimum jednom u četiri godine za svaku metodu ispitivanja.

Laboratorija svake godine priprema petogodišnji plan učešća na PT-šemama i prati realizaciju istog. Kontrola kvaliteta -sprovedena kroz učešće na PT-aktivnosti vrednuje se preko z-score:

$$z - score = \frac{(X_{lab} - X_{PT})}{SDPA}$$

X_{lab} – je rezultat PT-uzorka izmeren u laboratoriji

X_{PT} – rezultat PT uzorka određen kod PT-provajdera.

SDPA – standardna devijacija vrednosti svih učesnika u PT šemi.

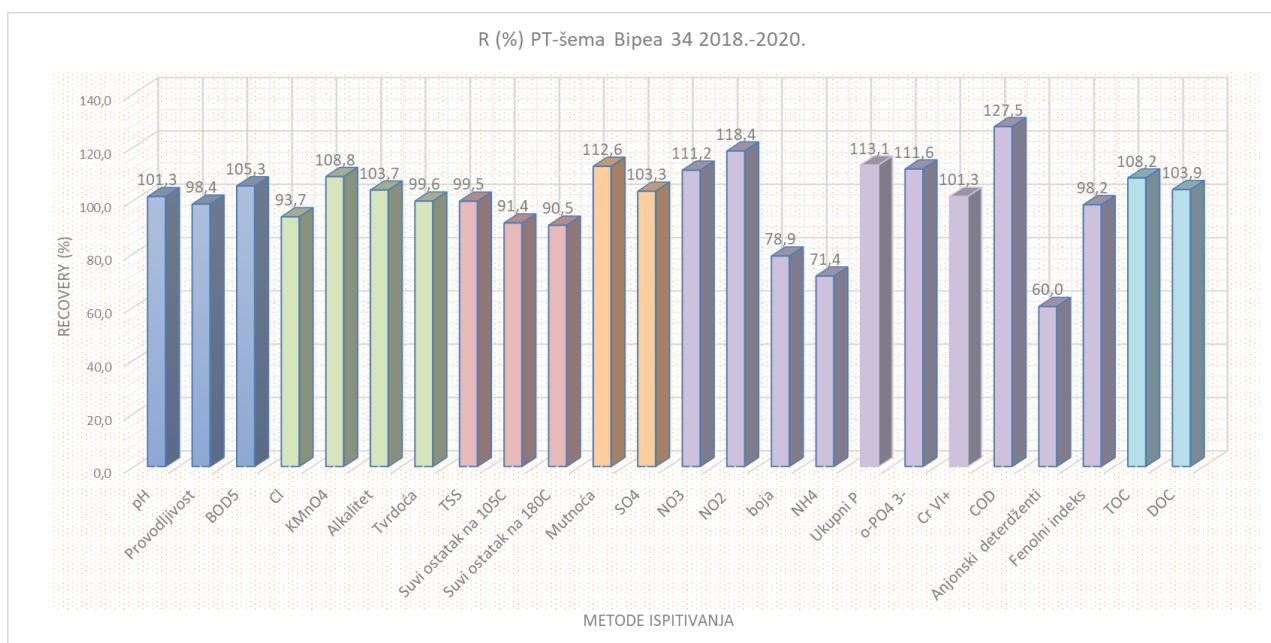
Rezultati z-score prikazani su za metode koje su bile predmet PT aktivnosti u periodu 2018.-2020.godine. (tabela 4) u kojem su obuhvaćene sve metode ispitivanja koje su bile predmet ovog monitoringa, od tog 55% metoda provereno je u 2020.godini.

Tabela 4. Učešće na međunarodnim laboratorijskim ispitivanjima-PT-šema za medijum voda period 2018 -2020. god. Kriterijum (z-score $\leq \pm 3$).

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
21.12.2017.	PT-LGC AQ 537	EL.CHEM	BPK5	4,80	4,56	0,53
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	EL.CHEM	pH	8,1	8,0	0,67
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	TRUB	Mutnoća (NTU)	58	51,5	0,74
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	ICP-OES	Na (mg/l)	9,9	10,6	-1,00
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	ICP-OES	Ca (mg/l)	93,9	98	-0,87
2019	BIPEA-34 sample 40-0134-0046	Chemluminisc.	Totalni azot	4,7	4,25	-0,75
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOI	Alkalitet (°f)	16,8	16,2	1,20
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOL	Tvrdoća (°f)	22,8	22,9	-0,14
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	Mg (mg/l)	13,22	12,96	0,42
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	K (mg/l)	4,22	4,11	0,46
	BIPEA-34 sample 40-0334-0094	GRAV	TSS (mg/l)	20,9	21,0	-0,33
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Suvi ostatak na 105°C (mg/l)	911	997	-1,48
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Suvi ostatak na 180°C (mg/l)	867	958	-1,63
2019	BIPEA-34 sample 29-1234-0050	ICP-OES	Sb (ppb)	36,4	41	-1,15
		ICP-OES	As (ppb)	22,5	23	-0,25
		ICP-OES	Ba (ppb)	117,4	124	-1,10
		ICP-OES	Be (ppb)	50,14	56	-1,47
		ICP-OES	B (ppm)	0,072	0,083	-1,38
		ICP-OES	Cd (ppb)	2,36	2,6	-1,20
		ICP-OES	Co (ppb)	78,8	81	-0,55
		ICP-OES	Cu (ppb)	84,3	82	+0,46
		ICP-OES	Mn (ppb)	24,0	28,0	-2,00
		ICP-OES	Mo (ppb)	25,1	27	-0,95
		ICP-OES	Ni (ppb)	77,4	81	-0,72
		ICP-OES	P (ppb)	370	346	0,77
		ICP-OES	Pb (ppb)	48	54	-1,5
		ICP-OES	Se (ppb)	38	45	-0,88
		ICP-OES	Sr (ppb)	420	382	2,00
		ICP-OES	V (ppb)	21,7	22	-0,15
		ICP-OES	Zn (ppb)	79	91	-1,71
2019	BIPEA-34 sample 09-3734-0064 Metali niska koncentracija	ICP-OES	Al (ppb)	22	16	1,5
		ICP-OES	As (ppb)	1,9	1,8	+0,5
		ICP-OES	Co (ppb)	3,11	3,3	-0,95
		ICP-OES	Cu (ppb)	3,5	4,1	-0,86
		ICP-OES	Li (ppb)	5,7	6,0	-0,50
		ICP-OES	Ni (ppb)	8,8	8,7	+0,14
		ICP-OES	V (ppb)	6,8	7,4	-1,20
		ICP-OES	Zn (ppb)	15,6	17	-0,70
Okt.2019.	BIPEA-34 sample 09-3434-0049	ICP-OES	Ag (ppb)	32	36	-0,50
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	UV-VIS	Ukupni fosfor (mgP/l)	0,294	0,260	1,31
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	o-PO_4^{+} (mg/l)	0,48	0,43	+0,63
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Boja (mg/l Pt)	15	19	-0,67
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Cr VI+	316	312	+0,19
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NH_4^+ (mg/l)	0,20	0,28	-1,60
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NO_2^- (mg/l)	0,58	0,49	+1,80
Feb 2020	BIPEA-34 sample 27-2534-0049	UV-VIS	COD	65	51	
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	VOL	KMnO4	2,90	2,52	0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	VOL	Cl^- (mg/l)	67,9	72,5	-1,77
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	TURB	SO_4^{2-} (mg/l)	95	92	+0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SO_4^{2-} (mg/l)	89	92	-0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SiO_2 (mg/l)	14,2	14,4	-0,20
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	EL.CHEM	Provodljivost $\mu\text{S}/\text{cm}$	934	949	-0,83

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-0534-0022	UV-VIS	Anjonski deterdženti (mg/l)	0,075	0,125	-0,93
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Al (ppb)	64	70	-0,67
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Bi (ppb)	31	25	2,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Cr (ppb)	11	11	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Sn (ppb)	12	12	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Fe (ppb)	116	114	0,25
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Li (ppb)	37	36	0,50
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Mn (ppb)	39	42	-1,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Tl (ppb)	39	39	0,00
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	TOC (mg/l)	17,1	15,8	+1,30
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	DOC (mg/l)	16,0	15,4	+0,75
April 2020	BIPEA-34 sample 12-1734-0514	UV-VIS	NO ₃ ⁻ (mg/l)	25,9	23,3	+1,73
Maj 2020	BIPEA-34 sample 15-1834-0009	UV-VIS	Fenolni indeks (mg/l)	0,108	0,11	-0,22

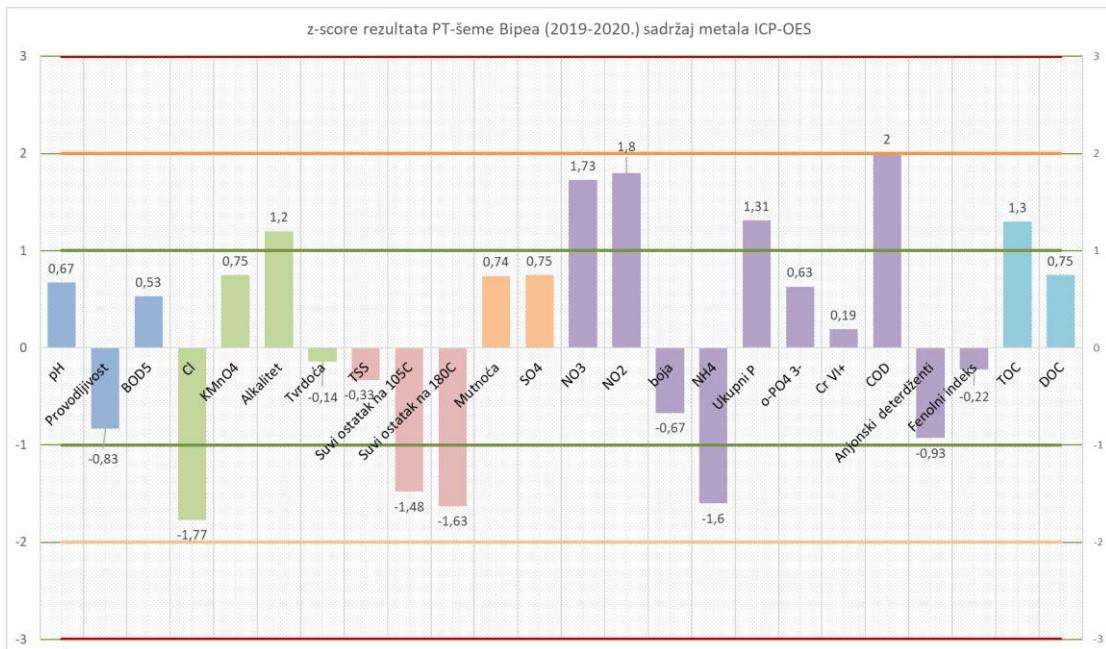
Laboratorija je vrednovala rezultate učešća u PT-aktivnostima u periodu 2018.-2020. godine analizom tačnosti prijavljenih rezultata preko vrednosti rikaverija (R) (%) (jed.2.):



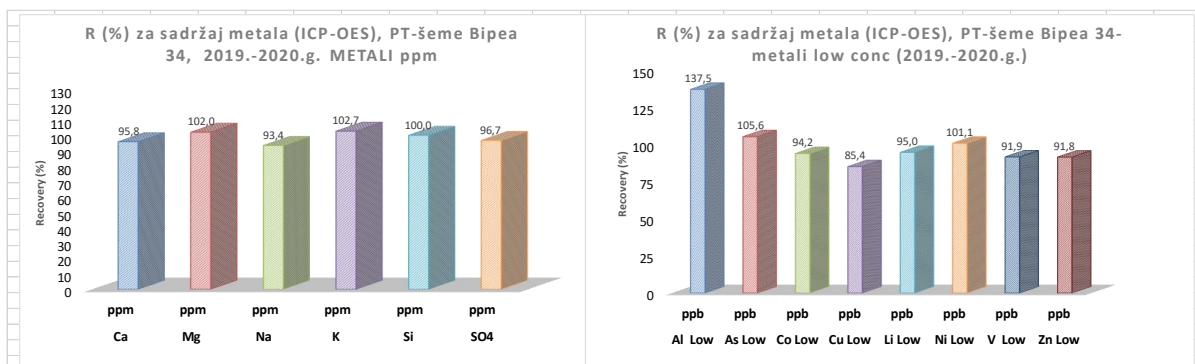
Slika 6. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemisiska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018.- 2020.

Na osnovu slike 6 možemo konstatovati da se tačnost učešća na PT-aktivnostima u periodu 2018. – 2020. kreće u opsegu (80 – 111)% za većinu prijavljenih metoda, osim za: amonijak (71,4%), anjonske deterdžente (60%) i COD (127,5%) a za koje je z-score u okviru zadatog kriterijuma što znači da je na osnovu rezultata svih učesnika u međulaboratorijskom poređenju, PT provajder definisao širi opseg prihvatljivih rezultata za navedene metode (slika 7).

Na slici 8 prikazane su vrednosti tačnosti vrednovane preko rikaverija za sadržaj metala u vodi i konstatiše se tačnost određivanja metala u ppm koncentracijama (Ca, Mg, Na, K i Si) kreće od (93,4 – 102,7)%, što je odličan rezultat. Kada su u pitanju metali u niskim koncentracijama tačnost za metale As, Co, Cu, Li, V i Zn kreće se u opsegu (85,4 -105,6)%, osim za Aluminijum koji je nešto viši 137,5% što je prihvatljiv rezultat obzirom da je z-score u granicama prihvatljivosti ±3 (-0,67).

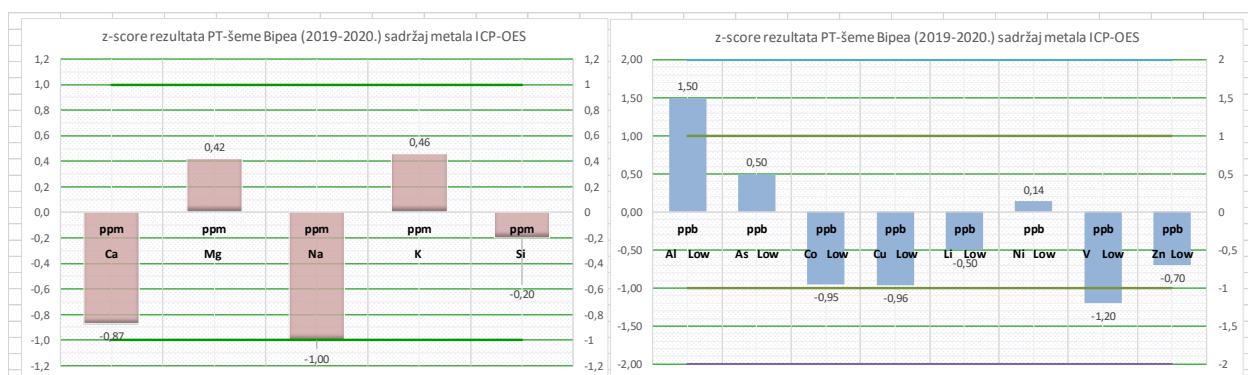


Slika 7. „z-score“ – PT šema Bipea 34 metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemisiska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018.- 2020.



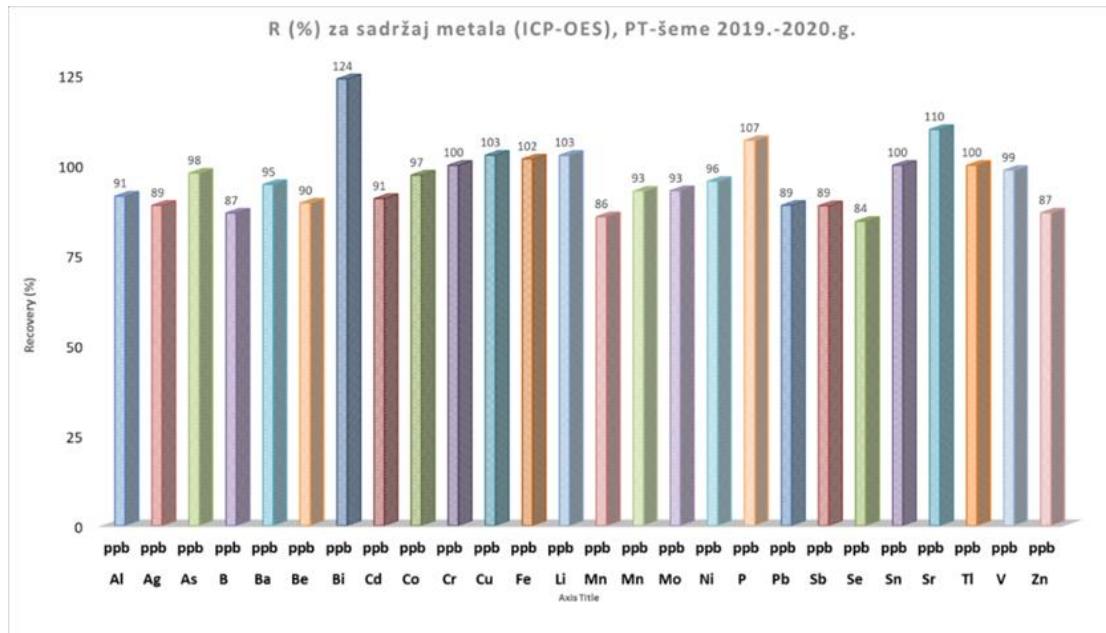
Slika 8. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppm (levo) i niske koncentracije (desno) za period 2018.- 2020.

Na slici 9 prikazani su z-score vredosti za metale u ppm koncentracijam, minimalni z-score dobijen je za natrijum -1 a maksimalni za kalijum +0,42 dakle na prvoj kontrolnoj liniji. Opseg z-scora za uzorak u kojem je sadržaj metala bio u niskim ppb koncentracijama, opseg z-score je -1,2 za vanadijum do +1,5 za aluminijum – dakle ispod druge kontrolne granice ±2.



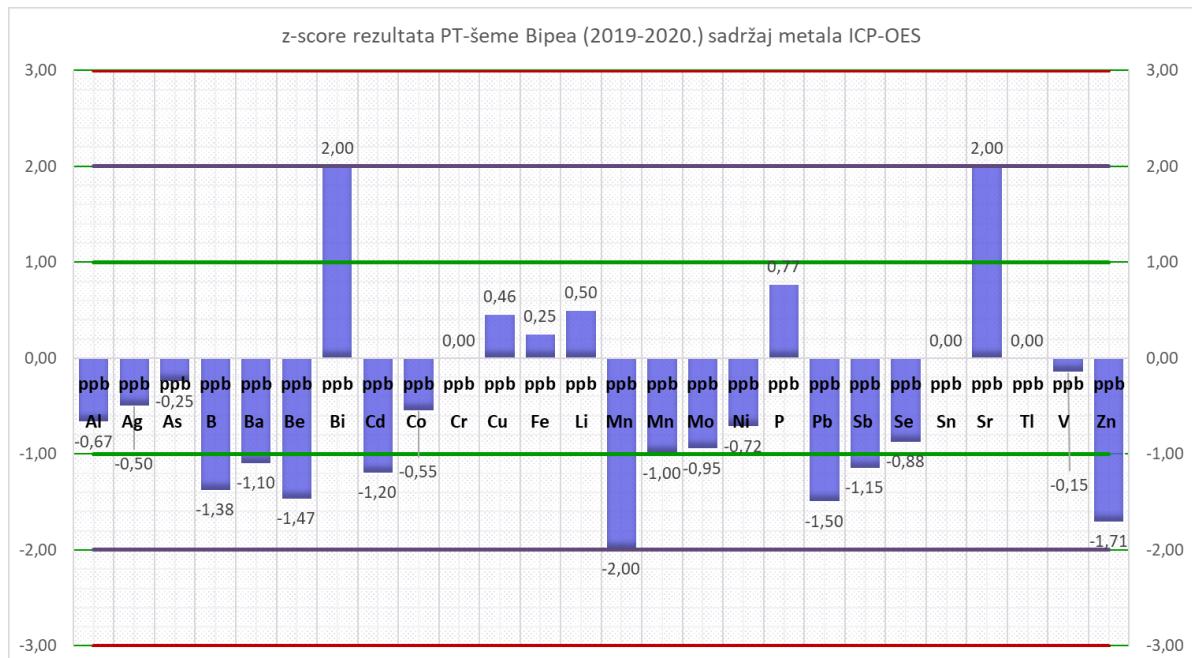
Slika 9. z-score – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppm (levo) i niskih koncentracija (desno) za period 2018.- 2020.godine

Vrednovanje tačnosti metala u ppb koncentracijama (sl. 10) kretala se u opsegu (87 – 110)% što je u granicama prihvatljivosti za dati koncentracioni opseg (80-120%). Izuzetak je bizmut gde je vrednost rikaverija 124% očekivano obzirom da je z-score =2.



Slika 10. Recovery – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppb koncentracije za period 2019.-2020.godine

Opseg z-scora u uzorku PT-šeme za sadržaj 26 metala u ppb koncentracijama je od -2,00 – mangan do +2 za bizmut i stroncijum, održava se na kontrolnoj granici ± 2 (sl.10).



Slika 11. z-score" – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppb koncenracija za period 2018.- 2020.

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da je kontrola kvaliteta za prijavljen parametre u okviru kontrolne granice ± 2 i ukazuje da je laboratorijski uspešno realizovala učešće u PT-aktivnostima i potvrdila pouzdanost ispitnih metoda ispitivanja.

5 REZULTATI MONITORINGA

Procena kvaliteta vode izvršena je na osnovu merenja pokazatelja kvaliteta vode na 11 lokaliteta u okviru monitoringa na istražnom području TSF Rakovica tokom 2020. godine. Rezultati monitoringa su dobijeni analizom uzorka koji su sakupljeni tokom tri kampanje za fizičko-hemijske parametre površinske vode. Na osnovu rezultata ispitivanja definisan je kvalitet u skladu sa važećim zakonskim propisima.

Podaci o kvalitetu vode prikupljeni tokom perioda od juna do decembra 2020. godine korišćeni su za procenu trenutnog stanja. Praćenje podataka za ključne fizičko-hemijske i mikrobiološke parametre sažeto je i sagledano u odnosu na odgovarajuće zakonske regulative i smernice koje pružaju uvid u kvalitet vode na svakoj lokaciji.

Izveštaji o fizičko-hemijskim ispitivanju sa rezultatima za sve tri kampanje dostavljeni su Naručiocu.

U svim analiziranim uzorcima vode izmerene vrednosti temperature vode i elektrolitičke provodljivosti zadovoljavaju kriterijume za II klasu voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012).

5.1 Merni profil SP-1

Merno mesto SP-1 je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 12.

Kvalitet vode na mernom profilu SP-1 definisan je na osnovu merenja fizičko-hemijskih parametara tokom tri kampanje, od kojih je prva realizovana u junu, druga septembru i treća u decembru 2020. godine.



Slika 12. Merni profil SP-1

Vrednost pH je varirala od 6,3 do 6,5. Prosečna vrednost je iznosila 6,4 i ispod je donjeg limita od 6,5 kako je definisano zakonskom regulativom.

Sadržaj kiseonika je u septembru (5,53 mgO₂/l) i decembru (6,41 mgO₂/l) bio niži od vrednosti definisane zakonskom regulativom za II klasu voda (min 7,0 mgO₂/l). Prosečna koncentracija od 6,40 mgO₂/l bila je ispod zadatog kriterijuma.

Koncentracija ortofosfata je u junu bila 0,051 mgP/l, iznad kriterijum od 0,03 mgP/l koliko je definisano Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012). U septembru i decembru 2020. sadržaj ortofosfata bio je ispod limita detekcije metode (< 0,01 mgP/l).

Koncentracija arsena je bila niža od limita kvantifikacije metode (<10 µg/l) u sve tri kampanje.

Vrednosti AOX-a izmerene u junu i septembru iznosile su $76 \mu\text{g/l}$, i $83 \mu\text{g/l}$ respektivno, u decembru nisu rađene analize. Srednja godišnja vrednost od $79,5 \mu\text{g/l}$ takođe je bila iznad granične vrednosti za vode druge klase ($50 \mu\text{g/l}$).

Prosečne godišnje vrednosti svih analiziranih fizičko-hemijskih parametara osim pH, rastvorenog kiseonika i AOX-a zadovoljavale kriterijume za II klasu voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012).

5.2 Merni profil SP-2

Merni profil SP-2 je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 13.

Kvalitet vode na mernom profilu SP-2 definisan je na osnovu merenja fizičko-hemijskih parametara tokom tri kampanje koje su realizovane u junu, septembru i decembru 2020. godine.



Slika 13. Merni profil SP-2

Analizom vode sa mernog mesta SP-2 tokom tri kampanje uočeno je da su vrednosti svih pokazatelja kvaliteta, izuzev AOX-a, prilično ujednačene i u okviru graničnih vrednosti definisanih Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012) za II klasu voda.

Amonijum jon je u decembru prelazio graničnu vrednost za II klasu ($\text{MDK}=0,1\text{mgN/l}$), izmerena vrednost bila je $0,45\text{mgN/l}$. U ostale dve kampanje sadržaj amonijum jon bio je ispod limita kvantifikacije metode ($<0,05\text{mgN/l}$) a prosečna godišnja vrednost $0,17\text{mgn/l}$ iznad granične vrednosti za II klasu.

Ortofosfati su prelazili graničnu vrednost u junu, $0,028\text{mgP/l}$ a u decembru je izmeren sadržaj ukupnog fosfora od $0,245\text{mgP/l}$, što je iznad granične vrednosti za II klasu voda ($\text{MDK TP}=0,2\text{mgP/l}$). Prosečni sadržaj ukupnog fosfora za 2020.godinu bio je $0,13\text{mgP/l}$.

Sadržaj bromida bio je ispod limita detekcije metode ($<0,05\text{mg/l}$) osim u decembru kada je izmereno $1,18\text{mg/l}$.

Sadržaj gvožđa prelazio je graničnu vrednost od $0,5\text{mg/l}$ u septembru ($1,6\text{mg/l}$) i decembru 2020. ($0,62\text{mg/l}$), u junu je izmerena minimalna vrednost gvožđa $0,3\text{mg/l}$. Prosečni sadržaj gvožđa za 2020.godinu iznosio je $0,8\text{mg/l}$ i bio je iznad granične vrednosti za II klasu voda.

Sadržaj mangana kretao se od $0,014\text{mg/l}$ do $0,09\text{mg/l}$ i nije prelazio graničnu vrednost ($0,1\text{mg/l}$) za II klasu voda.

Sadržaj žive bio je ispod limita detekcije metode osim u decembru kada je izmereno $0,3\mu\text{g/l}$.

Koncentracija AOX-a je u junu iznosila $48 \mu\text{g/l}$, dok je u septembru vrednost bila $83 \mu\text{g/l}$, iznad granične vrednosti za II klasu voda ($50 \mu\text{g/l}$). Prosečan sadržaj AOX-a u 2020. godini bio je $65,5 \mu\text{g/l}$ i nije zadovoljavao graničnu vrednost za vode II klase ($50 \mu\text{g/l}$).

5.3 Merni profil SP-3

Merni profil je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 14.



Slika 14. Merni profil SP-3

Koncentracije većine analiziranih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta bile su prilično ujednačene tokom celog perioda ispitivanja i u okviru granica za II klasu voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012).

Izuzetak su nitrati, čije vrednosti su neznatno varirale tokom sva tri ciklusa ispitivanja i bile su u opsegu od $2,03 \text{ mgN/l}$ do $3,18 \text{ mgN/l}$. Prosečna vrednost od $2,67 \text{ mgN/l}$ bila je ispod granične vrednosti od 3 mgN/l utvrđene zakonskom regulativom.

Sadržaj ortoofosfata bio je ispod limita detekcije metode ($<0,01 \text{ mgP/l}$) osim u junu kada je izmereno $0,028 \text{ mgP/l}$ (granična vrednost za II klasu $0,03 \text{ mgP/l}$).

Sadržaj ukupnog fosfora od juna do decembra kretao se u opsegu $0,033 \text{ mgP/l}$ do $0,092 \text{ mgP/l}$, prosečna vrednost za 2020. godinu bila je $0,06 \text{ mgP/l}$, sve ispod $0,2 \text{ mgP/l}$ kako je propisala zagonska regulativa za II klasu.

Koncentracija žive izmerena u sve tri kampanje bila je ispod limita kvantifikacije metode $<0,2 \mu\text{g/l}$.

Koncentracija AOX-a je u junu ($89 \mu\text{g/l}$) premašila graničnu vrednost za II klasu voda ($50 \mu\text{g/l}$), dok je u septembru vrednost bila $13 \mu\text{g/l}$. Prosečan sadržaj AOX-a u 2020. godini bio je $51,0 \mu\text{g/l}$ i nije zadovoljavao graničnu vrednost za vode II klase ($50 \mu\text{g/l}$).

5.4 Merni profil SP-4

Merno mesto SP-4 je izvor na slivu Rakovice i prikazano je na slici 15.



Slika 15. Merni profil SP-4

Uzorkovanje vode sa mernog mesta SP-4 nije izvršena 2020. godini jer je izvor presušio.

5.5 Merni profil SP-5

Merni profil SP-5 je izvor na slivu Rakovice i prikazan je prikazan je na slici 16.

Analiza uzorka vode sa mernog mesta SP-5 izvršena je u junu i decembru 2020. godine. U septembru nije izvršeno uzorkovanje jer je izvor presušio.



Slika 16. Merni profil SP-5

Opseg sadržaja kiseonika tokom ispitivanog perioda obuhvatao je interval od 4,76 mgO₂/l do 7,55 mgO₂/l. S obzirom na to da je prosečna vrednost sadržaja kiseonika 6,2 mgO₂/l niža od kriterijuma definisanog Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012) od mimimalno 7,0 mgO₂/l, može se zaključiti da sadržaj kiseonika nije zadovoljavao uslove za II klasu voda tokom celog perioda ispitivanja.

Amonijum jon je u junu prelazio graničnu vrednost za II klasu (MDK=0,1mgN/l), izmerena vrednost bila je 0,16mgN/l, u decembru sadržaj amonijum jona bio 0,05 mgN/l, ispod limita kvantifikacije metode (<0,05mgN/l).

Ostali parametri kvaliteta su pokazivali male varijacije koncentracija od juna do decembra 2020. godine i sve prosečne vrednosti su bile u okviru granica za II klasu površinskih voda.

Sadržaj AOX-a u 2020. godini zadovoljavao graničnu vrednost za vode II klase (50 µg/l), izmerena vrednost u junu bila je 13,0 µg/l.

5.6 Merni profil SM-1

Merni profil SM-1 (slika 17) nalazi se na reci Rakovici nizvodno od budućeg mesta deponije. Analiza uzorka vode sa mernog mesta SM-1 izvršena je u junu i decembru 2020. godine. U septembru nije izvršeno uzorkovanje jer je izvor presušio.



Slika 17. Merni profil SM-1

Koncentracije većine analiziranih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta bile u okviru granica za II klasu voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012).

Izuzetak su orotofosfati, u junu kada je izmereno 0,039mgP/l na ovom mernom profilu što je iznad granične vrednosti propisane zakonskom regulativom (0,03mgP/l).

Koncentracija žive izmerena u julu i decembru bila je ispod limita kvantifikacije metode (<0,2 µg/l).

Sadržaj AOX-a bio je takođe ispod granične vrednosti, u julu je izmereno 15µg/l.

5.7 Merni profil SM-2

Merni profil SM-2 (slika 18) nalazi se na Popadića potoku.



Slika 18. Merni profil SM-2

U julu su izmerene koncentracije ortofosfata (0,074 mgP/l) a u septembru kadmijuma (4,9 µg/l) prelazile granične vrednosti za II klasu voda. Maksimalno dozvoljene koncentracije za ortofosfate iznose 0,03 mgP/l i 1,5 µg/l za kadmijum.

Koncentracije AOX-a u julu 145 µg/l bile su iznad granične vrednost od 50 µg/l propisane za II klasu voda.

Koncentracije ostalih parametara bile su u skladu sa zahtevima zakonske regulative za vode II klase. Ovakve promene su najverovatnije posledica uticaja antropogenih faktora. Sve prosečne godišnje vrednosti su u okviru graničnih vrednosti propisanih za II klasu voda.

5.8 Merni profil SM-5

Merni profil SM-5 nalazi se na reci Rakovici i prikazan je na slici 19.



Slika 19. Merni profil SM-5

Koncentracije većine analiziranih parametara kvaliteta na mernom mestu SM-5 u periodu od juna do decembra 2020. bodine bile su u skladu sa zahtevima zakonske regulative za vode II klase. Povremena odstupanja su zabeležena za rastvoren kiseonik, amonijum jon i ukupni fosfor.

U septembru je izmerena koncentracija rastvorenog kiseonika bila $5,77 \text{ mgO}_2/\text{l}$, dakle, ispod minimuma propisanog za II klasu voda.

Koncentracije amonijum jona bile su iznad granične vrednosti od $0,1\text{mgN/l}$ u junu kada je izmereno $0,16\text{mgN/l}$. Prosečna koncentracije amoniju jona bila je $0,09\text{mgN/l}$.

Sadržaj ukupnog fosfora bio je iznad granične vrednosti za II klasu u septembru kada je izmereno $0,358 \text{ mgP/l}$. Međutim, prosečna koncentracija ukupnog fosofra za 2020.godinu bila je $0,09\text{mgP/l}$ u okviru je granične vrednosti za II klasu voda.

5.9 Merni profil SM-8

Merni profil SM-8 (slika 20) se nalazi na gornjem delu sliva potoka Štavice pre ulivanja u reku Rakovicu.



Slika 20. Merni profil SM-8

Ispitivanjem kvaliteta vode na mernom profilu SM-8 utvrđeno je da skoro sve prosečne vrednosti pripadaju II klasi voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012) tokom monitoringa u 2020. godini.

Izuzetak su nitriti, prosečna vrednost za tri kampanje u 2020. iznosi 0,08mgN/l, maksimalna vrednost detektovana je u septembru 0,135mgN/l, znatno je iznad granične vrednosti od 0,03mgN/l propsiane zakonskom regulativom za II klasu voda.

Sadržaj rastvorenog kiseonika je u septembru iznosio 6,95mgO₂/l, ispod propsiane granične vrednosti od 7,0mgO₂/l ali je prosečna vrednost za 2020. bila 9,03 mgO₂/l.

Sadržaj mangana je u septemebru (0,14mg/l) prelazio graničnu vrednost od 0,1mg/l propsianu za II klasu voda ali je prosečna vrednost za 2020.godinu iznosila 0,06mg/l.

5.10 Merni profil SM-9

Merni profil SM-9 (slika 21) se nalazi na gornjem delu sliva reke Rakovice pre spajanja sa potokom Štavice.



Slika 21. Merni profil SM-9

Porast koncentracija na vrednosti veće od MDK za vode II klase ustanovljen je u junu za amonijum jon (0,16 mgN/l), BPK₅ (8,25 mgO₂/l) i AOX (113µg/l), a za rastvoreni kiseonik (4,95 mgO₂/l) i kadmijum (8,5µg/l) u septembru 2020. Godine.

Rezultat je povećana srednja godišnja koncentracija nitrita (0,04 mgN/l) u odnosu na graničnu vrednost od 0,03 mgN/l za vode II klase Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012). Vrednosti ostalih ispitivanih parametara pripadaju II klasi voda.

5.11 Merni profil SM-13

Merni profil SM-13 se nalazi na Žutoj reci i prikazan je na slici 22.



Slika 22. Merni profil SM-13

Na osnovu ispitivanih parametara kvaliteta na mernom profilu SM-13 uočeno je pogoršanje kvaliteta vode u septembru u odnosu na rezultate ispitivanja u junu i decembru. U septembru je konstatovan porast sadržaja amonijum jona ($0,56 \text{ mgN/l}$), nitrita ($0,231 \text{ mgN/l}$) ortofosfata ($0,04 \text{ mgP/l}$), mangana ($1,01 \text{ mg/l}$) i AOX-a ($73 \mu\text{g/l}$) u odnosu na granične vrednosti koje iznose $0,10 \text{ mgN/l}$ za amonijum ion, $0,03 \text{ mgN/l}$ za nitrite, $0,03 \text{ mgP/l}$ za ortofosfate i $50 \mu\text{g/l}$ za AOX. Pretpostavlja se da su ovakve promene posledica uticaja antropogenih faktora. Srednja godišnja vrednost ortofosfata, $0,039 \text{ mgP/l}$, takođe je bila iznad granične vrednosti od $0,03 \text{ mgP/l}$.

Sadržaj rastvorenog kiseonika bio je izuzetno nizak u septembru ($2,84 \text{ mgO}_2/\text{l}$) u odnosu na propisanog limita od $7,0 \text{ mgO}_2/\text{l}$ za II klasu vode ali je srednja vrednost od $7,3 \text{ mgO}_2/\text{l}$ bila u okviru zakonske regulative za II klasu voda.

Vrednosti svih srednjih godišnjih vrednosti ispitivanih parametara kvaliteta na mernom profilu SM-13, osim ortofosfata pripadale su II klasi voda Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“ br. 50/2012).

6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Monitoring kvaliteta površinskih voda na projektnom području TSF Rakovica tokom 2020. godine sproveden je u okviru tri kampanje i to u junu, septembru i decembru. Ispitivanjima je obuhvaćeno 11 mernih lokacija, 5 izvora (SP-1, SP-2, SP-4 SP-3, i SP-5) i 6 vodotoka (SM-1, SM-2, SM-5, SM-8, SM-9 i SM-13).

Što se tiče fizičko-hemijskih ispitivanja, voda pripada II klasi kvaliteta za većinu ispitivanih parametara kvaliteta.

Odstupanja prosečnih godišnjih vrednosti pojedinih parametara kvaliteta od II klase zabeleženo je na sledećim mernim mestima: SP-1; SP-2; SP-3; SP-5; SM-2; SM-8; SM-9 i SM-13 (tabela 5.)

Tabela 5. Merna mesta površinskih voda sa područja TSF Rakovica na kojima je zabeležno odstupanje prosečnih godišnjih vrednosti za 2020. pojedinih parametara od II klase prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sediment i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“ br. 50/2012).

Lokacija	Parametar	Prosečna vrednost za 2020.	Referentna vrednost*
SP-1	pH	6,4	6,5-8,5
	rastvoreni O ₂	6,4 mgO ₂ /l	Min 7,0 mgO ₂ /l
	AOX	79,5 µg/l	50 µg/l
SP-2	NH ₄ ⁺	0,17mgN/l	0,1 mgN/l
	Fe	0,8 mg/l	0,5mg/l
	AOX	65,5mg/l	50 µg/l
SP-3	Cd	2,12 µg/l	1,5 µg/l
	AOX	51 µg/l	50 µg/l
SP-5	rastvoreni O ₂	6,2 mgO ₂ /l	Min 7,0 mgO ₂ /l
SM-1	-	-	-
SM-2	Cd	1,91 µg/l	1,5 µg/l
	AOX	77,5 µg/l	50 µg/l
SM-5	-	-	-
SM-8	Nitriti	0,08mgN/l	0,03 mgN/l
SM-9	Nitriti	0,04mgN/l	0,03 mgN/l
SM-13	ortofosfati	0,03 mgP/l	0,03 mgP/l

Preporuke za naredni period su da se nastavi sa monitoringom kvaliteta vode.

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF RAKOVICA

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

KNJIGA 3: MONITORING KVALITETA PODZEMNIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 3:

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF RAKOVICA	1
1 UVOD	3
1.1 Svrha i cilj monitoringa.....	3
1.2 Zakonska regulativa	3
2 LOKACIJE UZORKOVANJA.....	3
3 METODE UZORKOVANJA I ANALIZE	6
4 KONTROLA KVALITETA.....	8
4.1 Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara.....	8
4.2 Kontrola kvaliteta metoda ispitivanja – realizacija učešća na PT-aktivnostima	11
5 REZULTATI MONITORINGA	16
5.1 Rezultati ispitivanja kvaliteta podzemne vode na području TSF Rakovica .	16
5.2 Uporedni pregled rezultata.....	17
6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE	18

1 UVOD

1.1 Svrha i cilj monitoringa

Svrha izveštaja monitoringa kvaliteta podzemnih voda bila je da prikaže sažet pregled svih aktivnosti izvršenih tokom monitoringa koji uključuje prikupljanje podataka u vezi sa rezultatima fizičko-hemijskih ispitivanja neophodnih za ocenu trenutnog stanja kvaliteta podzemnih voda. Monitoringom podzemnih voda na području Korenita se obezbeđuje pregled trenutnog i dugoročnog stanja kvaliteta podzemnih voda i identifikacija eventualnih trendova što predstavlja osnovu za održivo upravljanje ovim resursom.

1.2 Zakonska regulativa

Plan i program monitoringa podzemnih voda na području TSF Rakovica tokom 2020. godine definisan je u skladu sa:

- Zakonom o vodama („Službeni glasnik RS“, br. 30/10, 93/12 i 95/18) i
- Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu („Sl. glasnik RS“, br. 30/2018 i 64/2020).

2 LOKACIJE UZORKOVANJA

Monitoring kvaliteta podzemnih voda na području Korenita tokom 2020. sproveden je u junu, septembru i decembru. Programom monitoringa je obuhvaćeno 52 pijezometra čije su lokacije prikazane u tabeli 2 i slici 1. Uzorkovanje podzemnih voda je izvršeno iz 44 pijezometra u junu, 43 u septembru i 44 u decembru (Tabela 1). Ni u jednoj kampanji tokom 2020. godine uzorkovanje vode iz pijezometara KOR002-PZ, KOR005-PZ_2, KOR015-PZ_1, KOR021-PZ_2, KOR022-PZ_1 i KOR030-PZ nije realizovano iz konkretnih razloga koji su opisani u Izveštajima o uzorkovanju, a dostavljeni su Klijentu nakon svakog ciklusa uzorkovanja.

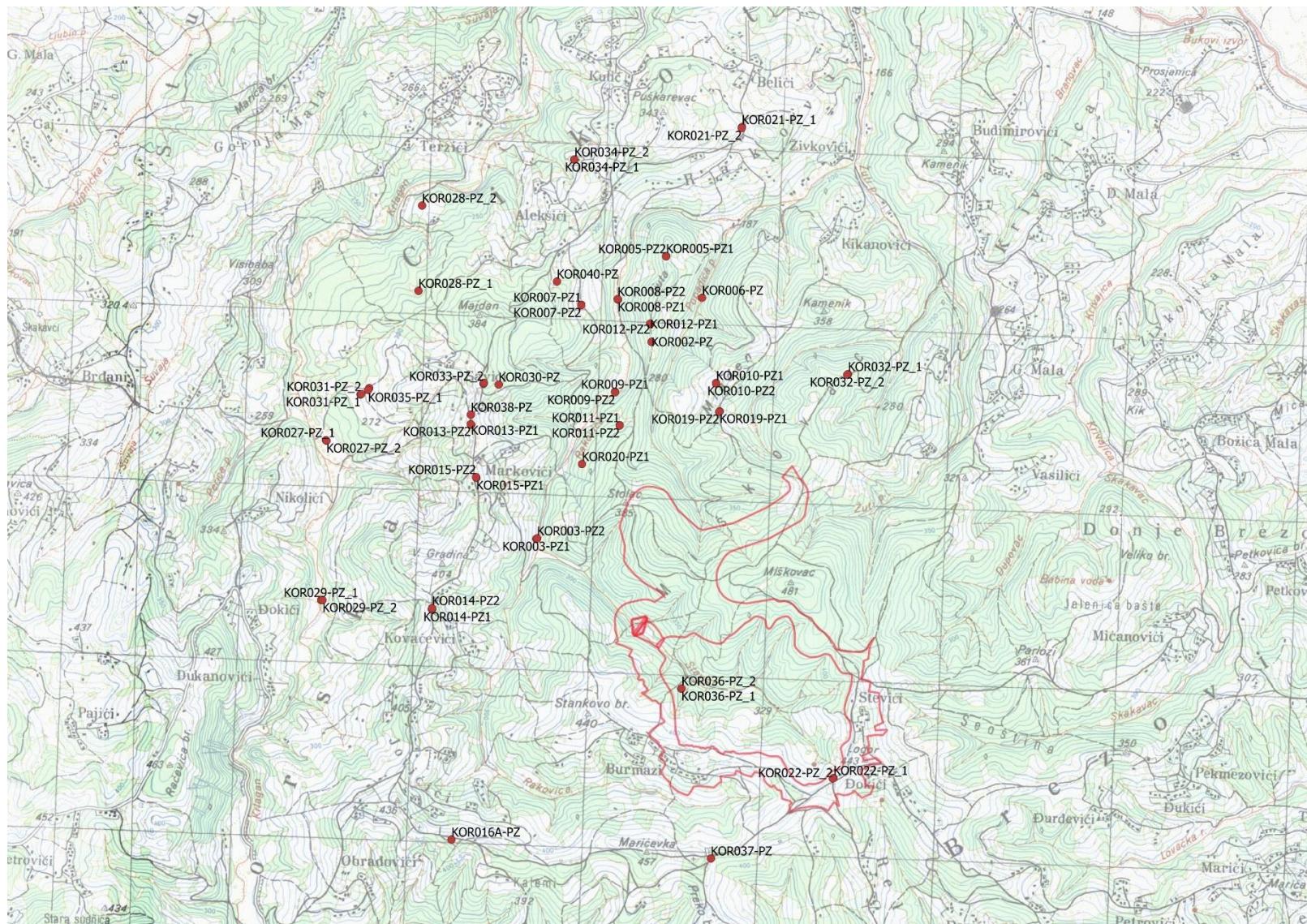
Broj uzorkovanih pijezometara i broj fizičko-hemijskih analiza su prikazani u tabeli 1 a koordinate ispitivanih lokaliteta i dubina pijezometara i dubina filter zona u njima su prikazani u tabeli 2.

Tabela 1. Broj uzorkovanih pijezometara i broj fizičko-hemijskih analiza

	Područje TSF Rakovica			
	Jun	Septembar	Decembar	Ukupno
Broj pijezometara	44	43	44	131
Broj analiza	2565	2508	2508	10146

Tabela 2. Koordinate, dubine i dubine filter zona uzorkovanih piyezometara na području TSF Rakovica

Redni broj	Naziv piyezometra	Dubina piyezometra (m)	Dubina filter zone (m)	Koordinate	
				N	E
1	KOR002-PZ	36	18-21	4925886.04	6612299.95
2	KOR003-PZ_1	60	30-40	4924742.4	6611685.94
3	KOR003-PZ_2	12	4.2-10.2	4924745.22	6611690.62
4	KOR005-PZ_1	64	57-63	4926376.92	6612365.42
5	KOR005-PZ_2	52	30-50	4926374.87	6612364.9
6	KOR006-PZ	80	23-28	4926147.3	6612578.06
7	KOR007-PZ_1	85	73-83	4926082.83	6611892.85
8	KOR007-PZ_2	42	30-40	4926079.82	6611892.77
9	KOR008-PZ_1	48	35-45	4926120.04	6612099.89
10	KOR008-PZ_2	17	6-15	4926122.53	6612098.54
11	KOR009-PZ_1	120	105-115	4925595.13	6612102.99
12	KOR009-PZ_2	71	59-69	4925590.95	6612103.14
13	KOR010-PZ_1	62	50-60	4925665.91	6612675.74
14	KOR010-PZ_2	34	22-32	4925663.26	6612674.82
15	KOR011-PZ_1	120.8	108-118	4925405.87	6612136.43
16	KOR011-PZ_2	33	21-31	4925403.7	6612136.57
17	KOR012-PZ_1	115	104-114	4925987.32	6612289.4
18	KOR012-PZ_2	51	37-47	4925989.61	6612288.75
19	KOR013-PZ_1	308	267-282	4925377.48	6611291.57
20	KOR013-PZ_2	159	142-157	4925381.05	6611289.82
21	KOR014-PZ_1	250	230-245	4924319.99	6611107.86
22	KOR014-PZ_2	107	90-105	4924326.92	6611107.93
23	KOR015-PZ_1	290	268-280	4925076.77	6611332.54
24	KOR015-PZ_2	152	140-150	4925080.86	6611330.54
25	KOR016A-PZ	160	153-159	4923015.49	6611266.38
26	KOR019-PZ_1	120	100-110	4925505.88	6612701.89
27	KOR019-PZ_2	37	20-35	4925503.03	6612699.07
28	KOR020-PZ_1	40	21-31	4925177.16	6611929.74
29	KOR021-PZ_1	230.8	174-183	4927125.25	6612768.74
30	KOR021-PZ_2	84	73-82	4927120.28	6612768.07
31	KOR022-PZ_1	212.4	199-211	4923445.12	6613425.71
32	KOR022-PZ_2	74	60-72	4923442.23	6613421.31
33	KOR027-PZ_1	176.8	157.3-175.3	4925259.38	6610469.59
34	KOR027-PZ_2	50	35-47	4925256.51	6610472.71
35	KOR028-PZ_1	204	164-182	4926127.37	6610964.77
36	KOR028-PZ_2	88	72-87	4926613.05	6610967.15
37	KOR029-PZ_1	62	43-58	4924349.62	6610475.66
38	KOR029-PZ_2	25	11-24	4924349.57	6610483.34
39	KOR030-PZ	230	48-63	4925611.44	6611440.12
40	KOR031-PZ_1	175	141-156	4925526.55	6610656.91
41	KOR031-PZ_2	46	22.5-44.5	492552933	6610660.82
42	KOR032-PZ_1	110.8	89.5-104.5	4925744	6613423.64
43	KOR032-PZ_2	55	42-54	4925740.5	6613419.44
44	KOR033-PZ_1	230	213-228	4925613.59	6611354.24
45	KOR033-PZ_2	29.8	13-28	4925607.77	661135267
46	KOR033-PZ_3	130	105-129	4925618.5	6611355.96
47	KOR034-PZ_1	200	105-125	4926905.83	6611823.09
48	KOR034-PZ_2	50.8	29-47	4926907	6611824
49	KOR035-PZ_1	175	132-162	4925608.71	6610638.84
50	KOR035-PZ_2	17	7-16	4925608.71	6610638.84
51	KOR036-PZ_1	335.8	289-310	4923920.52	6612542.09
52	KOR036-PZ_2	156.3	131-155	4923922	6612543



Slika 1. Pregledna situacija sa položajem lokaliteta monitoringa podzemnih voda

3 METODE UZORKOVANJA I ANALIZE

Fizičko-hemijske analize, uzorkovanje i merenja na terenu izvršila je akreditovana laboratorija "Jaroslav Černi" prema standardu SRPS ISO 17025: 2017.

Uzorkovanje je sprovedeno prema standardnoj proceduri metode, SRPS EN ISO 5667-1: 2008 - Kvalitet vode – Uzimanje uzoraka - Deo 1: Smernice za izradu programa uzimanja uzoraka i postupke uzimanja uzoraka i metodologiji izrađenoj i usvojenoj od strane "Jaroslav Černi".

Uzorkovanje je realizovano upotrebom pumpe sa malim protokom, tzv. "low-flow" pumpe ili bajlera za uzorkovanje podzemnih voda. Uzorkovanje iz dubokih bunara je izvedeno spuštanjem bajlera tj. uzorkivača od nerđajućeg čelika u filter zonu, nakon čega je uzorak podzemne vode zahvatan sa željene dubine. Uzorkovanje plitkih pijezometara rađeno je Low-flow, Low-stress, metodom. Ova metoda sastoji se od spuštanja creva u filter zonu, ispiranja pumpom koja omogućava nizak protok i uzorkovanja.

Sa ciljem prikupljanja reprezentativnih uzoraka vode, merenje "in situ" parametara kvaliteta izvršeno je u zatvorenoj protočnoj ćeliji kako bi se efekat kontakta vode sa vazduhom, gde god je to moguće, sveo na minimum. U ove parametre svrstavaju se: temperatura, pH, elektrolitička provodljivost i rastvoreni kiseonik.

Svi uzorci su jednoznačno identifikovani, obeleženi i dokumentovani na terenu tokom uzorkovanja. Uzorci podzemne vode prikupljeni iz svakog pijezometra dostavljeni su nakon uzorkovanja u laboratoriju za analizu kvaliteta vode.

Analiza kvaliteta podzemne vode izvršena je prema parametrima navedenim u tabeli 2. Primenjene analitičke metode i limiti kvantifikacije (LOQ) za sve parametre kvaliteta takođe su sumirani u tabeli 2.

Tabela 3. Analitičke metode fizičko-hemijskih ispitivanja, limiti kvantifikacije metoda i referentne vrednosti parametara

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije (LOQ)	Referentna vrednost*	Metoda
Temperatura vode	°C	0	-	SMEWW 23 rd , 2550 B
pH	-	2	-	SMEWW 23 rd , 4500-H+ B
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	0,1	-	SMEWW 23 rd , 2510 B
Rastvoren kiseonik	mgO ₂ /l	0,1	-	SMEWW 23 rd , 4500-O G
Amonijum ion (NH ₄)	mgN/l	0,05	-	Priručnik 1, P-V-2/B
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	0,005	-	SMEWW 23 rd , 4500-NO ₂ - B
Nitrati (NO ₃)	mgN/l	0,05	-	SMEWW 14th, 419 D
Ukupan alkalitet	mg CaCO ₃ /l	5	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Bikarbonati	mg/l	0	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Karbonati	mg/l	0	-	SMEWW 23 rd , 2320 B
Hloridi (Cl)	mg/l	0,5	-	SMEWW 23 rd , 4500-Cl- C
Sulfati (SO ₄)	mg/l	2	-	US EPA 375.4: 1978
Ortofosfati	mgP/l	0,01	-	SMEWW 23 rd , 4500-P E
Fluoridi	mg/l	0,05	-	Priručnik 1, P-V-15/B
Bromidi	mg/l	0,05	-	US EPA 300.1:1999
Cijanidi	mg/l	0,010	-	ASTM D 2036-09
Suspendovane materije	mg/l	1,5	-	SMEWW 23 rd , 2540 D
Rastvorne materije (TDS)	mg/l	1	-	SMEWW 23 rd , 2540 B
Hrom (VI)	mg/l	0,01	-	SMEWW 23 rd , 3500-Cr B
Gvožđe (II)	mg/l	0,1	-	SMEWW 23 rd , 3500-Fe B
Gvožđe (III)	mg/l	0,05	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalcijum (Ca)	mg/l	1	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Magnezijum (Mg)	mg/l	0,25	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Natrijum (Na)	mg/l	0,05	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalijum (K)	mg/l	0,05	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Gvožđe (Fe)	mg/l	0,005	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Mangan (Mn)	mg/l	0,005	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Cinc (Zn)	µg/l	2	800	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bakar (Cu)	µg/l	2	75	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Hrom (Cr)	µg/l	2	30	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Olovo (Pb)	µg/l	2	75	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Nikl (Ni)	µg/l	2	75	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kadmijum (Cd)	µg/l	0,8	6	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Aluminijum (Al)	µg/l	40	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Arsen (As)	µg/l	10	60	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Živa (Hg)	µg/l	0,2	0,3	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Antimon (Sb)	µg/l	5	20	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Litijum (Li)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bor (B)	µg/l	10	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Barijum (Ba)	µg/l	2	625	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Silicijum (Si)	µg/l	10	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Molibden (Mo)	µg/l	4	300	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Selen (Se)	µg/l	10	160	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Stroncijum (Sr)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kobalt (Co)	µg/l	2	100	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Berilijum (Be)	µg/l	5	15	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Telur (Te)	µg/l	0,0089	70	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Talijum (Tl)	µg/l	2	7	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Kalaj (Sn)	µg/l	2	50	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Vanadijum (V)	µg/l	2	70	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Srebro (Ag)	µg/l	2	40	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Bismut (Bi)	µg/l	2	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Galijum (Ga)	µg/l	0,0071	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Germanijum (Ge)	µg/l	0,0055	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Uran (U)	µg/l	0,0046	-	SMEWW 23 rd , 3120 B (ICP)
Ukupan organski ugljenik (TOC)	mg/l	0,5	-	SMEWW 23 rd , 5310 C
Ugljovodonici poreklom iz benzina C ₆ -C ₁₀	mg/l	<0,01	-	US EPA 8015 D (GC/FID); US EPA 3810 A
Ugljovodonici poreklom iz dizela C ₁₀ -C ₂₈	mg/l	<0,05	-	US EPA 8015 D (GC/FID); US EPA 3510
Indeks ugljovodonika C ₁₀ -C ₄₀	mg/l	<0,05	-	SRPS EN ISO 9377-2:2009

4 KONTROLA KVALITETA

4.1 Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara

Laboratorija „Jaroslav Černi“ je akreditovana za proces uzorkovanja i ispitivanja vode za piće, površinskih i podzemnih voda u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Laboratorijska ispitivanja i merenja „in situ“ na terenu sprovode se prema standardnim metodama - Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017, APHA, AWWA, WEF, (SMEWW 23rd), SRPS-ISO, US-EPA i dokumentovanim metodama razvijenim u laboratoriji.

Za potvrdu ispitnih metoda sproveden je postupak validacije i verifikacije kao potvrda njihove pouzdanosti za primenu u procesima ispitivanja. Kriterijumi prihvatljivosti validacionih i verifikacionih parametara definisani su prema zahtevima standardnih metoda kao i preporukama Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Koraci u proces kontrole i potvrde kvaliteta su:

- Kontrola kontaminacije na uzorkovanju:
 - *Blank terena* – dejonizovana voda koja se tretira kao uzorak, identificuje greške ili kontaminaciju uzorka;
- Kontrola laboratorijske opreme:
 - *Kalibracioni blank* – dejonizovana voda procesuirana kao uzorak u cilju da se eliminiše odgovor svih reagenasa koji se koriste u procedu prirpeme uzorka za analizu- "nula" instrumenta. U sekvenci analize uvek je ispred uzorka i kontrolnog standarda.
 - *Kalibracini standardi* – kalibracija opreme i kontrolne karte, u sekvenci analize je odmah nakon kalibracionog blanka a pre uzorka.
- Kontrola preciznosti procesa uzrokovavanja i ispitnih metoda:
 - kroz duplike realnih uzoraka.

a rezultati vrednuju preko RPD-vrednosti (jed.1).

- Kontrola tačnosti ispitnih metoda:
 - *sertifikovani referenti materijal (CRM)*,
 - *laboratorijski kontrolni uzoraka (LCS) duplikat (LCSD)*,
 - *referentni materijal ostatak od PT-šema (RM-PT)*,
 - *matriks spajk (MS) imatriks spajk duplikat (MSD)*

a rezultati vrednuju preko rikvaerija (jed.2) i rikaveri spajka. (jed.3.).

- Kontrola i potvrda performansi ispitnih metoda u laboratoriji:
 - *upoređivanjem rezultata ispitivanja sa rezultatima ostalih Laboratorija učestvovanjem u međunarodnim poređenjima performansi - PT šemama*

Laboratorija obezebeđuje pouzdanost svojih rezultata primenom procedure za obezbeđivanje validnosti rezultatata laboratorijskog ispitivanja i uputstava za procenu merne nesigurnosti.

Vrednovanje preciznosti vršeno je preko relativne procentne razlike – RPD vrednosti za merenja duplih uzoraka ili merenja u duplikatu, (jed. 1).

$$RPD (\%) = 100 \times \frac{(X_1 - X_2)}{\left[\frac{X_1 + X_2}{2} \right]} \quad (\text{jed.1}).$$

X₁-izmerena vrednost za laboratorijski kontrolni uzorak (LCS);
X₂-zmerena vrednost za laboratorijski dupli uzorak (LCSD);

Tačnost ispitinih metoda proveravana je preko rikaverija („recovery“) – R (%) CRM-a (i/ili RM-PT) i/ili „recovery“ spajka.

„Recovery“ – R (%) (jed.2.) veličina koja predstavlja odnos izmerene i tačne vrednosti je parametar za ocenu tačnosti ispitinih metoda i/ili pouzdanosti rada analitičara.

$$R (\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{X_{\text{lab}}}{X_{\text{PT}}} \quad (\text{jed.2.})$$

X_{lab} – vrednost PT-uzorka (i/ili CRM-a) izmerena u laboratoriji

X_{PT} – vrednost koju je dostavio PT provajder kao tačnu i /ili vrednost CRM-a iz sertifikata.

Uticaj matriksa na pouzdanost rezultata merenja proverava se preko pajkovanje referentnog sertifikovanog referentnog materijala (CRM) koji sadrži ispitivani analit u matris (MS) i merenja u duplikatu (MSD). „Recovery“ spajka određuje se prema sledećoj jednačini.

$$Rsp(\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{(X_{\text{sp}} - X_o)}{sp.\text{conc}} \quad (\text{jed.3.})$$

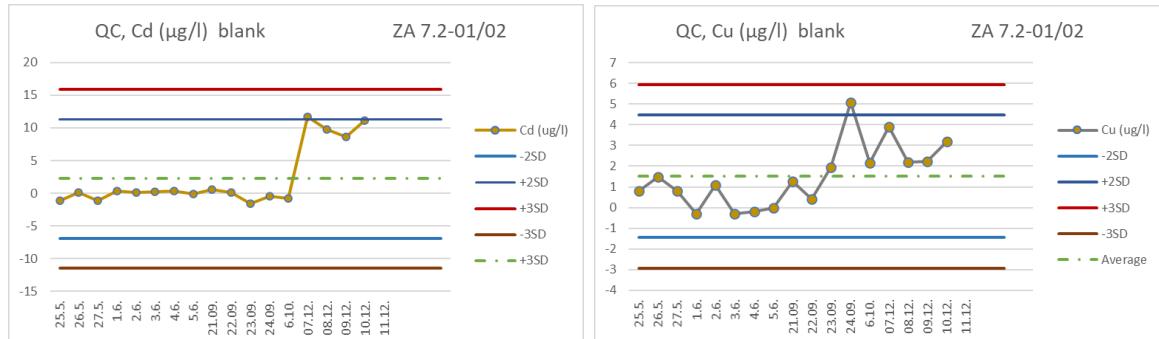
X_{sp} – koncentracija analita u uzorku izmerena nakon spajkovanja

X_o – koncentracija analita u uzorku izmerena pre spajkovanja

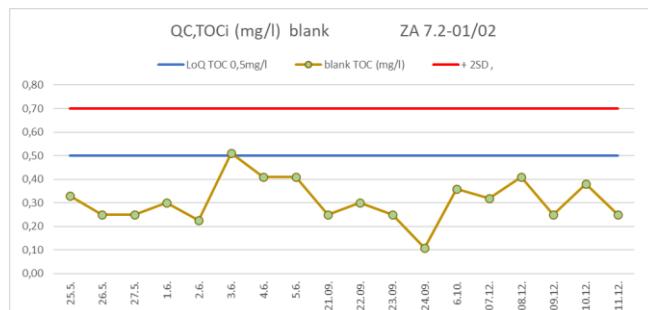
sp.conc – koncentracija koja je spajkovana u uzorak.

Na području TSF Rakovica uzorkованo je ukupno 44 uzorka podzemnih voda, koje su analizirane u Laboratoriji „Jaroslav Černi“. Metode ispitivanja prikazane su u tabeli 2. Laboratorija je u svojim dokumetima propisala da se za potrebe kontrole kvaliteta na svakih dvadeset uzoraka u kampanji uzima jedan dupli uzorak.

Tokom procesa uzorkovanja kontroliše se rizik kontaminacije uzorka neorganskim (metali) i organskim komponentama (TOC). Kontrola kontaminacije na terenu prikazana je na primeru kontrolnih karti za blank transporta za kadmijum i bakar (slika 2) kao i za ukupni organski ugljenik (slika 3).



Slika 2. Blank transporta – kontrola kontaminacije metalima: kadmijum i bakar, TSF Rakovica 2020.



Slika 3. Blank transporta – kontrola organske kontaminacije TOC (ukupni organski ugljenik), TSF Rakovica 2020.

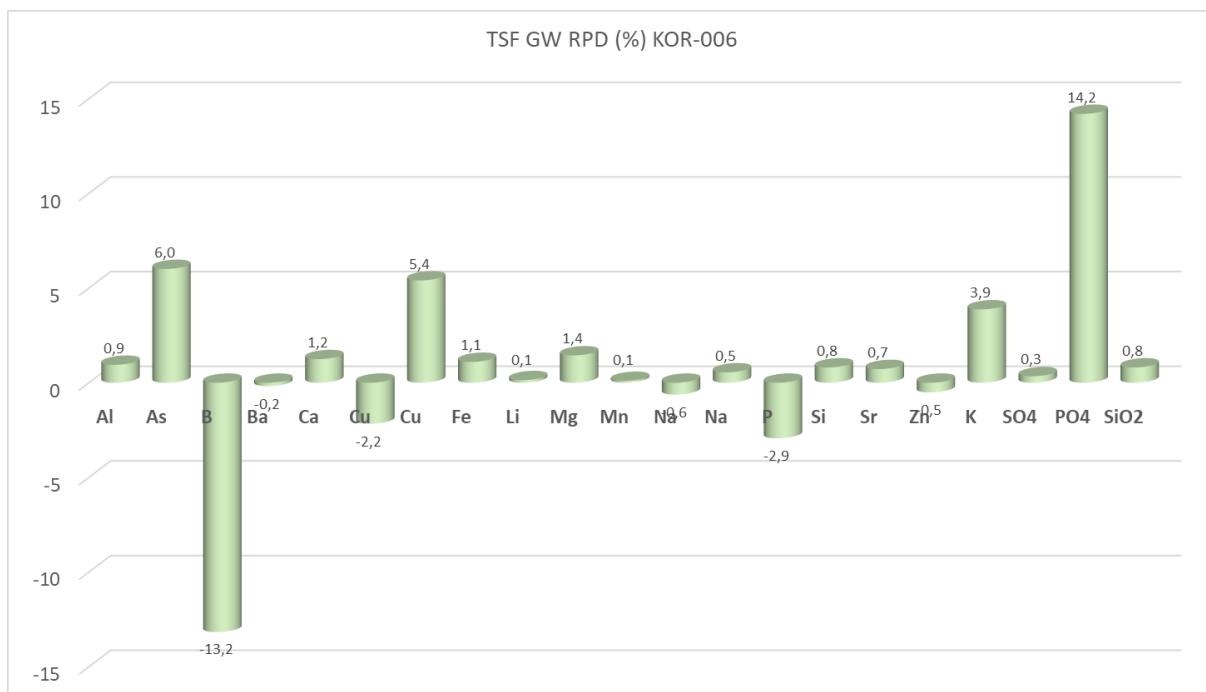
Provera preciznosti uzorkovanja i laboratorijskog ispitivanja data je na primeru merenja duplih uzoraka podzemnih voda sa područja TSF Rakovica (tabela 3.). Izračunata RPD-vrednost je uopsegu 0% do 19% i unutar je zadatog validacionog kriterijuma od $\pm 20\%$. Može se konstatovati da je preciznost ispitivanja zadovoljavajuća.

Tabela 4. RPD vrednost za duplike uzorake podzemnih voda sa područja TSF Rakovica za 2020., metode ispitivanja iz UV-VIS tehnike. Kriterijum RPD je $\pm 20\%$

ID TSF Rakovica GW plitki	Naziv	Metoda	X ₁	X ₂	X _{sr}	LoQ	RPD (%)
20-02-411	KOR 009pz1	NH ₄	0,025	0,025	0,025	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	0,0
20-02-542	KOR 010 pz1	NO ₃	0,191	0,231	0,211	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-19,0
20-02-547	KOR 019pz1	NH ₄	0,05	0,06	0,055	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-18,2
20-02-547	KOR 019 pz1	NO ₃	0,582	0,601	0,592	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-3,2
20-02-554	KOR 032 pz1	NO ₂	0,007	0,007	0,007	$\geq 0,005\text{mgN/l}$	0,0
20-02-537	KOR 034pz1	o-PO ₄	0,023	0,025	0,024	$\geq 0,01\text{mgP/l}$	-8,3
20-02-539	KOR 035pz1	o-PO ₄	0,038	0,04	0,039	$\geq 0,01\text{mgP/l}$	-5,1
ID TSF Rakovica GW duboki							
20-02-376	KOR 008pz2	Fe ²⁺	2,312	1,66	1,99	$\geq 0,1\text{mg/l}$	32,8
20-02-406	KOR 012pz2	NH ₄	1,19	1,15	1,17	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	3,4
20-02-382	KOR 015pz2	NH ₄	0,118	0,121	0,12	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-2,5
20-02-397	KOR 031pz2	NH ₄	0,222	0,221	0,222	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	0,5
20-02-538	KOR 034pz2	o-PO ₄	0,005	0,005	0,005	$\geq 0,01\text{mgP/l}$	0,0
20-02-540	KOR 035pz2	NH ₄	0,09	0,126	0,108	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-33,3
20-02-404	KOR 036pz2	NH ₄	1,46	1,45	1,455	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	0,7

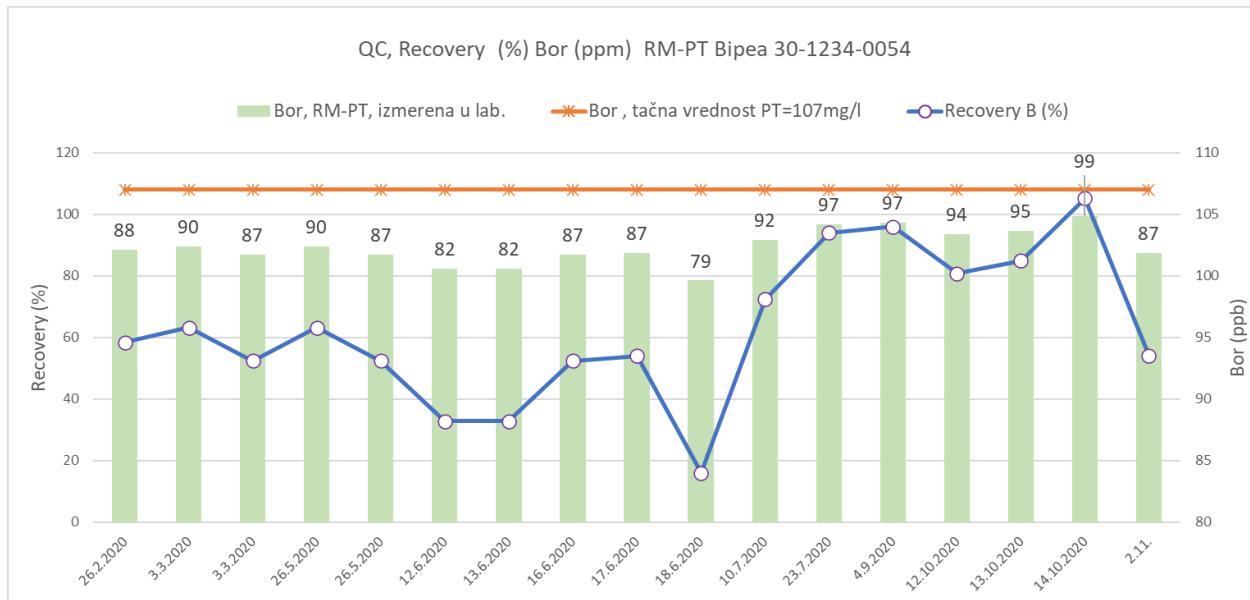
Preciznost određivanja sadržaja metala (metoda SMEWW 23rd 3120, ICP-OES tehnika) podzemnih voda sa područja TSF Rakovica, određena preko RPD vrednosti kreće se u opsegu -13,2% za bor do +6% za arsen (slika 4). Kriterijum prihvatljivosti za metodu metoda SMEWW 23rd 3120, utvrđena u postupku verifikacije je $\pm 20\%$.

Na slici 4. prikazane su RPD vrednosti za parametar iz UV-VIS tehnike, ortofosfate (14,2%) i parametar iz turbidimetrijske tehnike sulfati (0,3%).

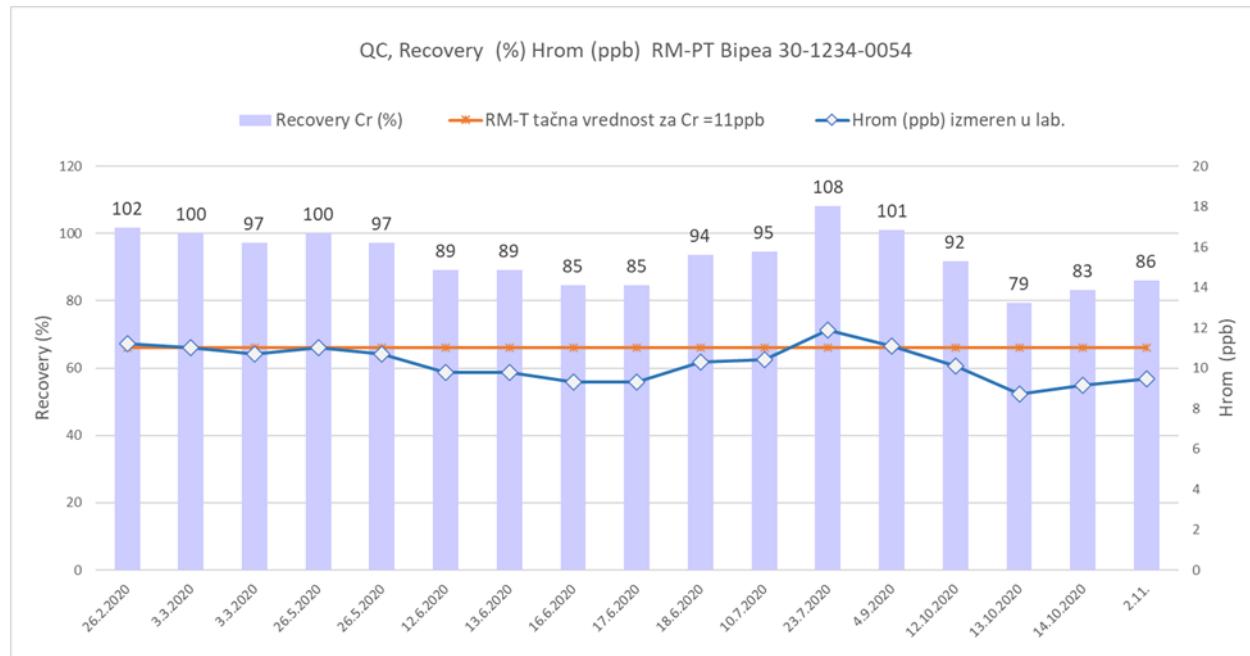


Slika 4. Relativna procentna razlika (RPD %) duplikata za ICP-OES tehniku za podzemnu vodu sa profila KOR-006, sa područja TSF Rakovica 2020.

Kontrola tačnosti ispitnih metoda prikazana je na primeru kontrolne karte (QC-karta) za referentni materijal ostatak od PT-šema (RM-PT) 30-1234-0050 (sadržaj metalova PT provajdera Bipea, Francuska(slike 5 i 6).



Slika 5. Tačnost metode određivanjana sadržaja metala (SMEWW 23rd, 3120B) preko „recovery“za bor RM-PT Bipea 30-1234-0050



Slika 6. Tačnost metode određivanjana sadržaja metala (SMEWW 23rd, 3120B) preko „recovery“za hrom RM-PT Bipea 30-1234-0050

4.2 Kontrola kvaliteta metoda ispitivanja – realizacija učešća na PT-aktivnostima

Pouzdanost metoda ispitivanja i rada analitičara potvrđena je kroz učešće na međunarodnim međulaboratorijskim poređenjima – PT-šeme koja se u skladu sa zahtevima standarda SRPS-ISO/IEC 17025:2017 sprovode minimum jednom u četiri godine za svaku metodu ispitivanja.

Laboratorija svake godine priprema petogodišnji plan učešća na PT-šemama i prati realizaciju istog. Kontrola kvaliteta -sprovedena kroz učešće na PT-aktivnosti vrednuje se preko z-score:

$$z - score = \frac{(X_{lab} - X_{PT})}{SDPA}$$

X_{lab} – je rezultat PT-uzorka izmeren u laboratoriji

X_{PT} – rezultat PT uzorka određen kod PT-provajdera.

SDPA – standardna devijacija vrednosti svih učesnika u PT šemi.

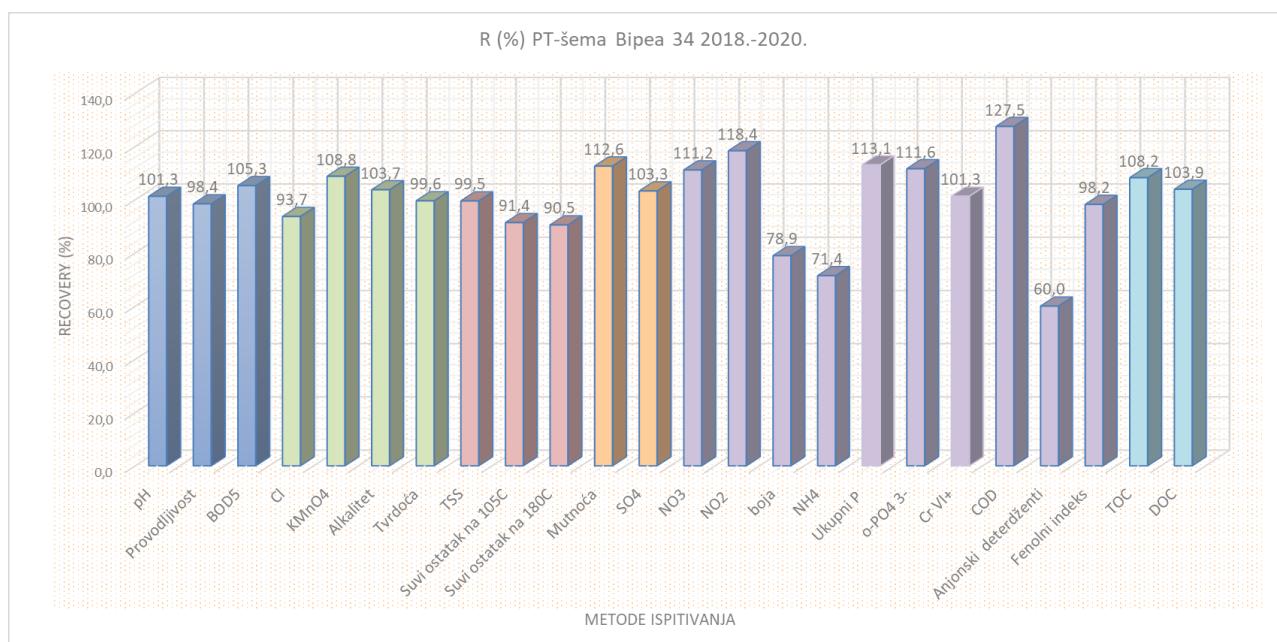
Rezultati z-score prikazani su za metode koje su bile predmet PT aktivnosti u periodu 2018.-2020.godine. (tabela 4) u kojem su obuhvaćene sve metode ispitivanja koje su bile predmet ovog monitoringa, od tog 55% metoda provereno je u 2020.godini.

Tabela 5. Učešće na međunarodnim laboratorijskim ispitivanjima-PT-šema za medijum voda period 2018 -2020. god. Kriterijum (z-score $\leq \pm 3$).

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
21.12.2017.	PT-LGC AQ 537	EL.CHEM	BPK5	4,80	4,56	0,53
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	EL.CHEM	pH	8,1	8,0	0,67
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	TRUB	Mutnoća (NTU)	58	51,5	0,74
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	ICP-OES	Na (mg/l)	9,9	10,6	-1,00
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	ICP-OES	Ca (mg/l)	93,9	98	-0,87
2019	BIPEA-34 sample 40-0134-0046	Chemiluminisc.	Totalni azot	4,7	4,25	-0,75
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOI	Alkalitet (°f)	16,8	16,2	1,20
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOL	Tvrdoća (°f)	22,8	22,9	-0,14
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	Mg (mg/l)	13,22	12,96	0,42
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	K (mg/l)	4,22	4,11	0,46
	BIPEA-34 sample 40-0334-0094	GRAV	TSS (mg/l)	20,9	21,0	-0,33
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Suvi ostatak na 105°C (mg/l)	911	997	-1,48
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Suvi ostatak na 180°C (mg/l)	867	958	-1,63
2019	BIPEA-34 sample 29-1234-0050	ICP-OES	Sb (ppb)	36,4	41	-1,15
		ICP-OES	As (ppb)	22,5	23	-0,25
		ICP-OES	Ba (ppb)	117,4	124	-1,10
		ICP-OES	Be (ppb)	50,14	56	-1,47
		ICP-OES	B (ppm)	0,072	0,083	-1,38
		ICP-OES	Cd (ppb)	2,36	2,6	-1,20
		ICP-OES	Co (ppb)	78,8	81	-0,55
		ICP-OES	Cu (ppb)	84,3	82	+0,46
		ICP-OES	Mn (ppb)	24,0	28,0	-2,00
		ICP-OES	Mo (ppb)	25,1	27	-0,95
		ICP-OES	Ni (ppb)	77,4	81	-0,72
		ICP-OES	P (ppb)	370	346	0,77
		ICP-OES	Pb (ppb)	48	54	-1,5
		ICP-OES	Se (ppb)	38	45	-0,88
		ICP-OES	Sr (ppb)	420	382	2,00
		ICP-OES	V (ppb)	21,7	22	-0,15
		ICP-OES	Zn (ppb)	79	91	-1,71
2019	BIPEA-34 sample 09-3734-0064 Metali niska koncentracija	ICP-OES	Al (ppb)	22	16	1,5
		ICP-OES	As (ppb)	1,9	1,8	+0,5
		ICP-OES	Co (ppb)	3,11	3,3	-0,95
		ICP-OES	Cu (ppb)	3,5	4,1	-0,86
		ICP-OES	Li (ppb)	5,7	6,0	-0,50
		ICP-OES	Ni (ppb)	8,8	8,7	+0,14
		ICP-OES	V (ppb)	6,8	7,4	-1,20
		ICP-OES	Zn (ppb)	15,6	17	-0,70
Okt.2019.	BIPEA-34 sample 09-3434-0049	ICP-OES	Ag (ppb)	32	36	-0,50
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	UV-VIS	Ukupni fosfor (mgP/l)	0,294	0,260	1,31
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	o-PO_4^{2-} (mg/l)	0,48	0,43	+0,63
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Boja (mg/l Pt)	15	19	-0,67
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Cr VI+	316	312	+0,19
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NH_4^+ (mg/l)	0,20	0,28	-1,60
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NO_2^- (mg/l)	0,58	0,49	+1,80
Feb 2020	BIPEA-34 sample 27-2534-0049	UV-VIS	COD	65	51	
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	VOL	KMnO4	2,90	2,52	0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	VOL	Cl^- (mg/l)	67,9	72,5	-1,77

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	TURB	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	95	92	+0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	89	92	-0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SiO ₂ (mg/l)	14,2	14,4	-0,20
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	EL.CHEM	Provodljivost μ S/cm	934	949	-0,83
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-0534-0022	UV-VIS	Anjonski deterdženti (mg/l)	0,075	0,125	-0,93
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Al (ppb)	64	70	-0,67
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Bi (ppb)	31	25	2,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Cr (ppb)	11	11	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Sn (ppb)	12	12	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Fe (ppb)	116	114	0,25
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Li (ppb)	37	36	0,50
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Mn (ppb)	39	42	-1,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Tl (ppb)	39	39	0,00
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	TOC (mg/l)	17,1	15,8	+1,30
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	DOC (mg/l)	16,0	15,4	+0,75
April 2020	BIPEA-34 sample 12-1734-0514	UV-VIS	NO ₃ ⁻ (mg/l)	25,9	23,3	+1,73
Maj 2020	BIPEA-34 sample 15-1834-0009	UV-VIS	Fenolni indeks (mg/l)	0,108	0,11	-0,22

Laboratorija je vrednovala rezultate učešća u PT-aktivnostima u periodu 2018.-2020. godine analizom tačnosti prijavljenih rezultata preko vrednosti rikaverija (R) (%) (jed.2).:

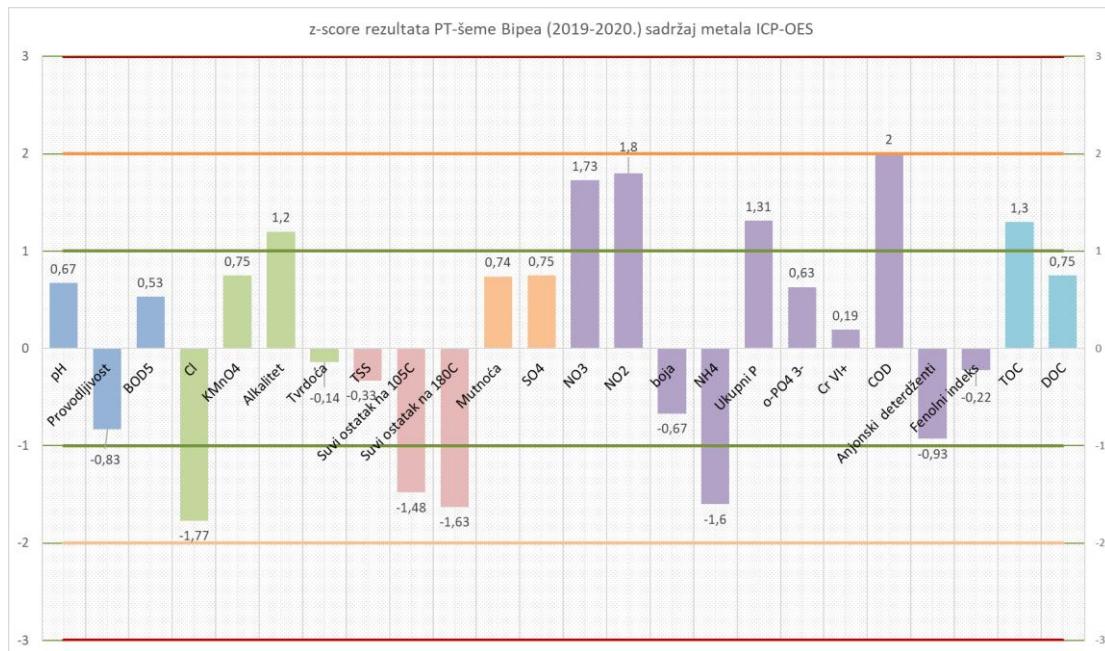


Slika 7. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemisiska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018.- 2020.

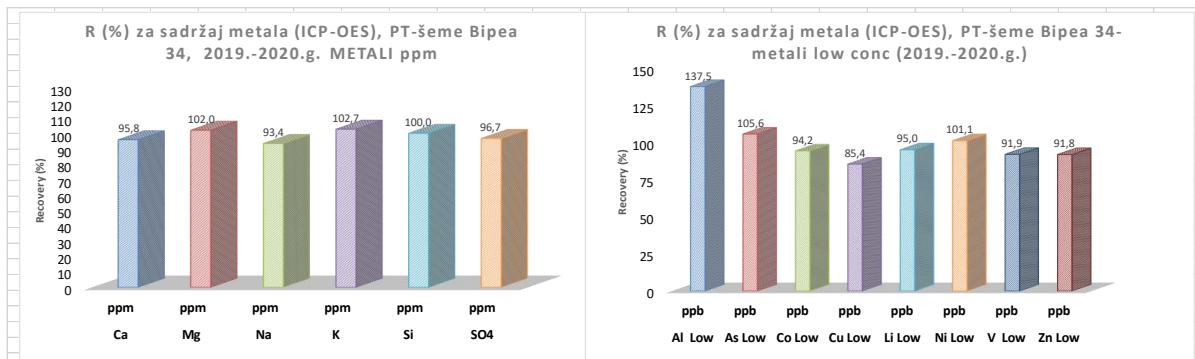
Na osnovu slike 7 možemo konstatovati da se tačnost učešća na PT-aktivnostima u periodu 2018. – 2020. kreće u opsegu (80 – 111)% za većinu prijavljenih metoda, osim za: amonijak (71,4%), anjonske deterdžente (60%) i COD (127,5%) a za koje je z-score u okviru zadatog kriterijuma što znači da je na osnovu rezultata svih učesnika u međulaboratorijskom poređenju, PT provajder definisao širi opseg prihvatljivih rezultata za navedene metode (slika 8).

Na slici 9 prikazane su vrednosti tačnosti vrednovane preko rikaverija za sadržaj metala u vodi i konstatuje se tačnost određivanja metala u ppm koncentracijama (Ca, Mg, Na, K i Si) kreće od

(93,4 – 102,7)%, što je odličan rezultat. Kada su u pitanju metali u niskim koncentracijama tačnost za metale As, Co, Cu, Li, V i Zn kreće se u opsegu (85,4 -105,6)%, osim za aluminijum koji je nešto viši 137,5% što je prihvatljiv rezultat obzirom da je z-score u granicama prihvatljivosti ± 3 (-0,67).



Slika 8. „z-score“ – PT šema Bipea 34 metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemiska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018.- 2020.



Slika 9. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppm (levo) i niske koncentracije (desno) za period 2018.- 2020.

Na slici 10. prikazani su z-score vrednosti za metale u ppm koncentracijam, minimalni z-score dobijen je za natrijum -1 a maksimalni za kalijum +0,42, dakle na prvoj kontrolnoj liniji. Opseg z-scora za uzorak u kojem je sadržaj metala bio u niskim ppb koncentracijama, bio je -1,2 za vanadium do +1,5 za aluminijum – dakle ispod druge kontrolne granice ± 2 .

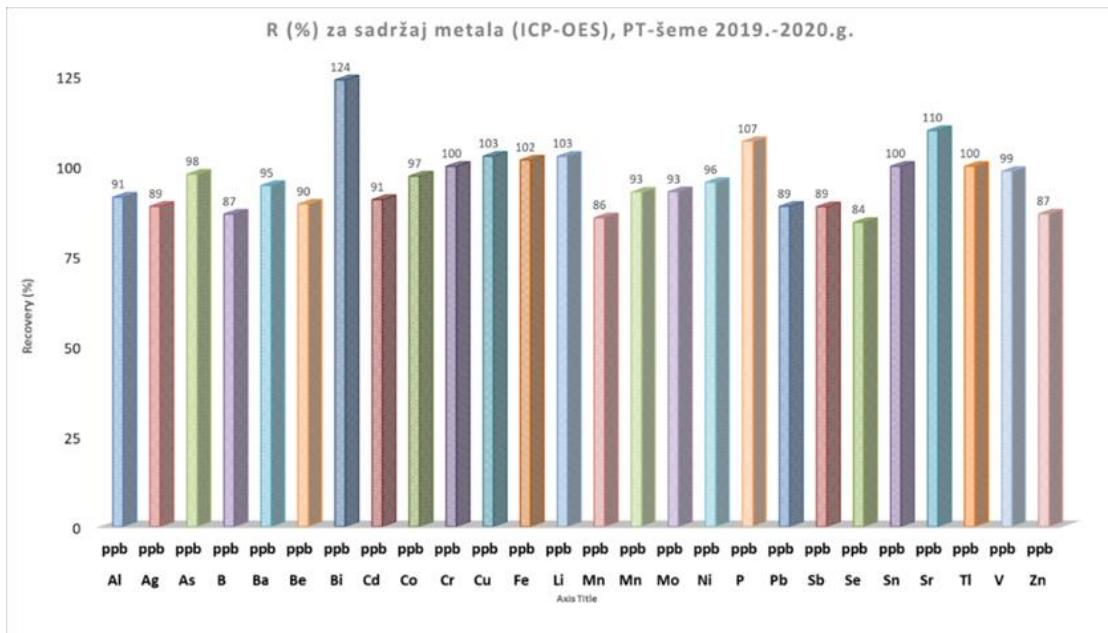
Vrednovanje tačnosti metala u ppb koncentracijama (slika 11) kretala se u opsegu (87 – 110)% što je u granicama prihvatljivosti za dati koncetracioni opseg (80-120%). Izuzetak je bizmut gde je vrednost rikaverija 124% očekivano obzirom da je z-score =2.

Opseg z-scora u uzorku PT-šeme za sadržaj 26 metala u ppb koncentracijama je od -2,00 – mangan do +2 za bizmut i stroncijum, održava se na kontrolnoj granici ± 2 (slika 12).

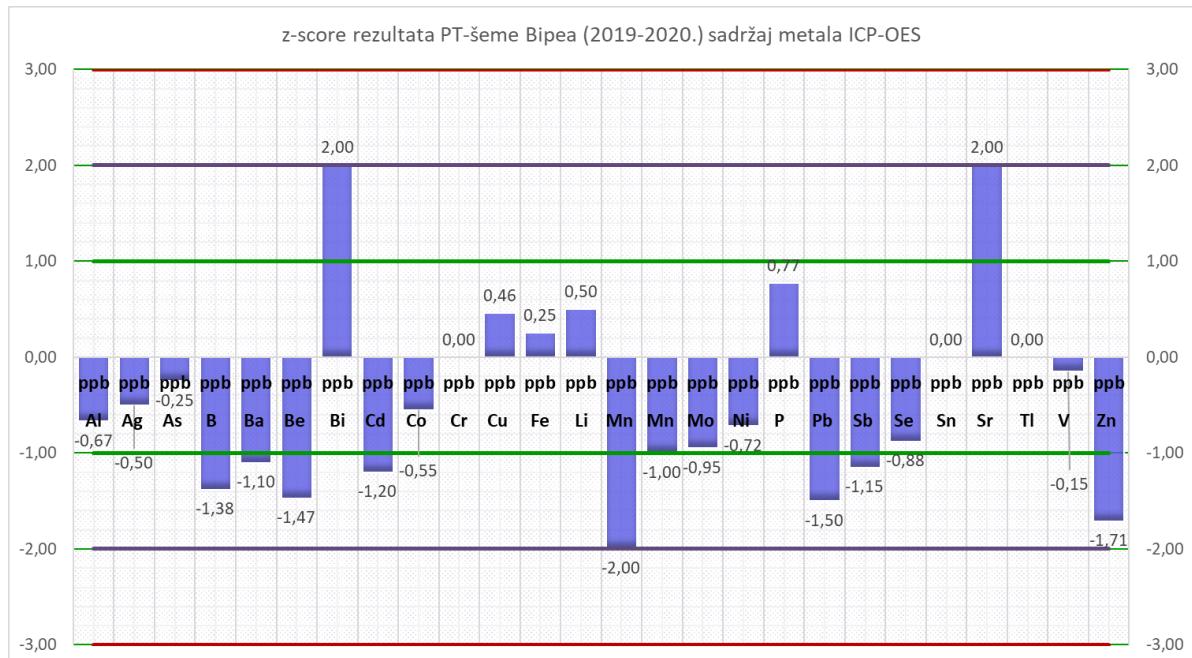
Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da je kontrola kvaliteta za prijavljen parametre u okviru kontrolne granice ± 2 i ukazuje da je laboratorijski uspešno realizovala učešće u PT-aktivnostima i potvrdila pouzdanost ispitnih metoda ispitivanja.



Slika 10. "z-score" – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppm (levo) i niskih koncentracija (desno) za period 2018.- 2020.



Slika 11. "Recovery" – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppb koncentracije za period 2019.- 2020.



Slika 12. "z-score" – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppb koncenracija za period 2018.- 2020.

5 REZULTATI MONITORINGA

Godišnji program monitoringa kvaliteta podzemnih voda za 2020. godinu sproveden je od juna do decembra 2020. godine. Sveobuhvatna procena kvaliteta vode je izvršena na osnovu merenja parametara kvaliteta podzemne vode na području TSF Rakovica tokom 2020. godine.

Rezultati ispitivanja za sve analizirane uzorke podzemne vode na području TSF Rakovica predstavljeni su narednom poglavljju.

Laboratorijski izveštaji o ispitivanju dostavljeni su Klijentu za sva tri ciklusa ispitivanja u 2020. godini.

5.1 Rezultati ispitivanja kvaliteta podzemne vode na području TSF Rakovica

Vrednosti pH svih uzoraka su se kretale u intervalu od 6,47 do 12,62. Najviše vrednosti ustanovljene su u pijezometru KOR021 PZ1 i iznosile su 12,62 u septembru i 12,53 u decembru.

Vrednosti elektrolitičke provodljivosti znatno su varirale i kretale su se od 282 µS/cm do 5900 µS/cm. Najveće prosečne vrednosti za sva tri ciklusa monitoringa izmerene su u pijezometrima KOR036 PZ1 (5600 µS/cm) i KOR021 PZ1 (2342 µS/cm).

Koncentracije hlorida varirale su od 1,69 mg/l do 39,40 mg/l, a koncentracije sulfata obuhvatale su opseg od 2,04 mg/l do 753,16 mg/l. Najviša koncentracija sulfata u svakom ciklusu monitoringa detektovana je u pijezometru KOR011 PZ2 i prosečno je iznosila 614,98 mg/l.

Bikarbonati i karbonati su se kretali u širokom opsegu koncentracija. Najviša koncentracija bikarbonata, 1093,7 mg/l, određena je u pijezometru KOR011 PZ2 u junskoj kampanji. Karbonati su detektovani u 33 (od ukupno 131) uzorka podzemne vode tokom svih ciklusa. Najviša vrednost karbonata zabeležena je u junu u uzorku KOR036 PZ1 i iznosila je 400,2 mg/l.

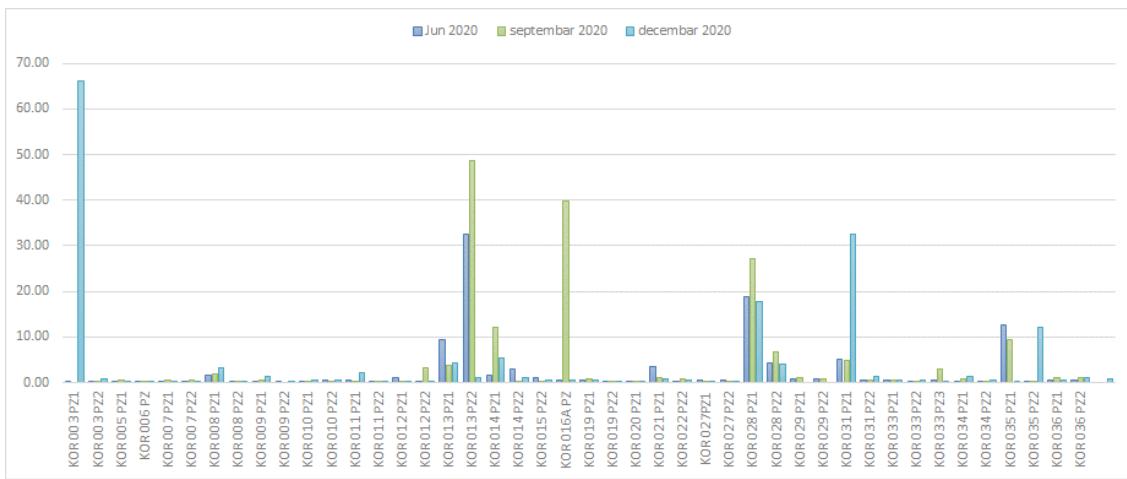
Naftni ugljovodonici poreklom iz benzina (C6-C10) su bili ispod limita kvantifikacije primenjene analitičke metode u svim ispitivanim uzorcima. Naftni ugljovodonici poreklom iz dizela (C10-C28) su povremeno prevazilazili limit kvantifikacije odgovarajućih metoda.

Koncentracije metala su bile generalno niske za većinu uzoraka podzemne vode na području TSF Rakovica. Povišene koncentracije metala su izmerene u uzorcima KOR 008 PZ1 (Cr, Pb, Ni, Al, As, Co, Be i V) u junu i KOR 010 PZ2 (Zn, Pb, Ni, Al, As, Co, Be i V) u junu i decembru 2020.

Koncentracije arsena su u analiziranim uzorcima podzemne vode obuhvatale opseg od vrednosti ispod limita kvantifikacije (LOQ) do 129,7 µg/l. Arsen je detektovan u 37 od ukupno 131 pijezometra. Najviše prosečne vrednosti arsena zabeležene su u pijezometrima KOR028 PZ1 (36,15 µg/l) i KOR028 PZ2 (61,91 µg/l).

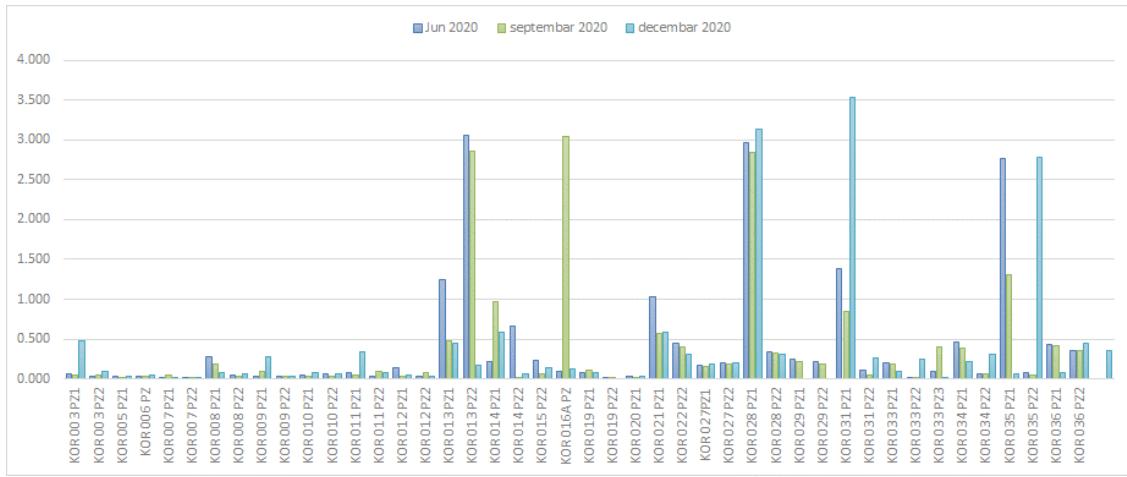
Živa je bila iznad limita kvantifikacije u 12 uzoraka u 2020. godini. Najviše koncentracije su detektovane u KOR027 PZ1, KOR028 PZ1, KOR034 PZ1 i KOR035 PZ1, u kojima je zabeležena vrednost od oko 1 µg/l u decembru 2020. godine.

U pogledu sadržaja bora u podzemnoj vodi na području Korenite uočene su sporadične promene koncentracija na pojedinim pijezometrima. Koncentracije bora svih uzoraka za sva tri ciklusa bile su u opsegu od 0,02 mg/l do 66,28 mg/l a prosečna vrednost 3,47 mg/l. Najviše vrednosti zabeležene su na lokacijama KOR033 PZ1 (66,28 mg/l) u decembru, KOR013 PZ2 (48,78 mg/l) i KOR016A (39,68 mg/l) u septembru 2020. Na slici 13 prikazan je sadržaj bora u podzemnoj vodi na području Korenite za 2020. godinu.



Slika 13. Koncentracija bora u pijezometrima na području TSF Rakovica

Visoke koncentracije litijuma su izmerene u istim pijezometrima u kojima je i sadržaj bora bio veliki. Maksimalna vrednost litijuma 3,53 mg/l ustanovljena je u pijezometru KOR031 PZ1 u decembru 2020. (Slika 14). Vrednosti litijuma obuhvatale su interval od <0,005 mg/l do 3,53 mg/l.



Slika 14. Koncentracija litijuma u pijezometrima na području TSF Rakovica

5.2 Uporedni pregled rezultata

Rezultati analiziranih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta sa minimalnim, maksimalnim i srednjim vrednostima za sve pijezometre u 2020. godini na području TSF Rakovica prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5 rezultati fizičko-hemijskih analiza podzemne vode u ostalim pijezometrima na području TSF Rakovica tokom 2020. godine

Parametar	Jedinica	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Srednja vrednost
Temperatura vode	°C	7.60	22.80	14.00
pH	-	6.47	12.62	8.26
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	285.0	5900.0	748.1
Rastvoren i kiseonik	mgO ₂ /l	0.22	8.04	3.78
Amonijum ion (NH ₄)	mgN/l	<0.05	5.45	0.65
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	<0.005	0.32	0.04
Nitrati (NO ₃)	mgN/l	<0.05	8.10	0.90
Ukupan alkalitet	mg CaCO ₃ /l	93.50	1775.00	334.05
Bikarbonati	mg/l	0.00	1093.73	309.58
Karbonati	mg/l	0.00	400.20	21.04
Hloridi (Cl)	mg/l	1.60	39.40	7.60
Sulfati (SO ₄)	mg/l	2.04	753.16	60.43
Ortofosfati	mgP/l	<0.01	0.69	0.07
Fluoridi	mg/l	<0.05	2.00	0.39
Bromidi	mg/l	<0.05	0.58	0.10

Parametar	Jedinica	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Srednja vrednost
Cijanidi	mg/l	<0.010	0.02	0.02
Suspendovane materije	mg/l	1.50	66.50	6.57
Rastvorne materije (TDS)	mg/l	132.00	3506.00	461.37
Kalcijum (Ca)	mg/l	9.68	288.85	102.54
Magnezijum (Mg)	mg/l	0.15	67.80	17.19
Natrijum (Na)	mg/l	0.15	114.69	20.83
Kalijum (K)	mg/l	0.01	118.61	11.21
Gvožđe (II)	mg/l	0.05	30.41	2.22
Gvožđe (III)	mg/l	0.01	129.60	5.61
Gvožđe (Fe)	mg/l	0.14	132.34	7.42
Mangan (Mn)	mg/l	<0.005	6.35	0.44
Cink (Zn)	µg/l	<2.0	3951.02	150.47
Bakar (Cu)	µg/l	<2.0	241.32	12.07
Šestovalentni hrom	µg/l	-	<0.01	-
Hrom (Cr)	µg/l	<2.0	103.97	6.09
Olovo (Pb)	µg/l	<2.0	586.52	28.22
Nikl (Ni)	µg/l	<2.0	219.02	14.83
Kadmijum (Cd)	µg/l	-	<0.8	-
Aluminijum (Al)	µg/l	<40	27848.88	1202.00
Arsen (As)	µg/l	<10	129.67	20.22
Antimon (Sb)	µg/l	<5	95.05	8.70
Litijum (Li)	mg/l	<0.002	3.53	0.40
Bor (B)	mg/l	<0.01	66.28	3.47
Barijum (Ba)	µg/l	17.59	8296.82	211.07
Silicijum (Si)	µg/l	0.66	44.19	9.45
Molibden (Mo)	µg/l	<4	25.34	9.97
Selen (Se)	µg/l	-	<10	-
Stroncijum (Sr)	µg/l	60.32	11705.09	1213.03
Kobalt (Co)	µg/l	<2	75.68	5.24
Berilijum (Be)	µg/l	<5	32.60	5.55
Talijum (Tl)	µg/l	<2	17.31	2.58
Kalaj (Sn)	µg/l	-	<2	-
Vanadijum (V)	µg/l	<2	51.82	4.58
Srebro (Ag)	µg/l	-	<2	-
Bizmut (Bi)	µg/l	<2	44.20	10.15
Galijum (Ga)	µg/l	0.20	38.07	2.72
Germanijum (Ge)	µg/l	nd	5.91	0.88
Telur (Te)	µg/l	nd	0.73	0.18
Uran (U)	µg/l	0.06	15.98	0.80
Živa (Hg)	µg/l	<0.2	1.30	0.81
Ukupni organski ugljenik (TOC)	mg/l	<0.5	86.1	3.34
Metan (CH ₄)	mg/l	<0.02	1.90	0.57
Naftni ugljovodonici poreklom iz benzina C6-C10	mg/l	-	<0.01	-
Naftni ugljovodonici poreklom iz dizela C10-C28	mg/l	<0.05	9.70	0.54
Indeks ugljovodonika C10-C40	mg/l	<0.05	15.26	0.81

6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

U ovom izveštaju je na osnovu rezultata fizičko-hemijskih ispitivanja podzemnih voda na području TSF Rakovica rezimiran kvalitet vode za period od juna do decembra 2020. godine.

Povremeno su uočene varijacije vrednosti pojedinih parametara u analiziranim uzorcima podzemne vode.

Preporuka za naredni period je da se nastavi monitoring kvaliteta podzemnih voda na području Korenita kako bi se utvrdilo da li su varijacije koncentracija pojedinih parametara trend ili su rezultat sezonskih varijabilnosti.

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU RAKOVICA

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

KNJIGA 4: OČITAVANJE DAJVERA IZ PIJEZOMETARA



SADRŽAJ KNJIGE 4:

1	UVOD	1
2	PROGRAM OČITAVANJA DAJVERA.....	1
3	LOKACIJE OČITAVANJA DAJVERA	2
4	REZULTATI	3

1 UVOD

U sklopu ugovorenih aktivnosti vezanih za monitoring nivoa i kvaliteta podzemnih voda na istražnom području „Rakovica“ u toku 2020. godine izvršeno je očitavanje podataka sa dajvera koji se nalaze u pijezometrima u granicama navedenog istražnog područja (Slika 1. Karta osmatračkih mesta na kojima je vršeno očitavanje dajvera na području Rakovica.)

Uzimajući u obzir epidemiološku situaciju, virus COVID 19 i činjenicu da je u periodu od marta do maja bilo objavljeno vanredno stanje na teritoriji Republike Srbije očitavanje dajvera i monitoring je tokom 2020. godine izvršen u okviru tri kampanje i to u periodima maj-jun, septembar-oktobar i novembar-decembar.

Tokom 2020. godine na istražnom području Rakovica očitano je ukupno 50 dajvera a dobijeni podaci su predstavljeni u ovom izveštaju. Za očitavanje podataka sa dajvera korišćen je softverski paket „Diver Office 2019“ verzija 11.0.0.1. Iskustveno se pokazalo da primena „Diver Office 2020“ softverskog paketa, nije moguća za očitavanje svih dajvera koji su prisutni na istražnom području.

Očitavanje dajvera je vršeno uporedno sa uzorkovanjem vode na lokacijama koje su obuhvaćene programom redovnog monitoringa kvaliteta podzemnih voda nakon čega su očitani podaci sa dajvera na lokacijama koje nisu u okviru dugogodišnjeg monitoringa podzemnih voda.

Podaci koji su predstavljeni u ovom izveštaju su nekompenzovani, odnosno predstavljeni su samo očitani podaci bez obrade, u skladu sa ugovorom.

Ovaj izveštaj obuhvata sve očitane podatke koji su se nalazili na dajverima u trenutku kada su ekipe Instituta Jaroslav Černi otpočele sa očitavanjem, pa se primećuje da se vremenski intervali očitavanja razlikuju od dajvera do dajvera.

Tokom procesa očitavanja dajvera, na pojedinim lokacijama je konstatovano da je memorija dajvera popunjena i da je dajver prestao sa merenjima. Na tim lokacijama, podaci su očitani sa dajvera a dajveri resetovani kako bi nastavili sa merenjima. Na grafikonima u nastavku ovog izveštaja se mogu uočiti periodi gde merenja nisu vršena.

Informacije o popunjenoći memorije i stanju baterija dajvera dostavljene su naručiocu nakon svake kampanje očitavanja podataka.

Očitani podaci su u ovom izveštaju predstavljeni u poglavljju 2 za svaku lokaciju gde je dajver očitan, uz oznaku serijskog broja, ukupnog broja podataka i vremenskog intervala tokom kog su vršena merenja, dok su registrovane temperature i pritisci predstavljeni grafički.

Uz ovaj izveštaj Naručiocu se dostavljaju podaci u elektronskom formatu kao .CSV, .MON i .XLSX fajlovi.

2 PROGRAM OČITAVANJA DAJVERA

Tokom 2020. godine, sprovedene su 3 kampanje očitavanja dajvera umesto planirane 4, s obzirom na otežane uslove rada tokom vanrednog stanja koje je proglašila Vlada Republike Srbije zbog pandemije virusa COVID-19 (mart-maj 2020). Tokom 2020. godine na istražnom području Rakovica očitano je ukupno 66 dajvera a dobijeni podaci su predstavljeni u ovom izveštaju.

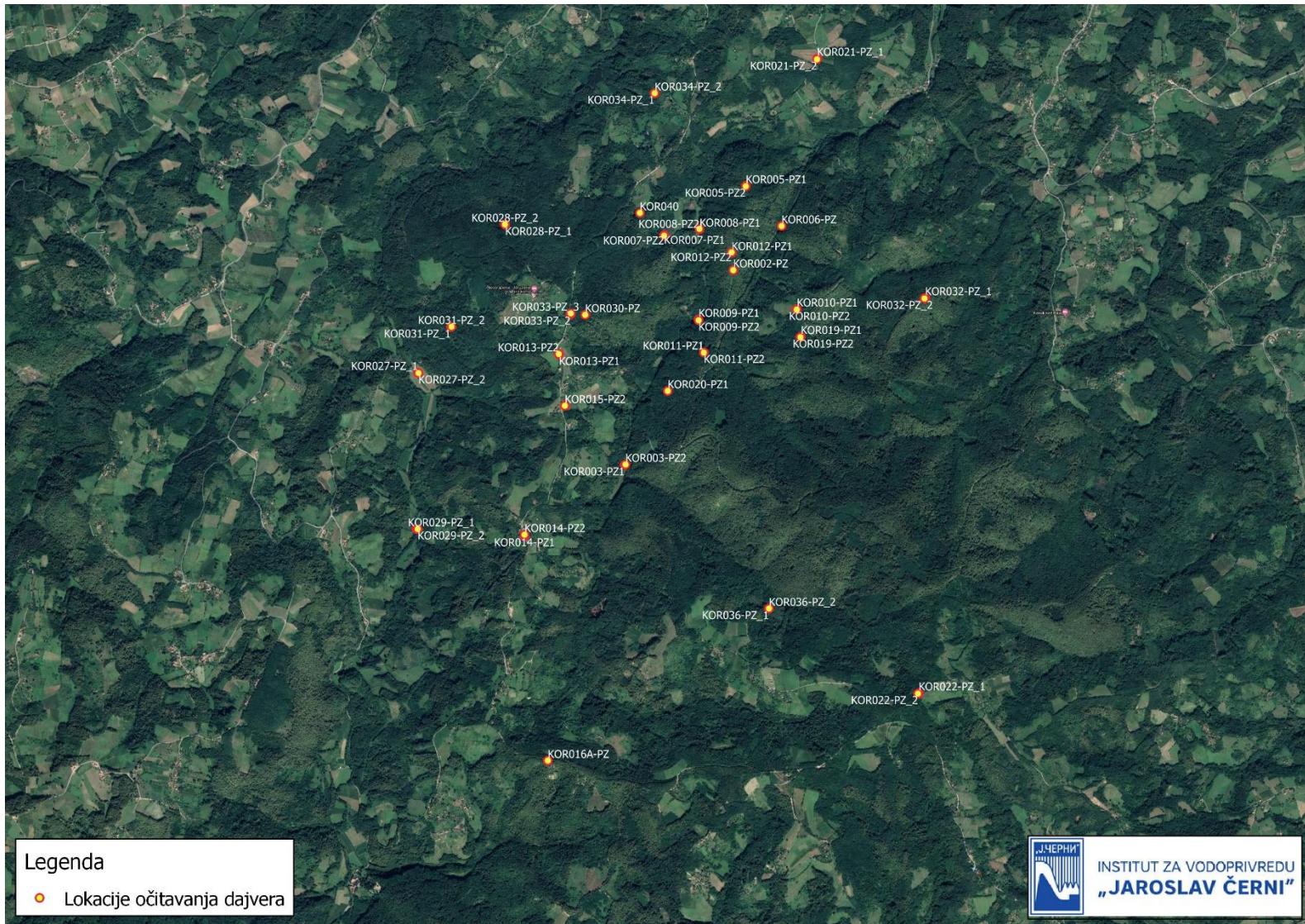
Očitavanje dajvera vršeno je uporedno sa uzorkovanjem vode na lokacijama koje su obuhvaćene programom redovnog monitoringa kvaliteta podzemnih voda nakon čega su očitani podaci sa dajvera na lokacijama koje nisu u okviru dugogodišnjeg monitoringa podzemnih voda.

Istovremeno sa očitavanjem dajvera izvršeno je i manuelno merenje nivoa podzemnih voda i podaci od registrovanim nivoima dostavljeni su Naručiocu u sklopu kvartalnih izveštaja.

Lokacije pijezometara gde su očitani dajveri prikazane su na slici 1.

3 LOKACIJE OČITAVANJA DAJVERA

Lokacije pijezometara gde su očitani dajveri prikazane su na slici 1.

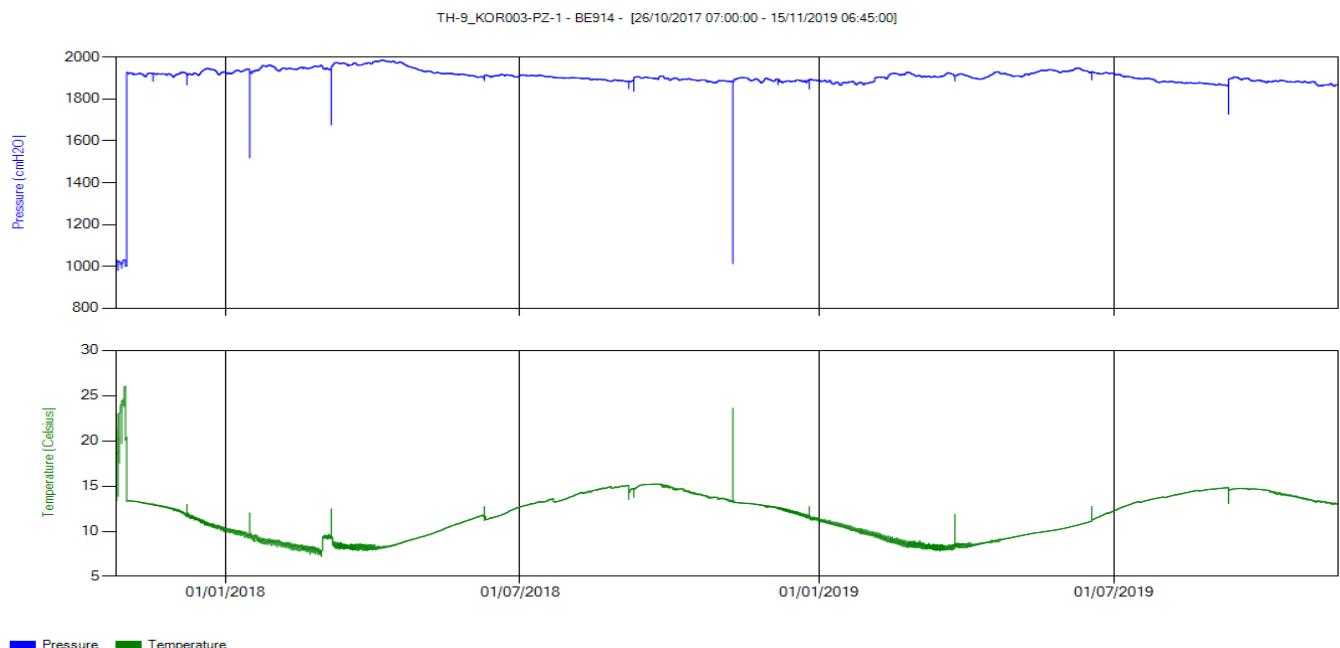


Slika 1. Lokacije pijezometara na kojima su očitani dajveri u okviru području Rakovica 2020. godine

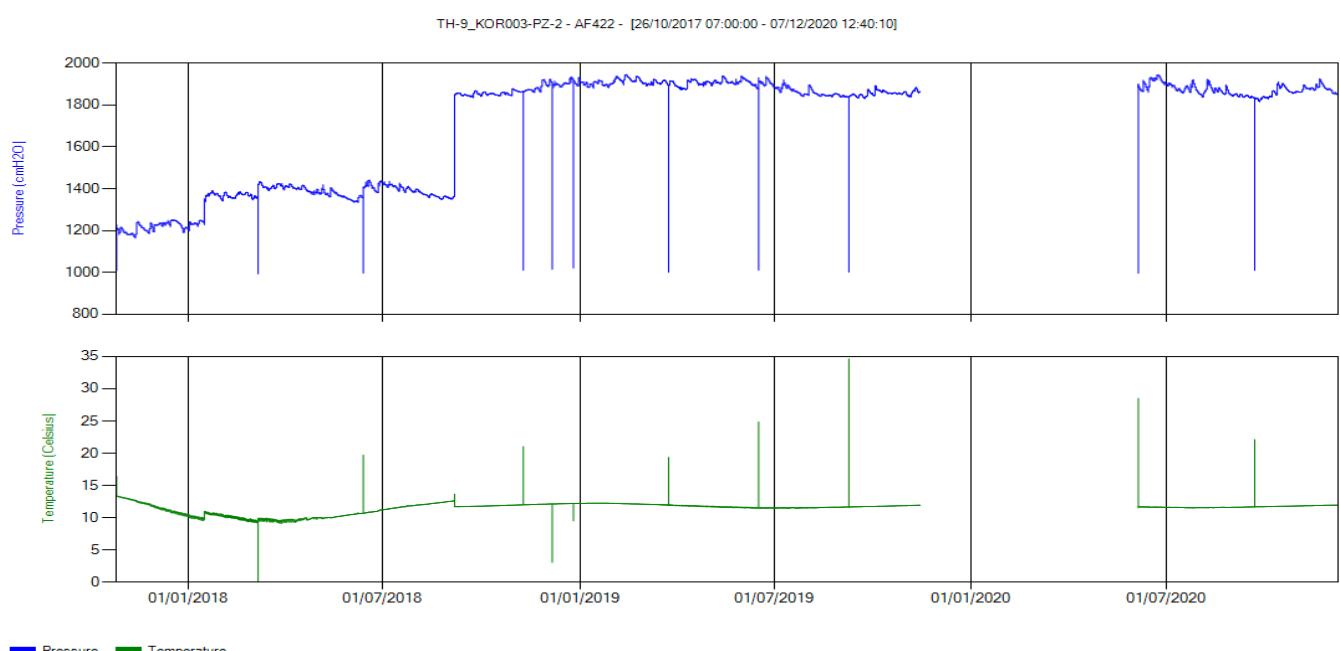
4 REZULTATI

U nastavku je dat grafički prikaz podataka očitanih sa dajvera tokom 2020. godine. Takođe je dat pregled ukupnog broja prikupljenih podataka za svaki očitan dajver.

Objekat	KOR 003 PZ 1		
Serijski broj dajvera	BE914	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	72000	Datum poslednjeg merenja	11/15/2019 6:45:00 AM



Objekat	KOR 003 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF422	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	89849	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 12:40:10 PM



Objekat

KOR 005 PZ 1

Serijski broj dajvera

AF416

Ukupan broj podataka

90044

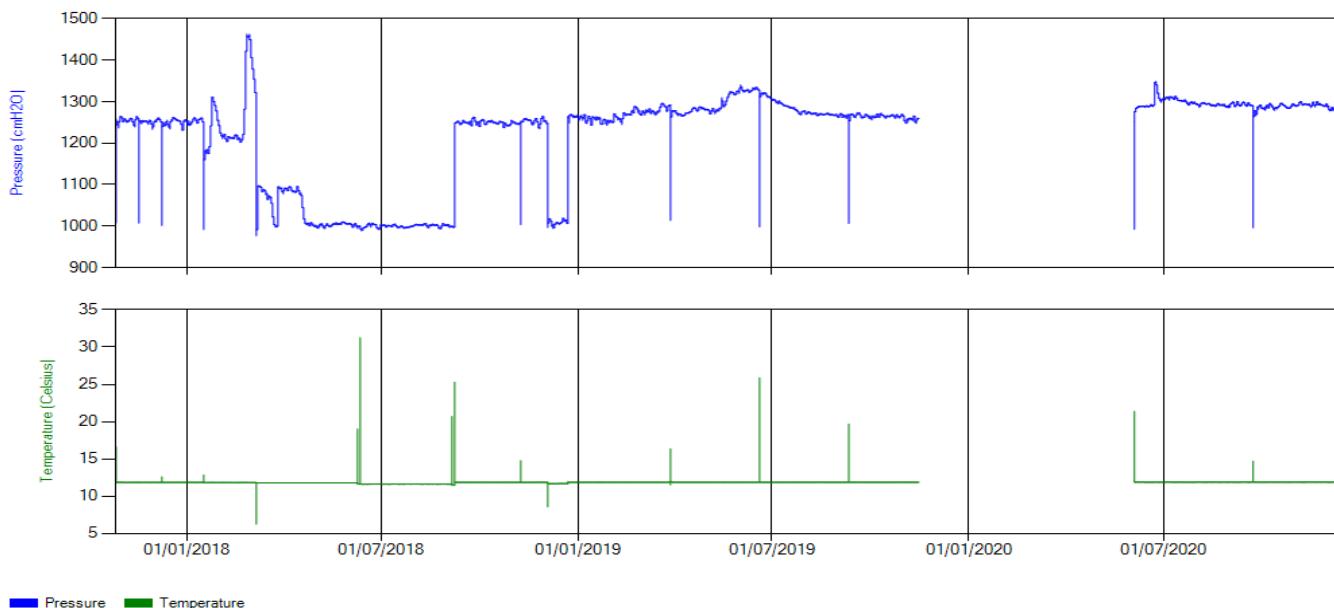
Datum početka merenja

10/26/2017 7:00:00 AM

Datum poslednjeg merenja

12/8/2020 1:11:47 PM

TH-1_KOR005-PZ-1 - AF416 - [26/10/2017 07:00:00 - 08/12/2020 13:11:47]



Objekat

KOR 005 PZ 2

Serijski broj dajvera

BE189

Ukupan broj podataka

70463

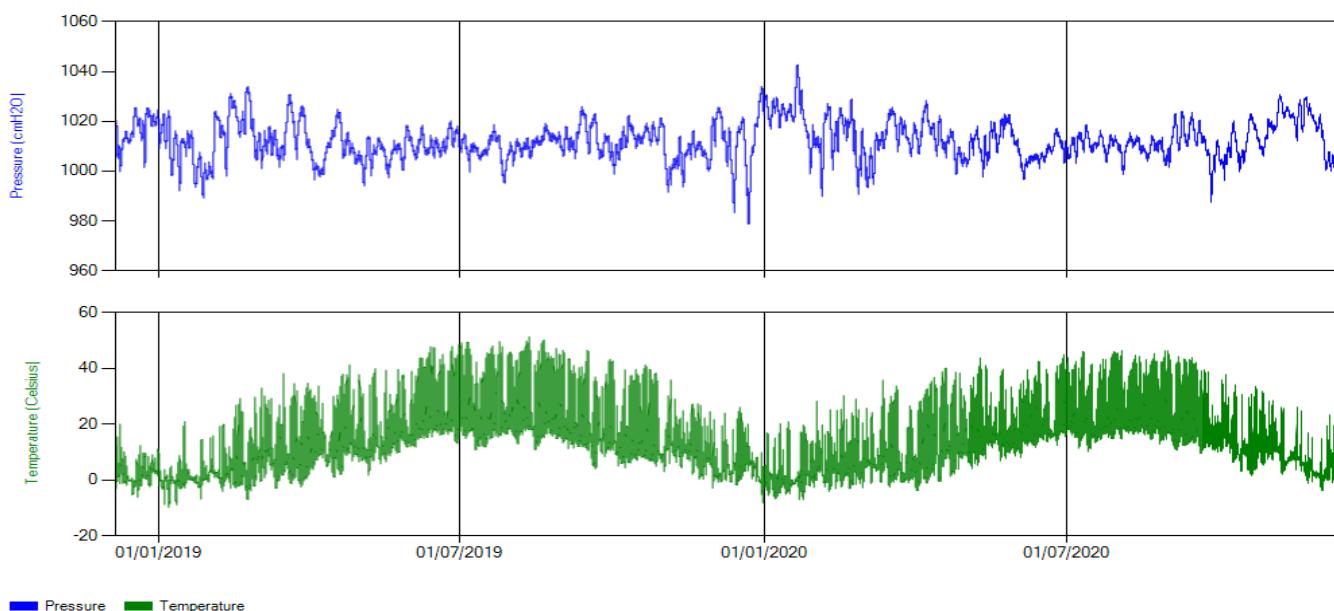
Datum početka merenja

12/6/2018 1:53:19 PM

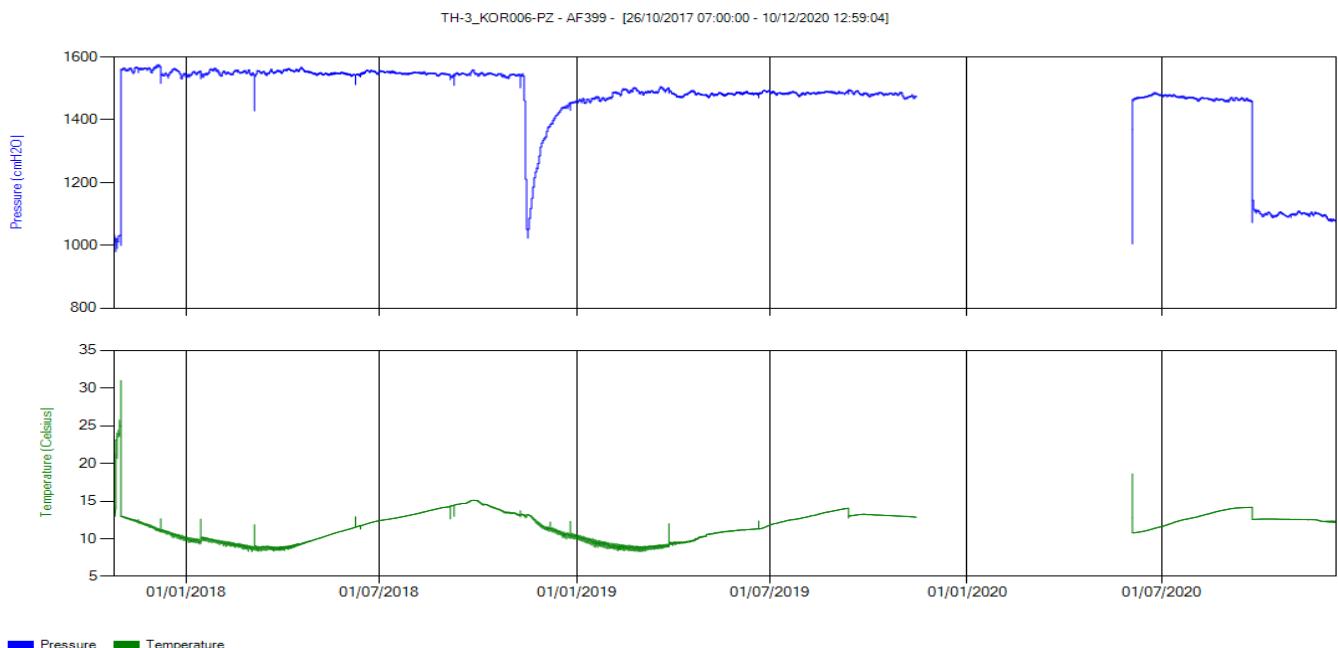
Datum poslednjeg merenja

12/9/2020 1:23:19 PM

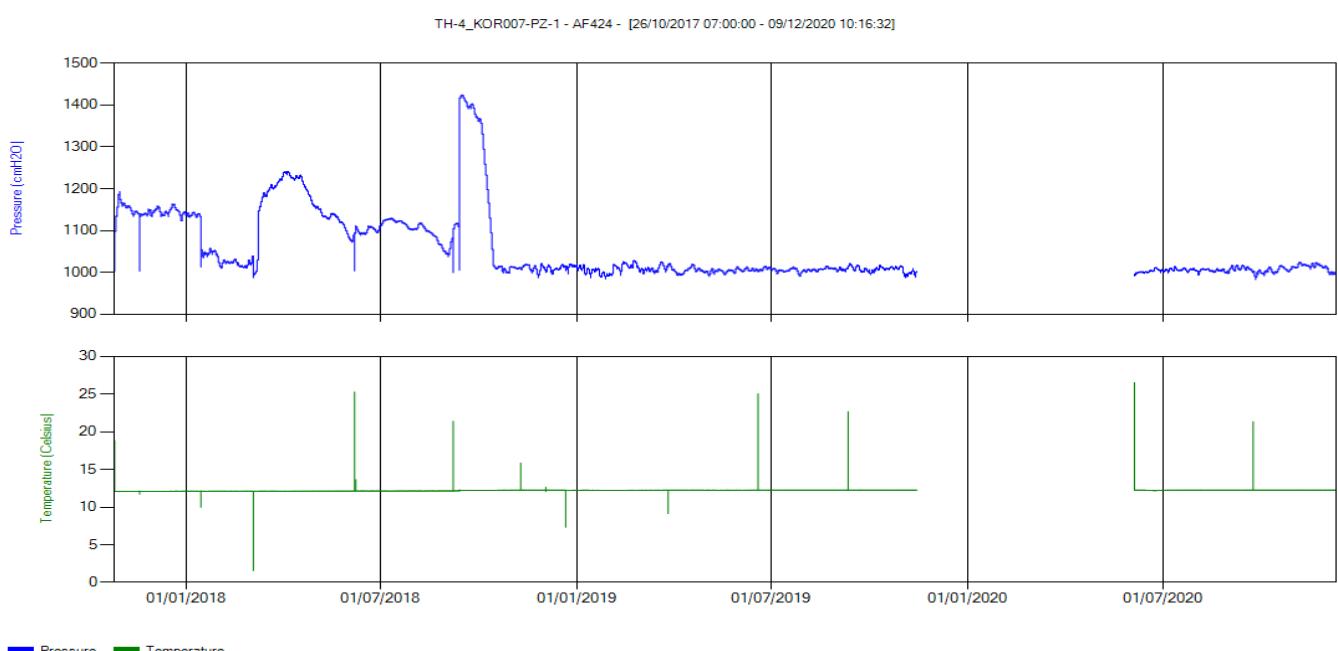
TH-1_KOR005-PZ-2 - BE189 - [06/12/2018 13:53:19 - 09/12/2020 13:23:19]



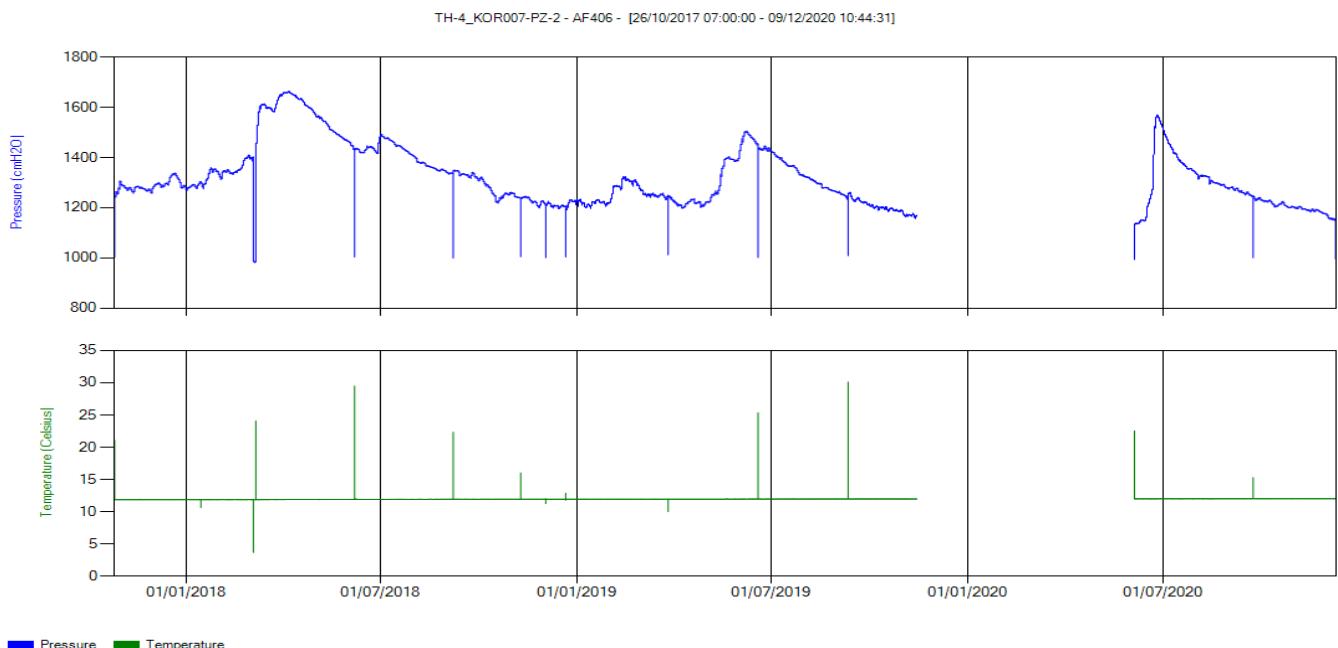
Objekat	KOR 006 PZ		
Serijski broj dajvera	AF399	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90242	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 12:59:04 PM



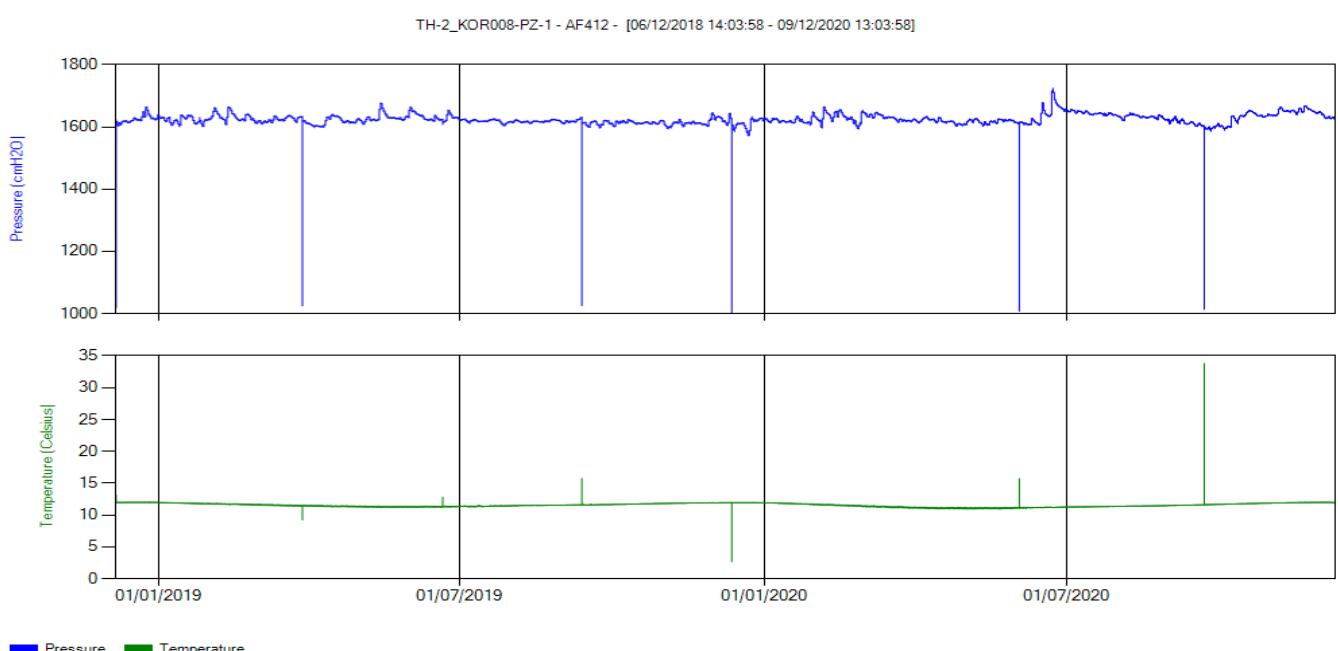
Objekat	KOR 007 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF424	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90046	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 10:16:32 AM



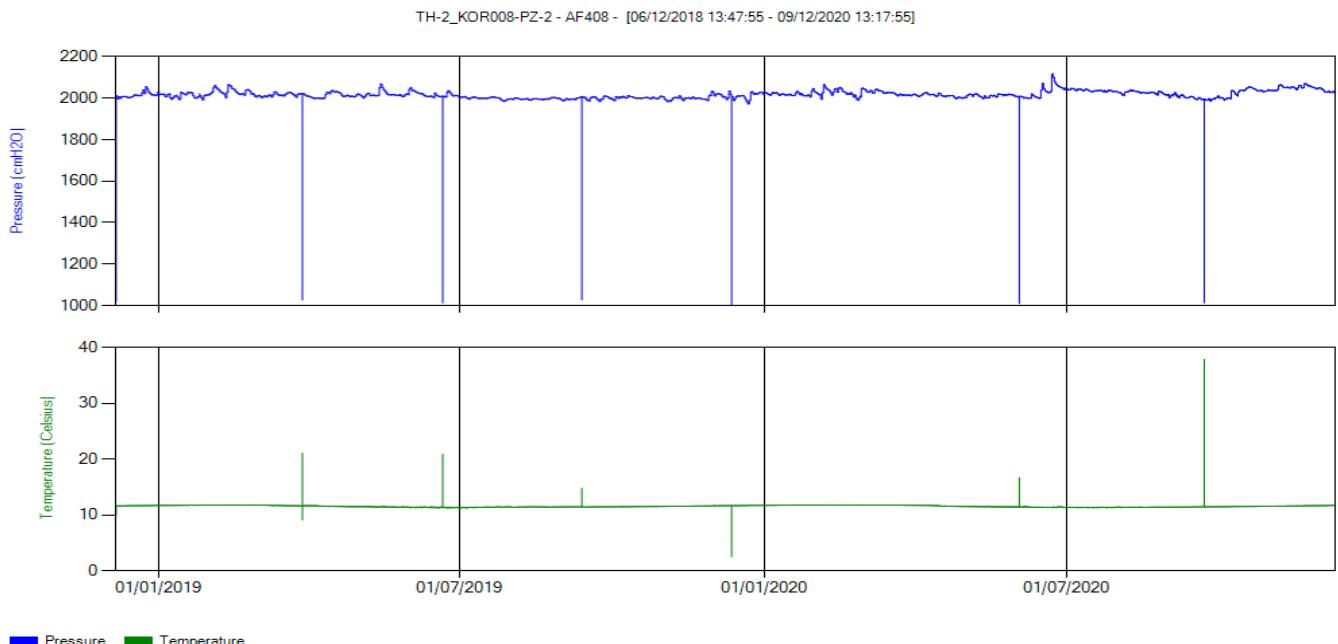
Objekat	KOR 007 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF406	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90046	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 10:44:31 AM



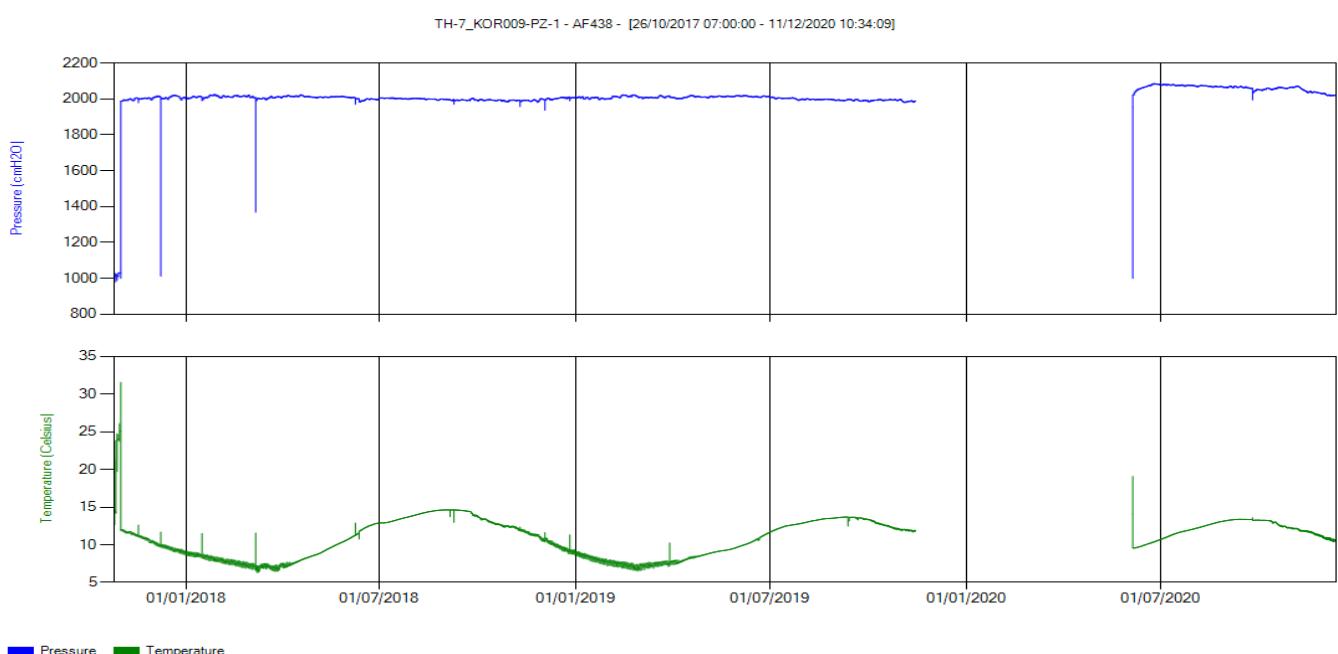
Objekat	KOR 008 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF412	Datum početka merenja	12/6/2018 2:03:58 PM
Ukupan broj podataka	70461	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 1:03:58 PM



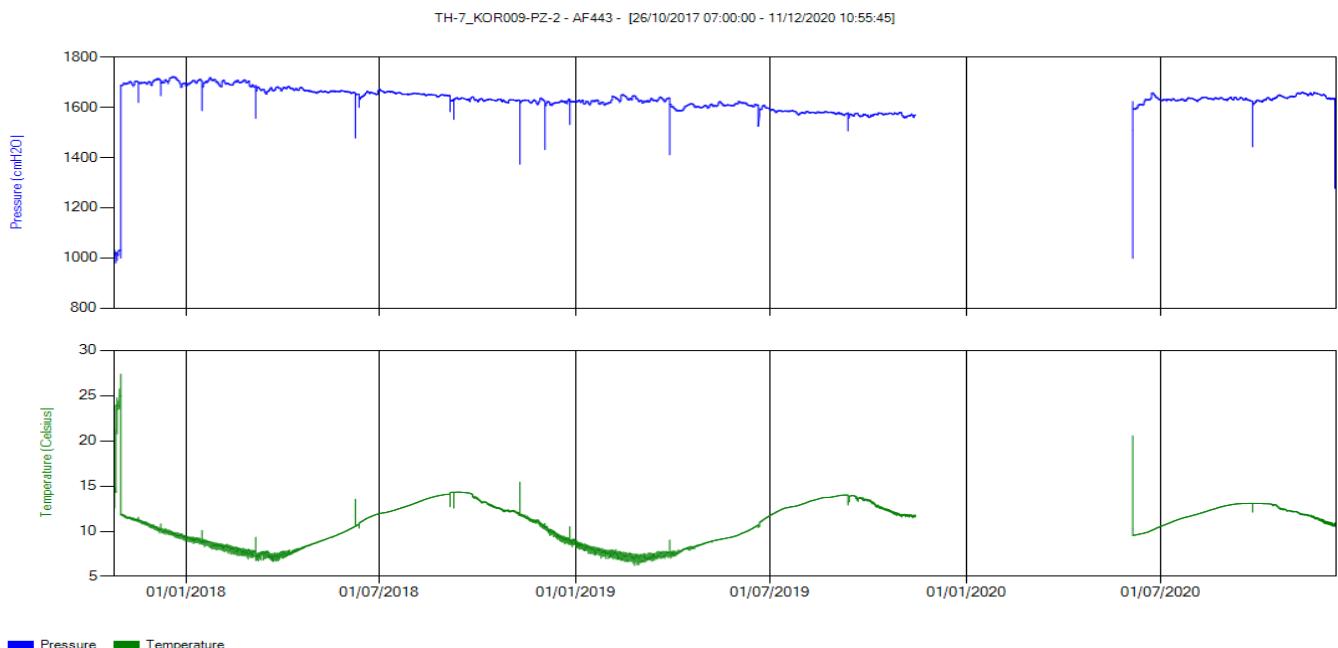
Objekat	KOR 008 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF408	Datum početka merenja	12/6/2018 1:47:55 PM
Ukupan broj podataka	70463	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 1:17:55 PM



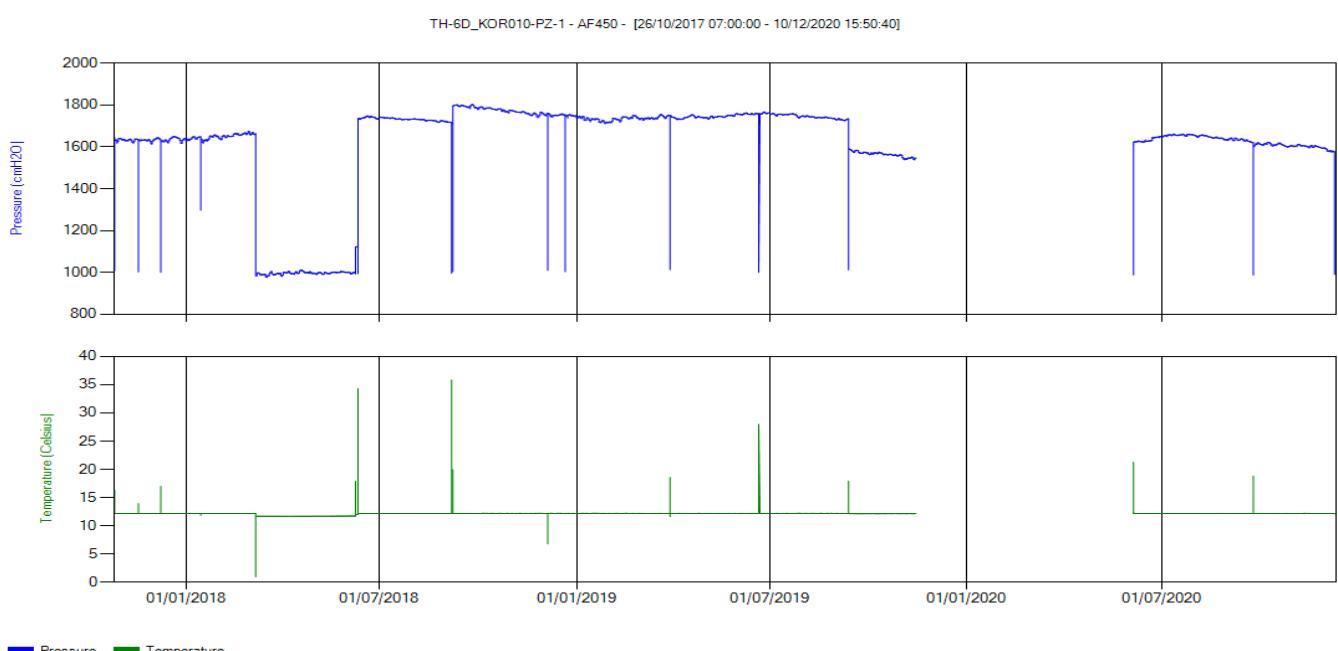
Objekat	KOR 009 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF438	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90221	Datum poslednjeg merenja	12/11/2020 10:34:09 AM



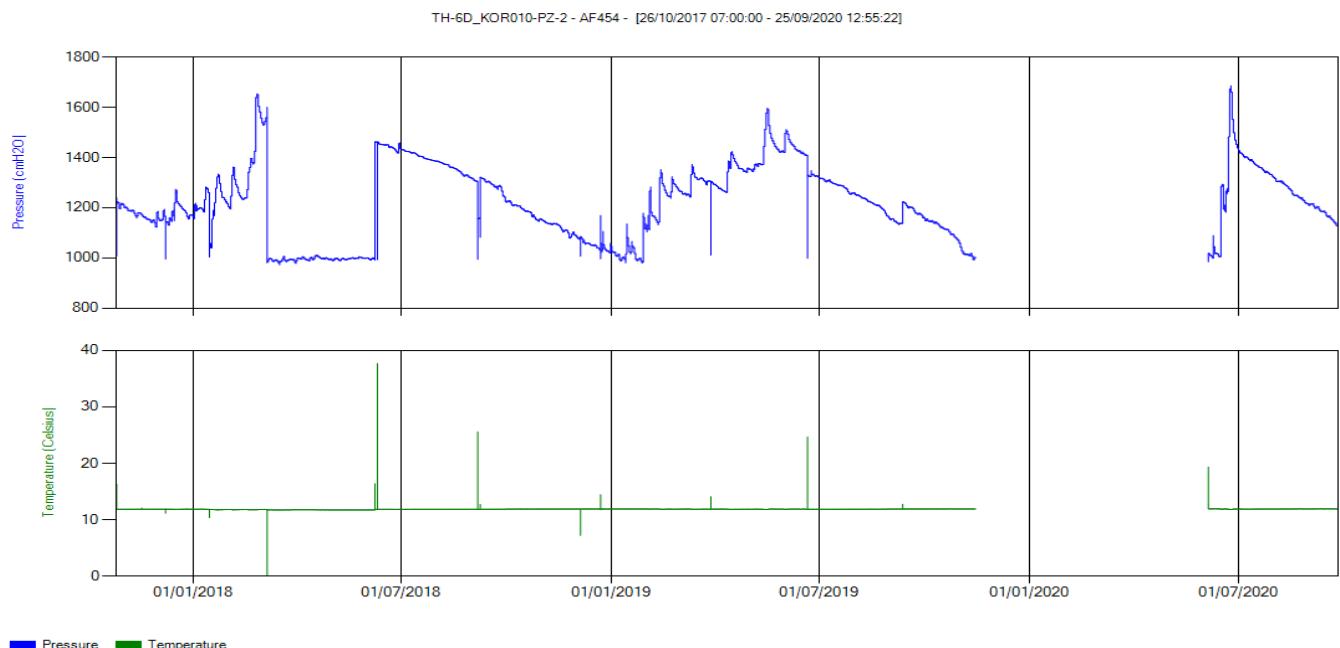
Objekat	KOR 009 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF443	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90223	Datum poslednjeg merenja	12/11/2020 10:55:45 AM



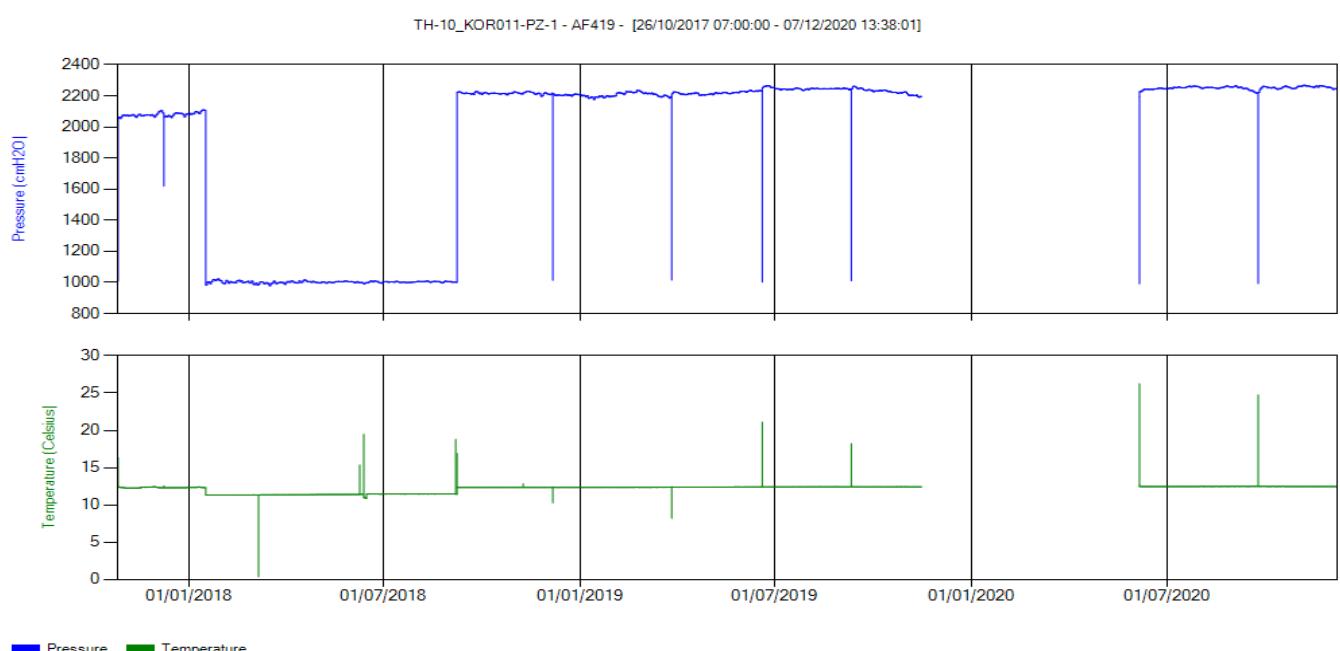
Objekat	KOR 010 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF450	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90144	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 3:50:40 PM



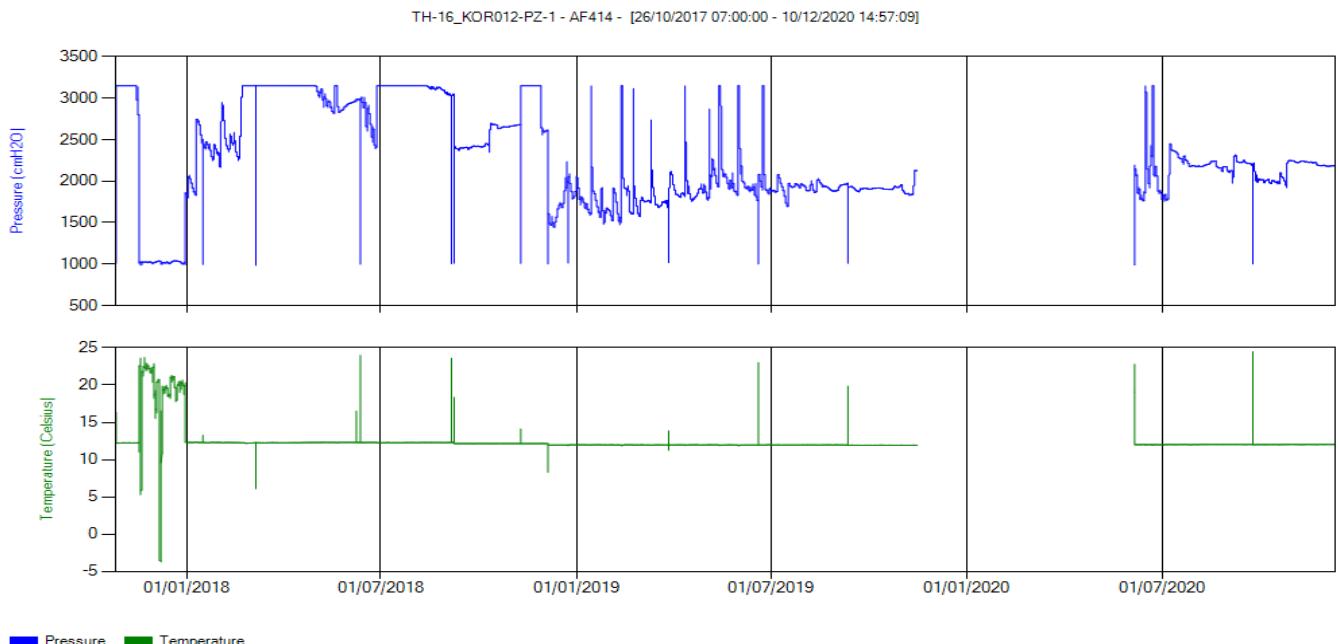
Objekat	KOR 010 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF454	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	82833	Datum poslednjeg merenja	9/25/2020 12:55:22 PM



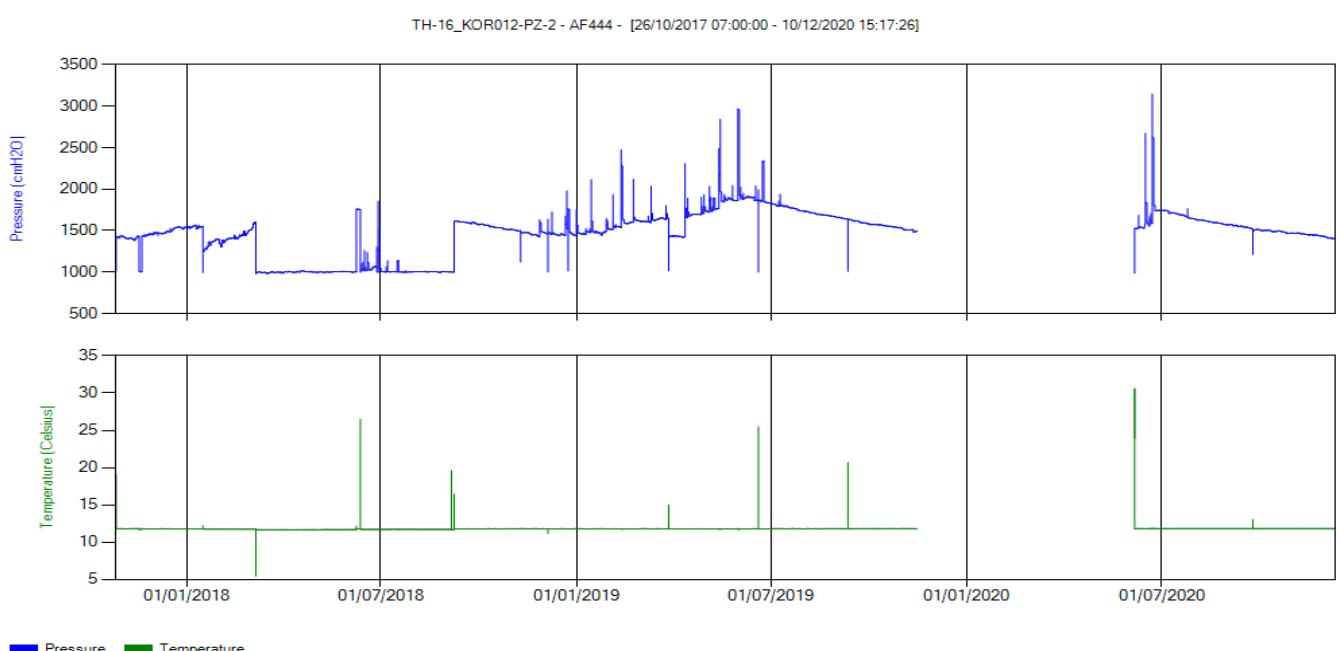
Objekat	KOR 011 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF419	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	89763	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 1:38:01 PM



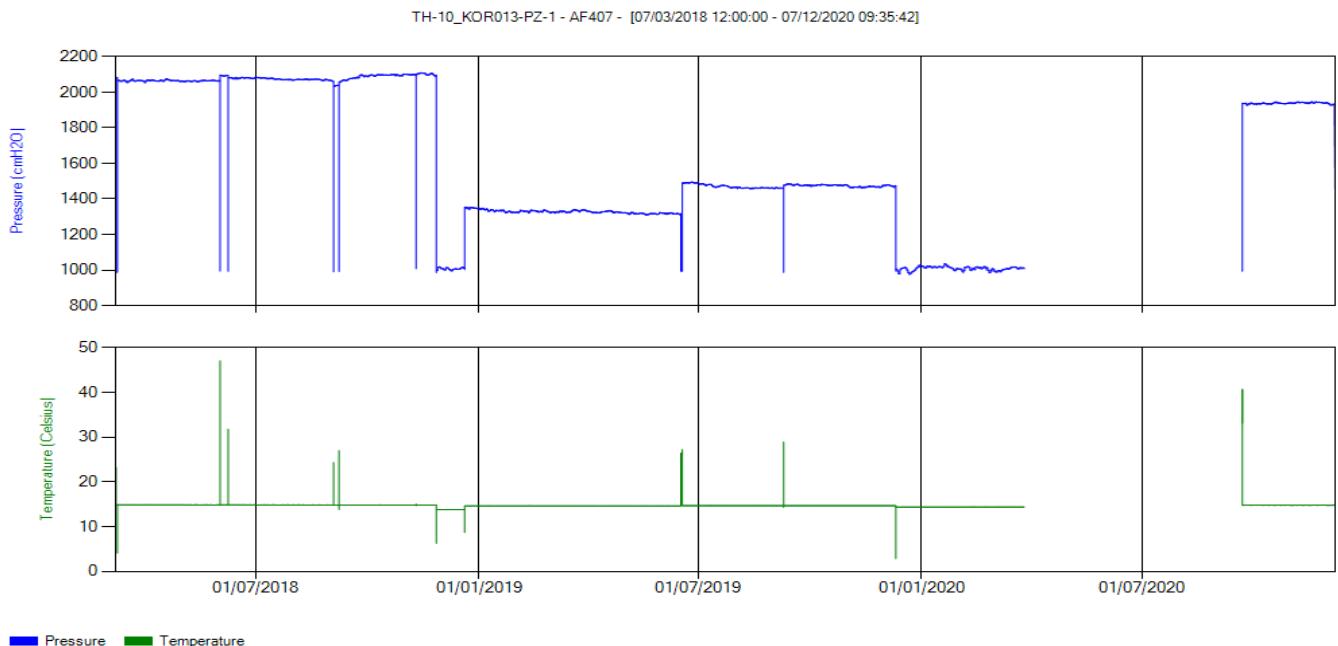
Objekat	KOR 012 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF414	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90061	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 2:57:09 PM



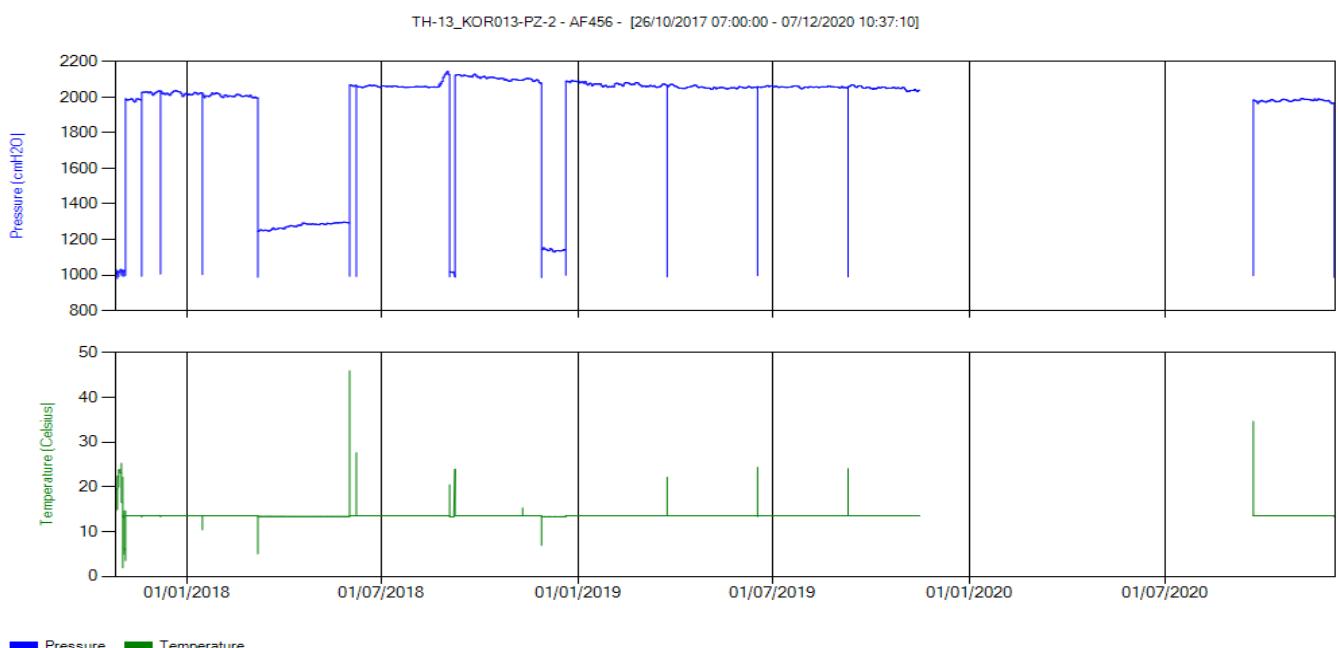
Objekat	KOR 012 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF444	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90061	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 3:17:26 PM



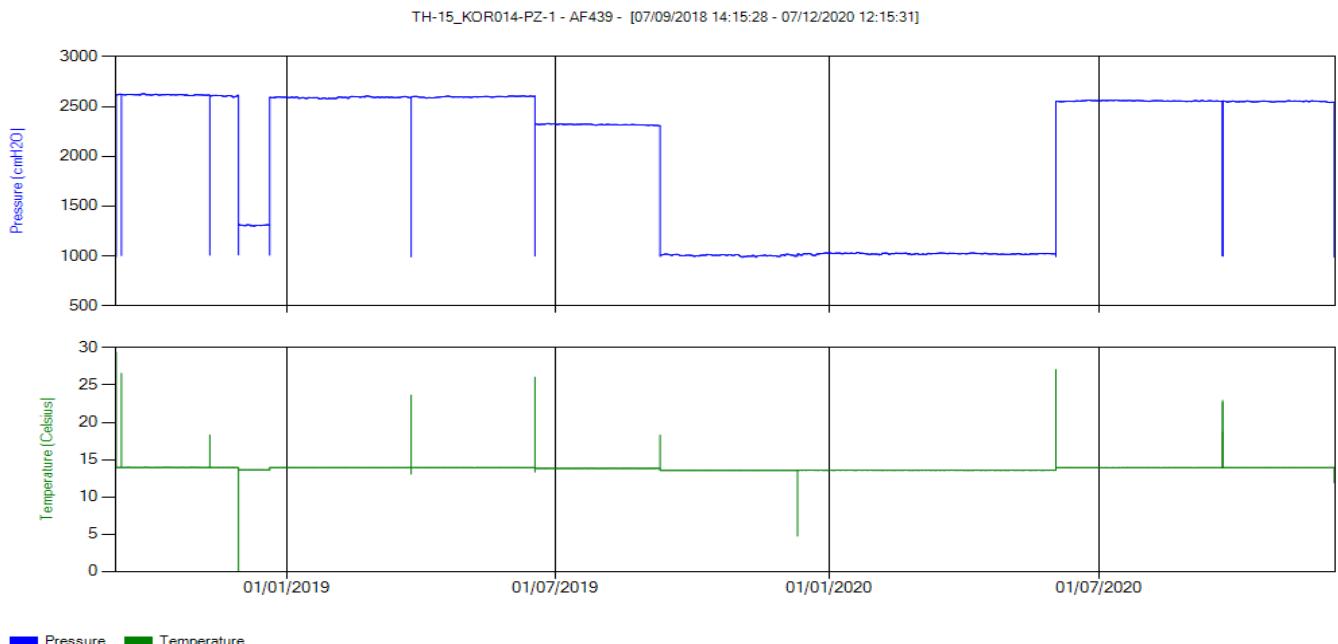
Objekat	KOR 013 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF407	Datum početka merenja	3/7/2018 12:00:00 PM
Ukupan broj podataka	79385	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 9:35:42 AM



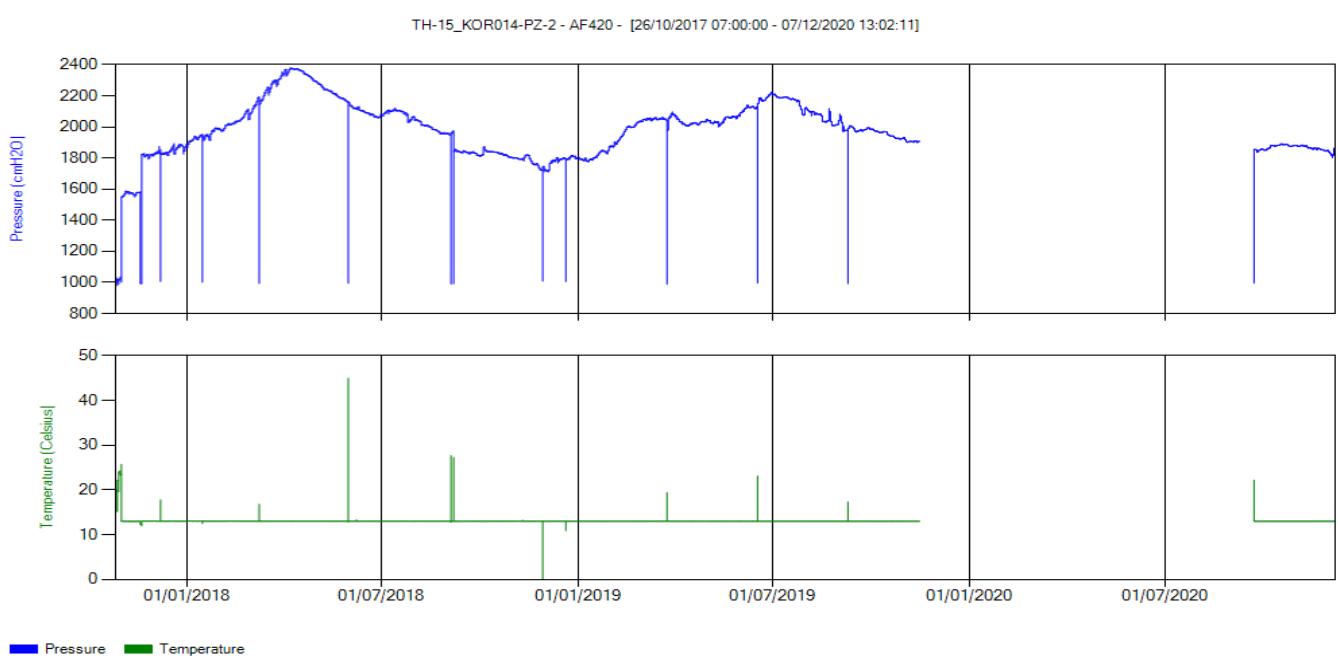
Objekat	KOR 013 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF456	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	79380	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 10:37:10 AM



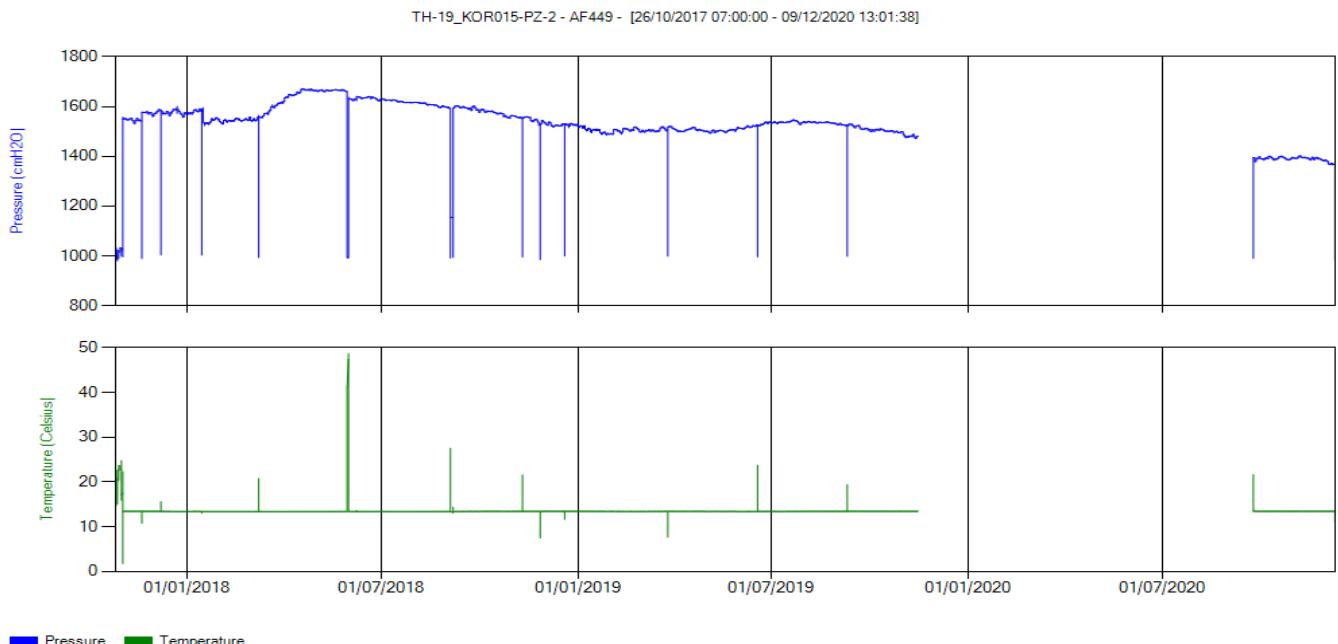
Objekat	KOR 014 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF439	Datum početka merenja	9/7/2018 2:15:28 PM
Ukupan broj podataka	78910	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 12:15:31 PM



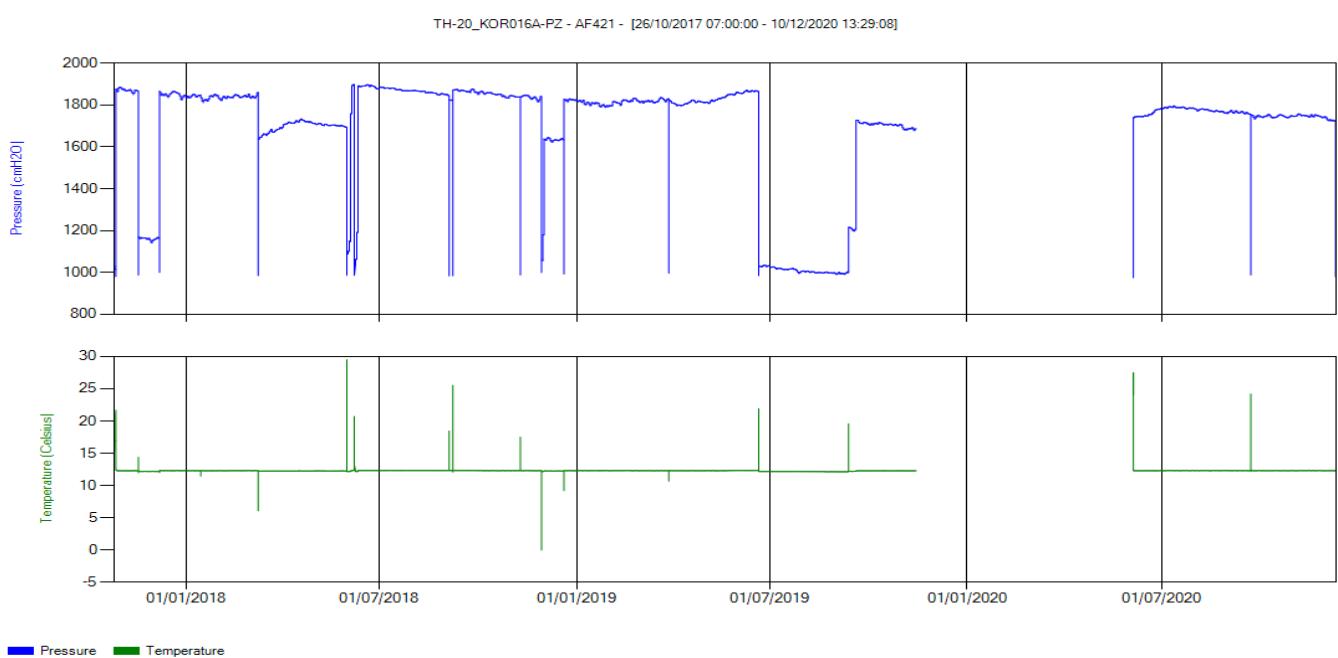
Objekat	KOR 014 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF420	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	79308	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 1:02:11 PM



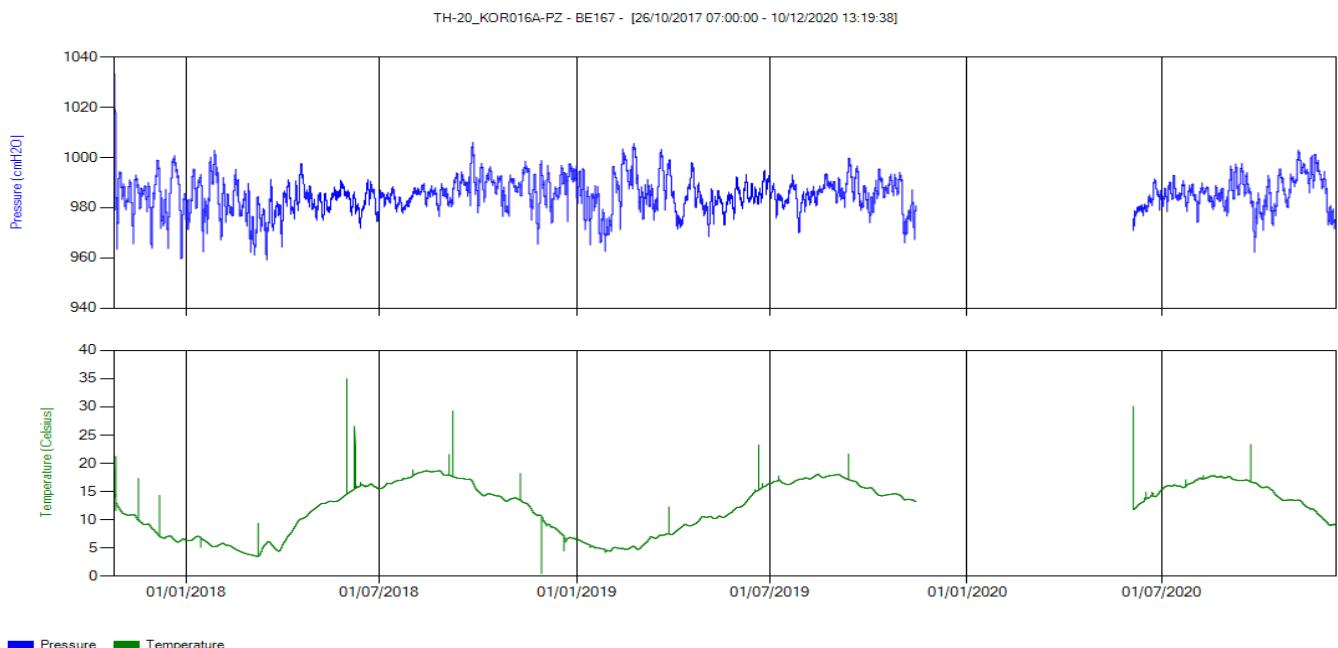
Objekat	KOR 015 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF449	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	79384	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 1:01:38 PM



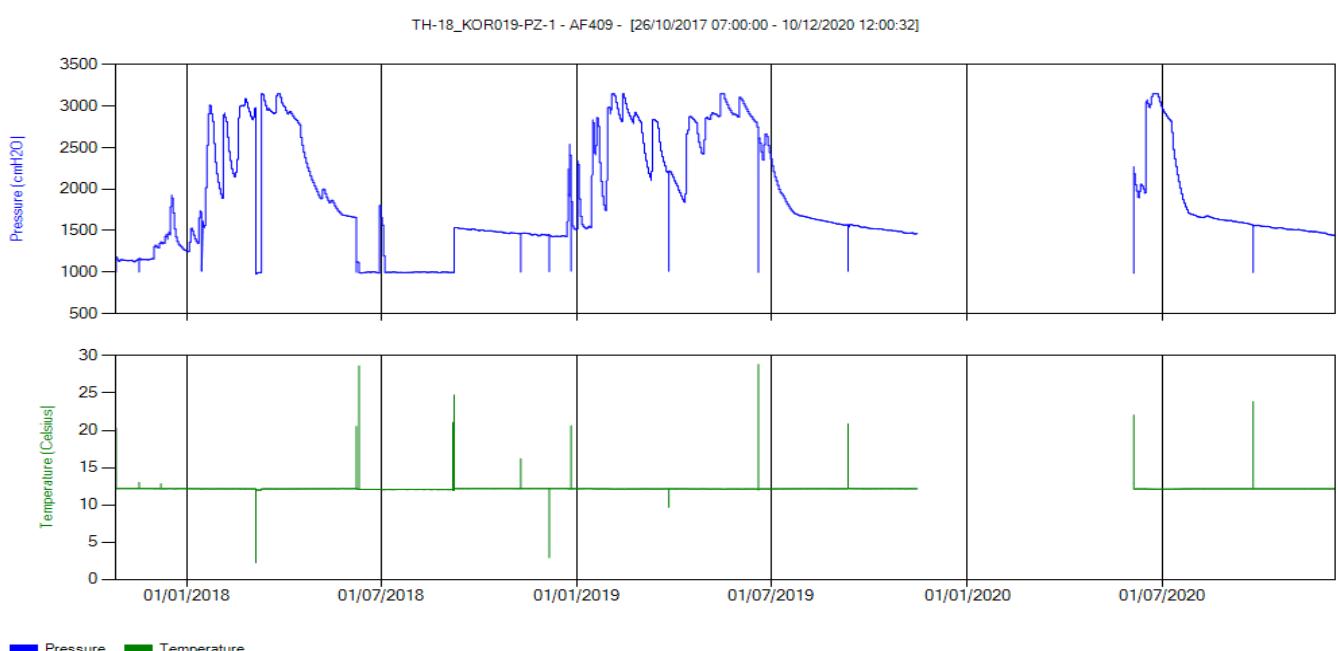
Objekat	KOR 016 PZ		
Serijski broj dajvera	AF421	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90151	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 1:29:08 PM



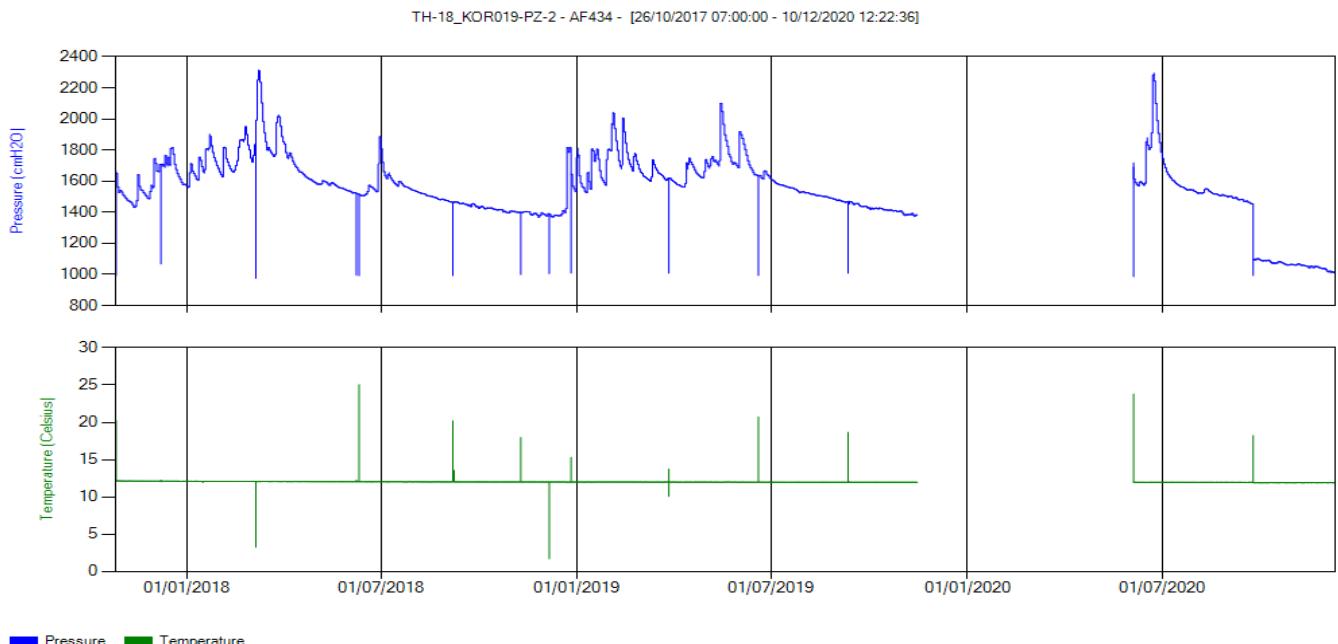
Objekat	KOR 016 PZ BARO		
Serijski broj dajvera	BE167	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90151	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 1:19:38 PM



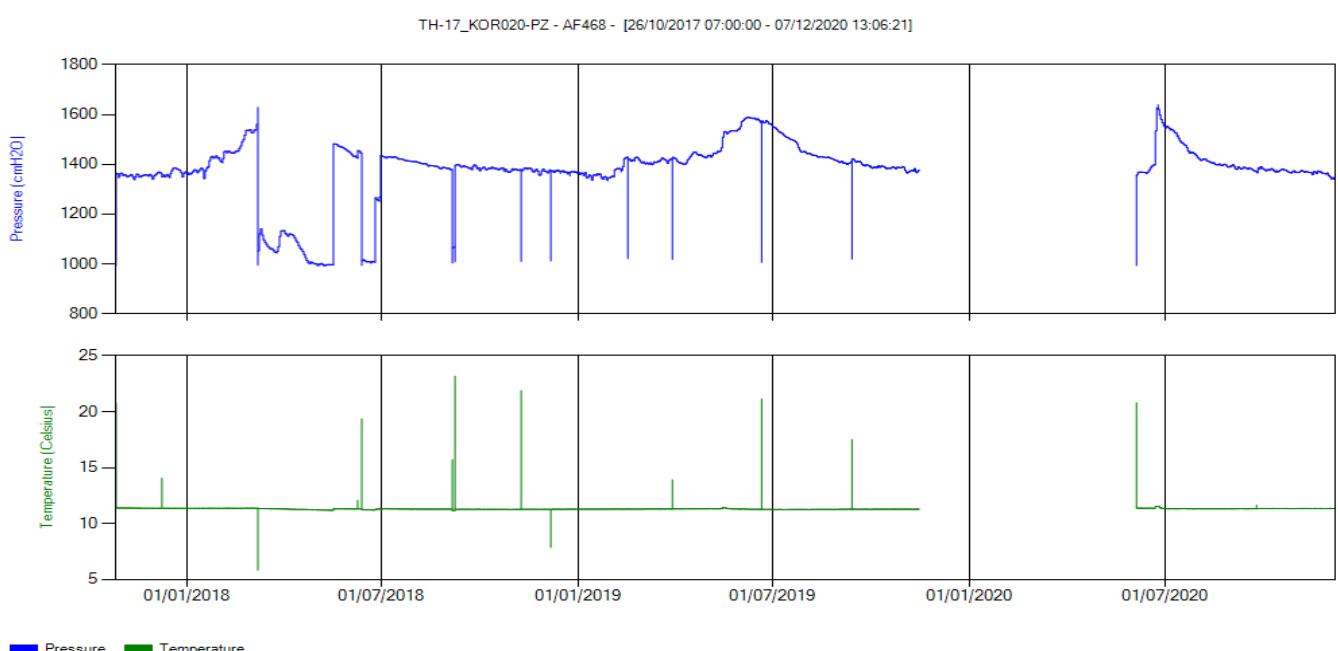
Objekat	KOR 019 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AF409	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90141	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 12:00:32 PM



Objekat	KOR 019 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AF434	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	90144	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 12:22:36 PM



Objekat	KOR 020 PZ		
Serijski broj dajvera	AF468	Datum početka merenja	10/26/2017 7:00:00 AM
Ukupan broj podataka	89853	Datum poslednjeg merenja	12/7/2020 1:06:21 PM



Objekat

KOR 021 PZ 1

Serijski broj dajvera

AK988

Ukupan broj podataka

72000

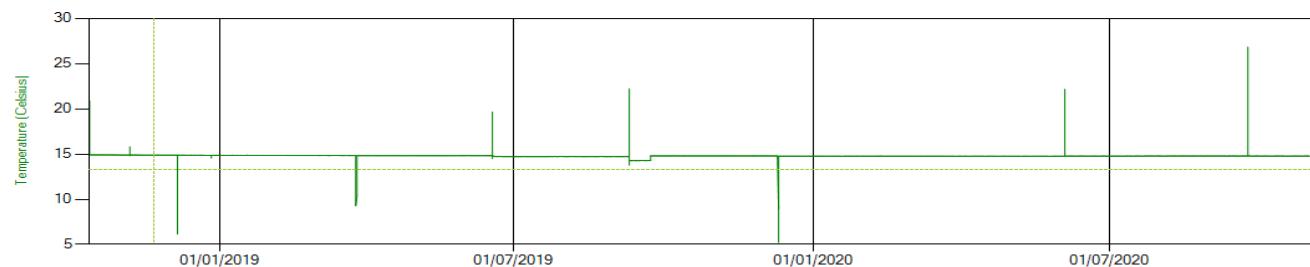
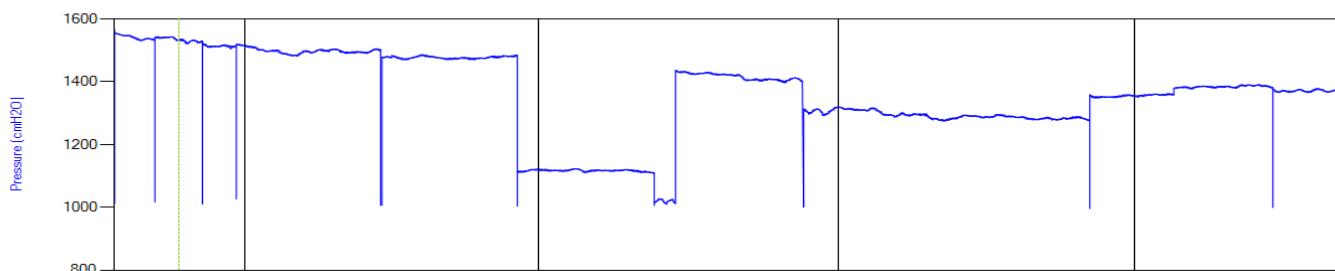
Datum početka merenja

10/13/2018 9:34:12 AM

Datum poslednjeg merenja

11/1/2020 9:19:12 AM

TH-42_KOR021-PZ-1 - AK988 - [13/10/2018 09:34:12 - 01/11/2020 09:19:12]



■ Pressure ■ Temperature

Objekat

KOR 021 PZ 2

Serijski broj dajvera

AM627

Ukupan broj podataka

66830

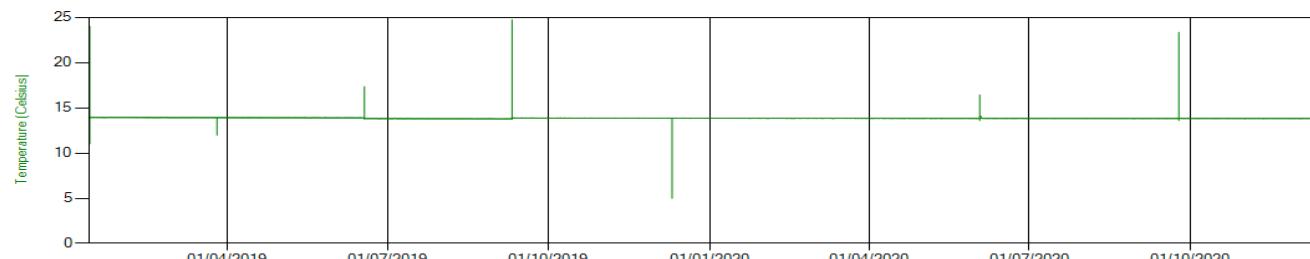
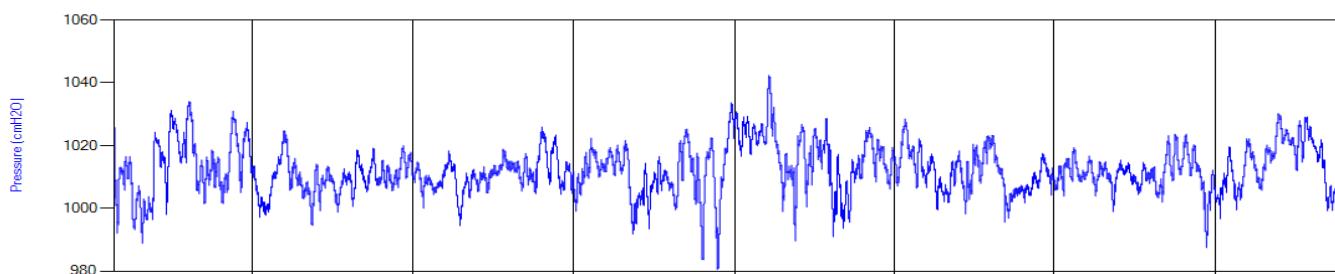
Datum početka merenja

1/12/2019 8:36:19 AM

Datum poslednjeg merenja

12/8/2020 11:51:19 AM

TH-42_KOR-021-PZ-2 - AM627 - [12/01/2019 08:36:19 - 08/12/2020 11:51:19]



■ Pressure ■ Temperature

Objekat

KOR 022 PZ 1

Serijski broj dajvera

AL047

Ukupan broj podataka

72000

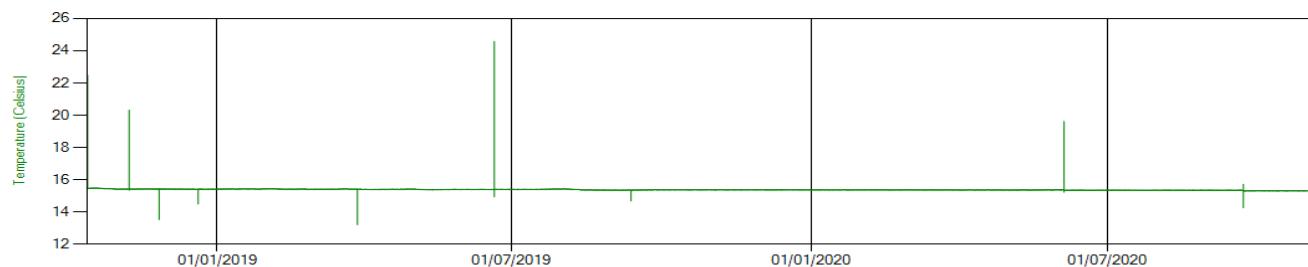
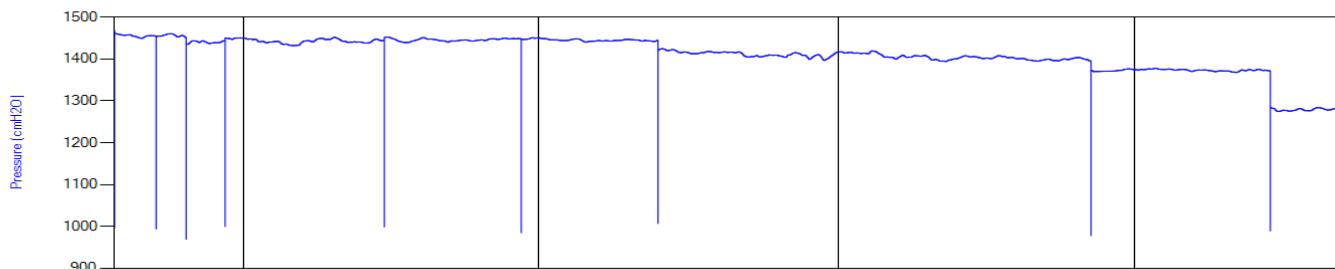
Datum početka merenja

10/13/2018 10:44:06 AM

Datum poslednjeg merenja

11/1/2020 10:29:06 AM

TH-33_KOR022-PZ-1 - AL047 - [13/10/2018 10:44:06 - 01/11/2020 10:29:06]



■ Pressure

■ Temperature

Objekat

KOR 022 PZ 2

Serijski broj dajvera

AK973

Ukupan broj podataka

72000

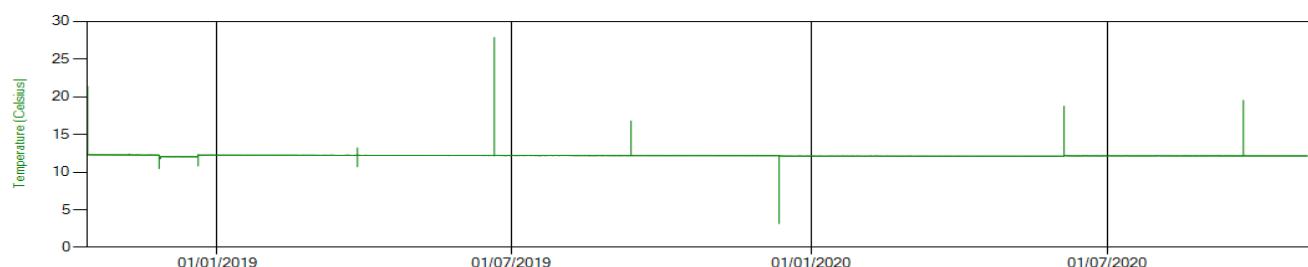
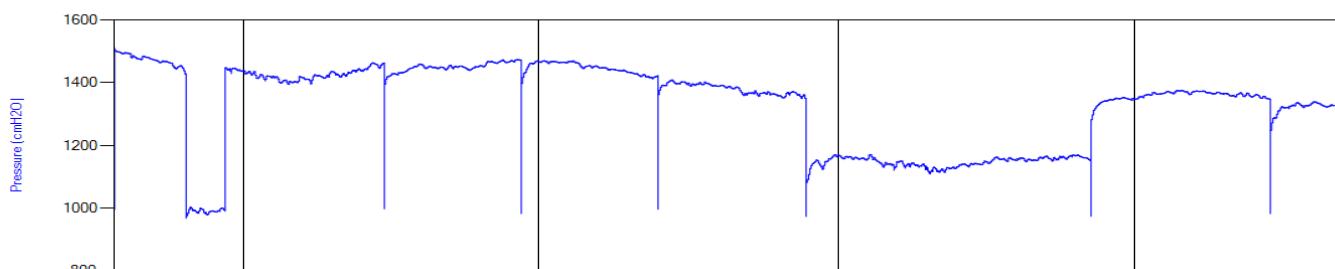
Datum početka merenja

10/13/2018 11:00:23 AM

Datum poslednjeg merenja

11/1/2020 10:45:23 AM

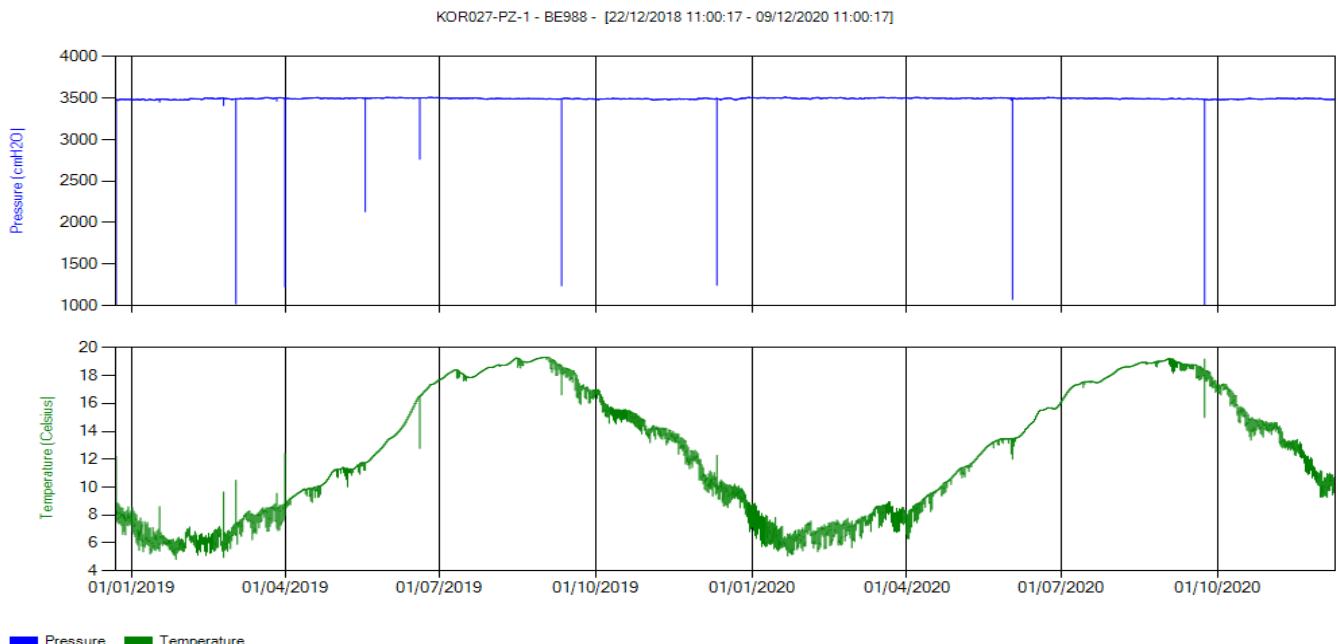
TH-33_KOR22-PZ-2 - AK973 - [13/10/2018 11:00:23 - 01/11/2020 10:45:23]



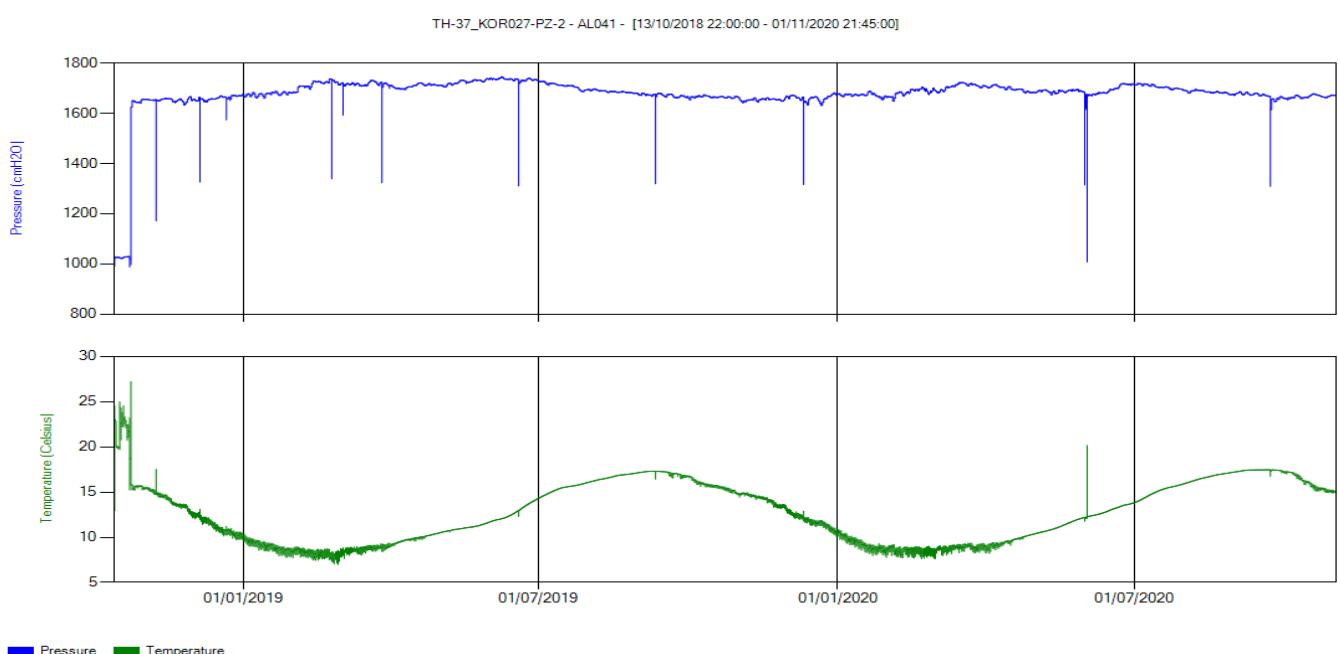
■ Pressure

■ Temperature

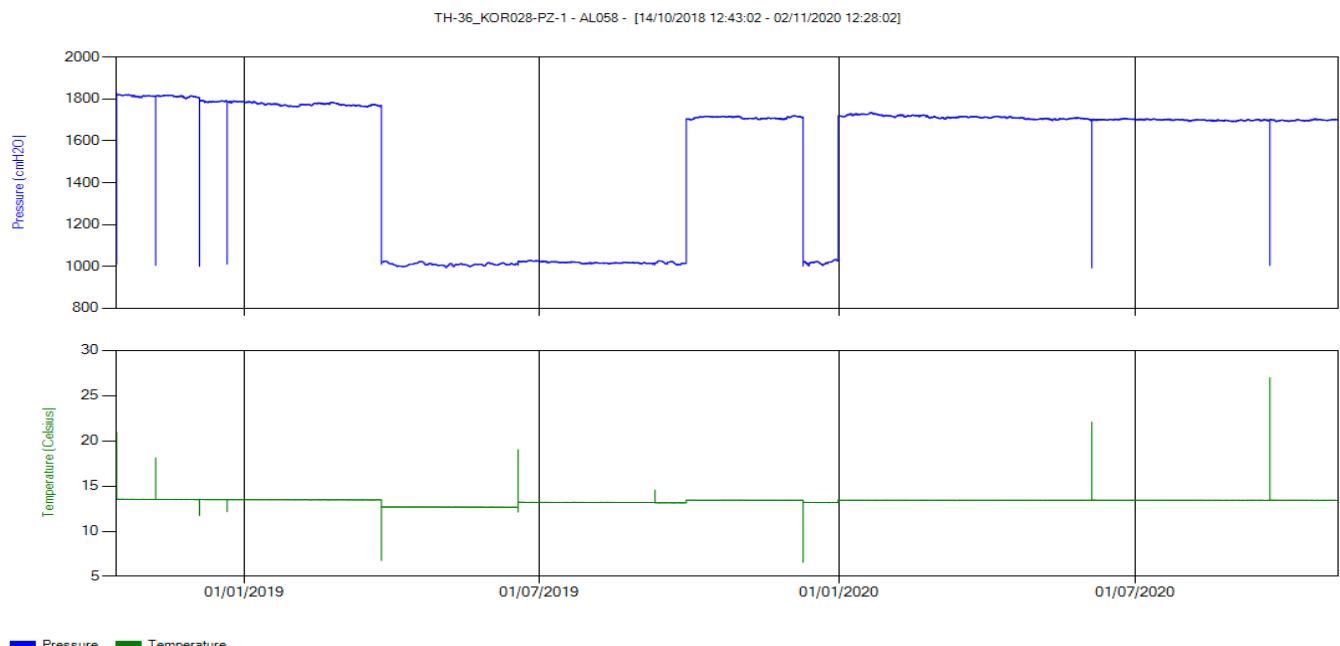
Objekat	KOR 027 PZ 1		
Serijski broj dajvera	BE988	Datum početka merenja	12/22/2018 11:00:17 AM
Ukupan broj podataka	68929	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 11:00:17 AM



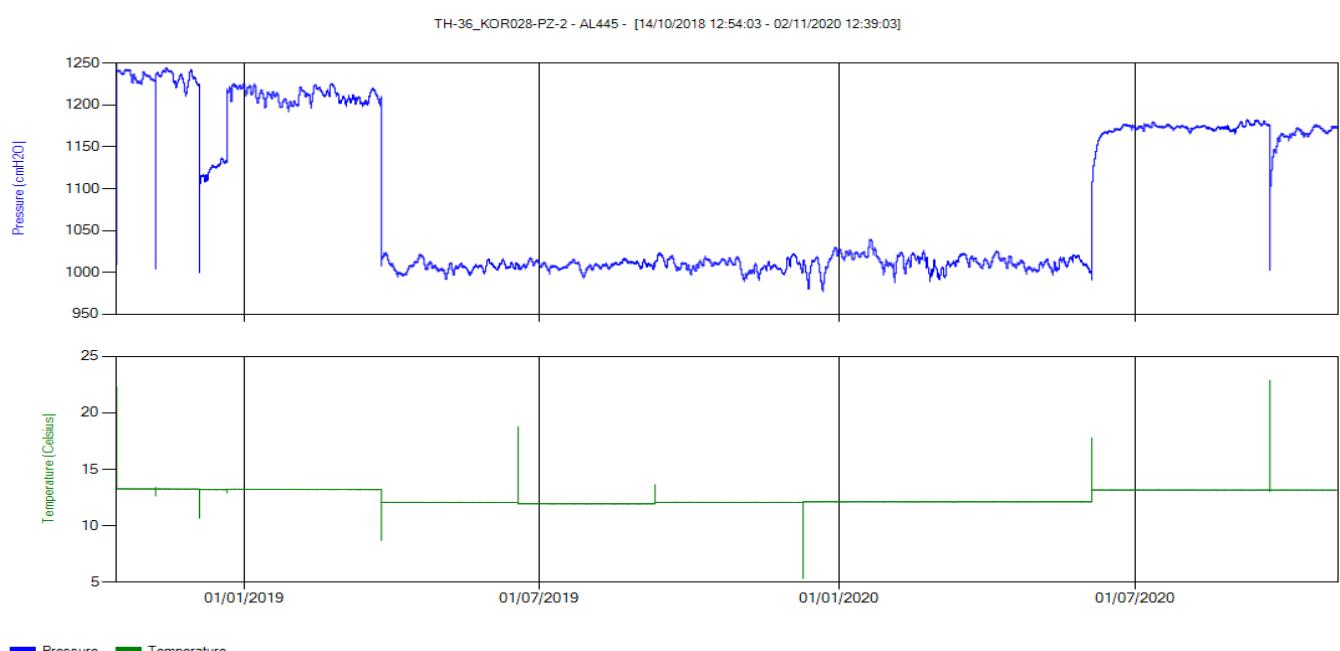
Objekat	KOR 027 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AL041	Datum početka merenja	10/13/2017 10:00:00 PM
Ukupan broj podataka	72000	Datum poslednjeg merenja	11/1/2020 9:45:00 PM



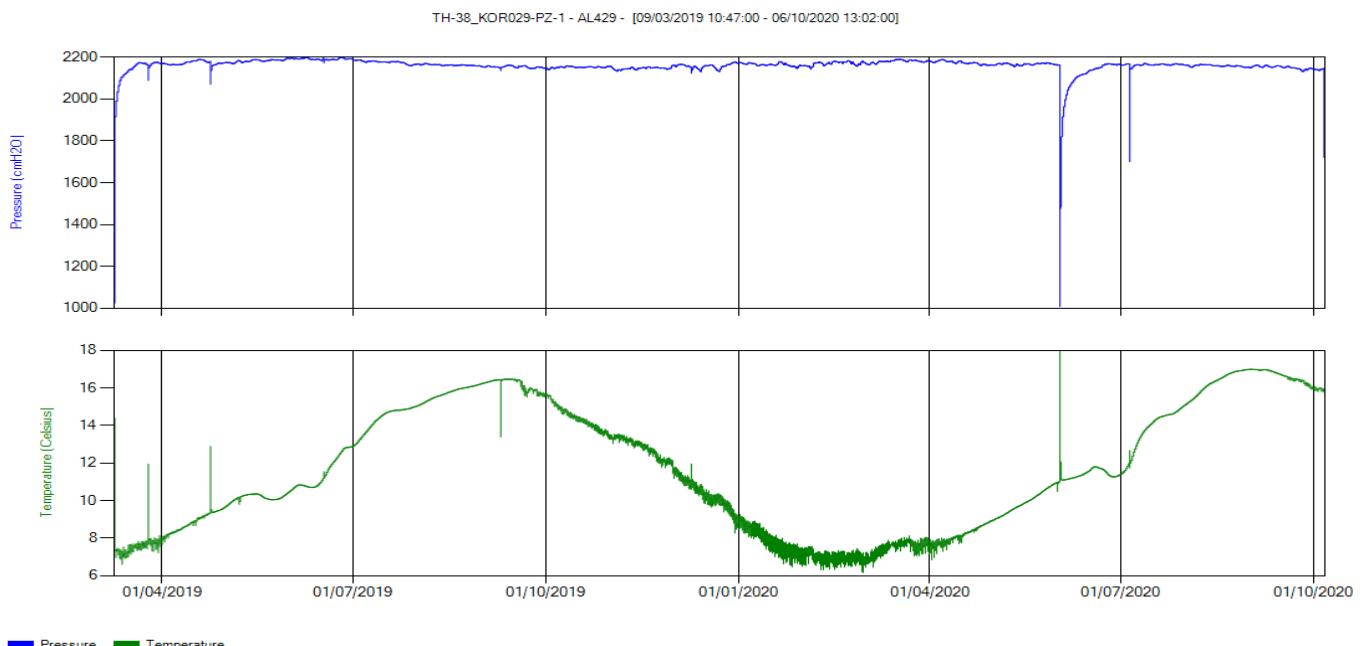
Objekat	KOR 028 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AL058	Datum početka merenja	10/14/2018 12:43:02 PM
Ukupan broj podataka	72000	Datum poslednjeg merenja	11/2/2020 12:28:02 PM



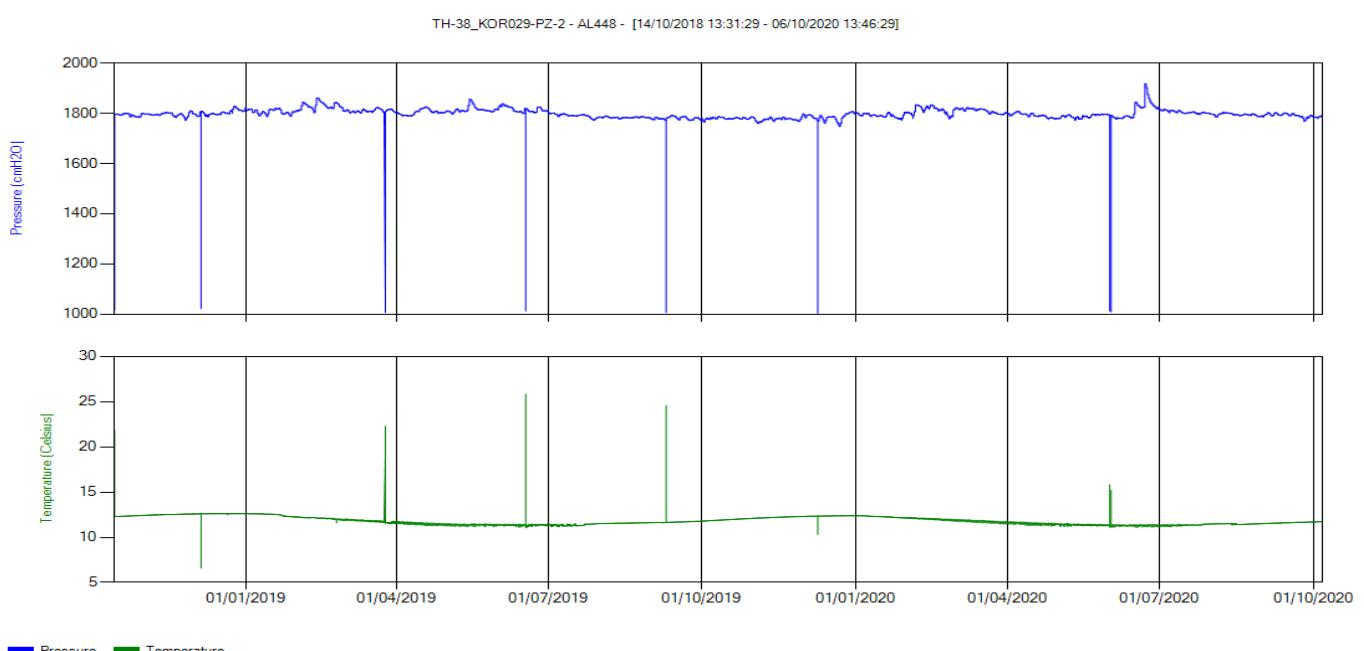
Objekat	KOR 028 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AL445	Datum početka merenja	10/14/2018 12:54:03 PM
Ukupan broj podataka	72000	Datum poslednjeg merenja	11/2/2020 12:39:03 PM



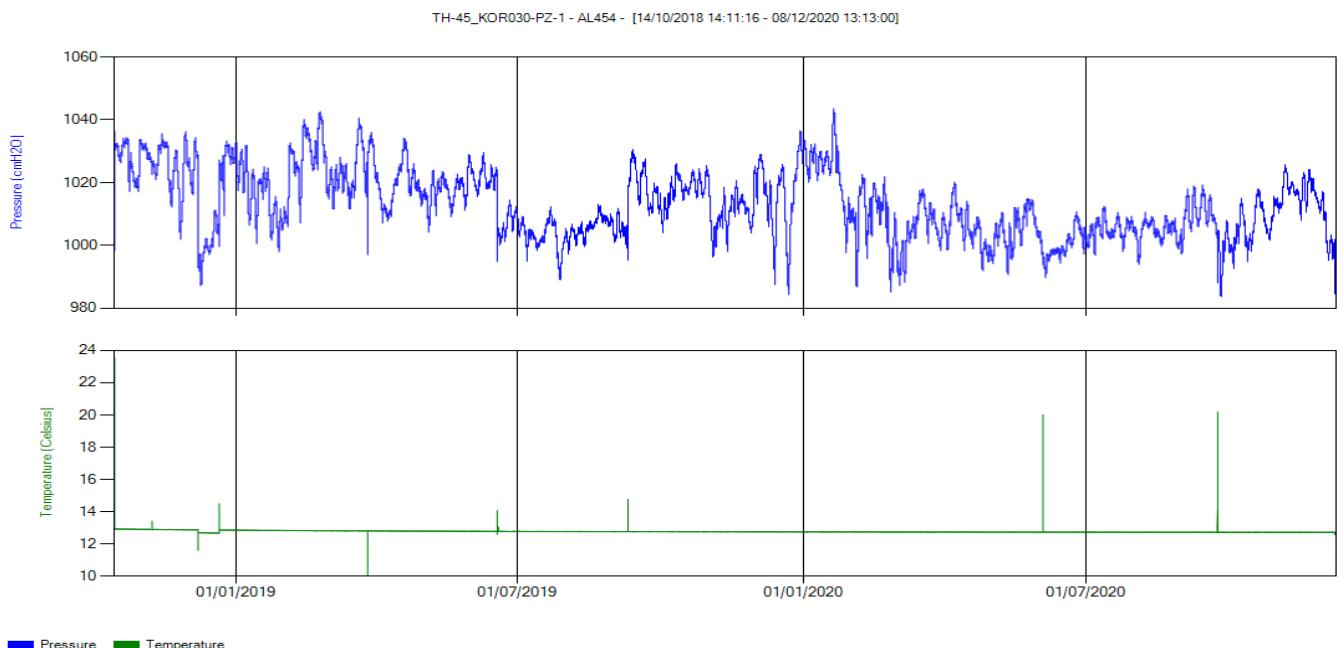
Objekat	KOR 029 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AL429	Datum početka merenja	3/9/2019 10:47:00 AM
Ukupan broj podataka	55402	Datum poslednjeg merenja	10/6/2020 1:02:00 PM



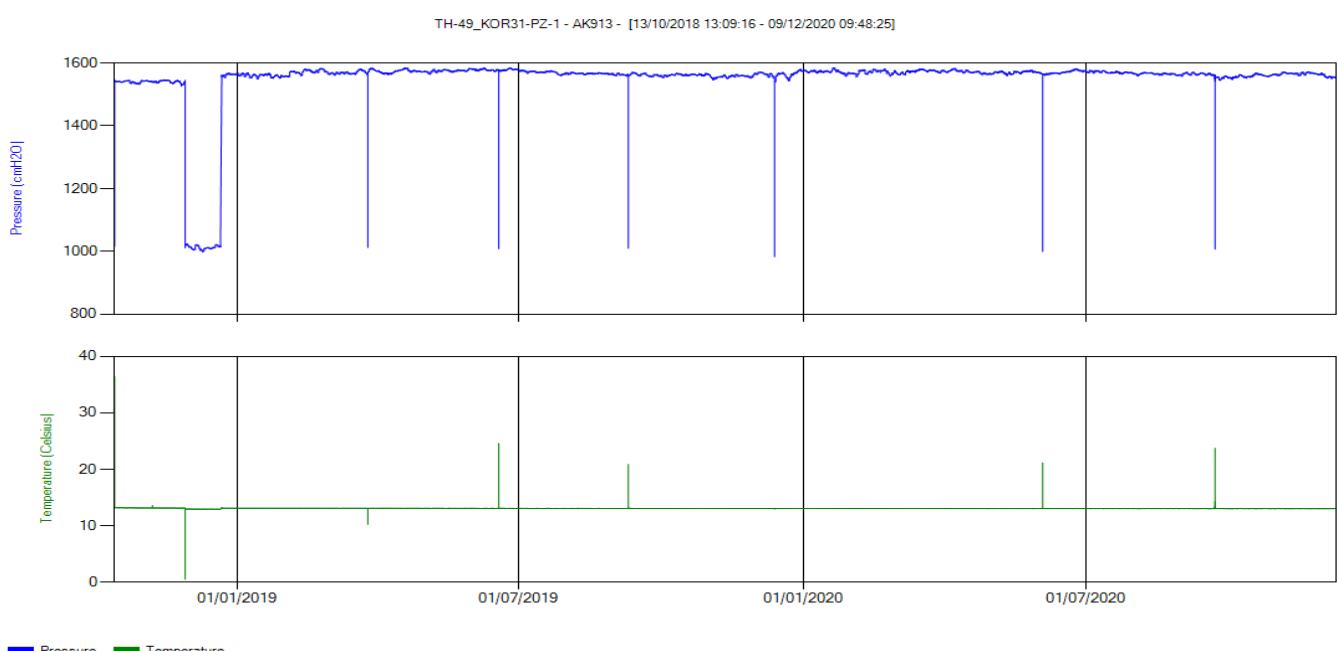
Objekat	KOR 029 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AL448	Datum početka merenja	10/14/2018 1:31:29 PM
Ukupan broj podataka	69410	Datum poslednjeg merenja	10/6/2020 1:46:29 PM



Objekat	KOR 030 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AL454	Datum početka merenja	10/14/2018 2:11:16 PM
Ukupan broj podataka	75458	Datum poslednjeg merenja	12/8/2020 1:13:00 PM



Objekat	KOR 031 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AK913	Datum početka merenja	10/13/2018 1:09:16 PM
Ukupan broj podataka	75640	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 9:48:25 AM



Objekat

KOR 031 PZ 2

Serijski broj dajvera

AL022

Ukupan broj podataka

75643

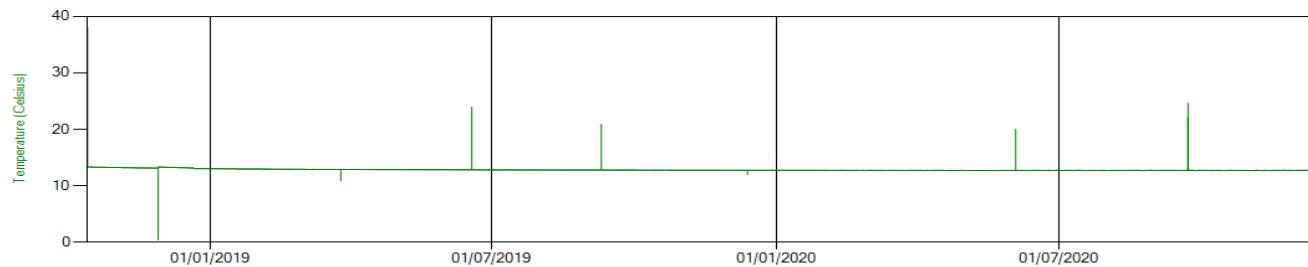
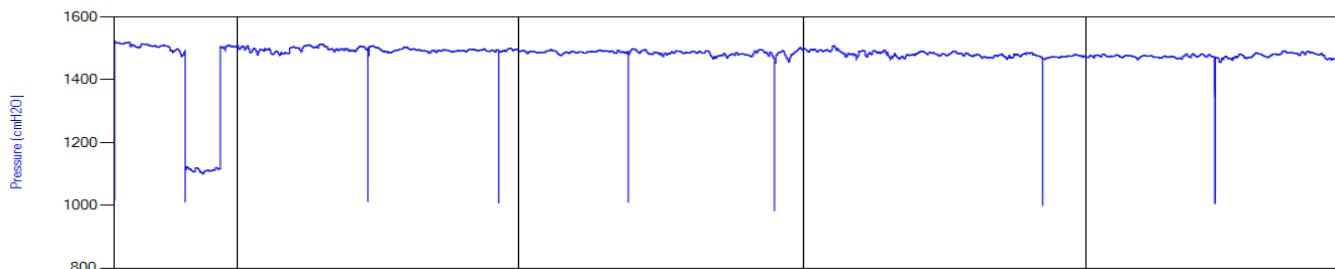
Datum početka merenja

10/13/2018 1:15:36 PM

Datum poslednjeg merenja

12/9/2020 10:28:25 AM

TH-49_KOR31-PZ-2 - AL022 - [13/10/2018 13:15:36 - 09/12/2020 10:28:25]



■ Pressure

■ Temperature

Objekat

KOR 032 PZ 1

Serijski broj dajvera

AK977

Datum početka merenja

10/14/2018 10:08:44 AM

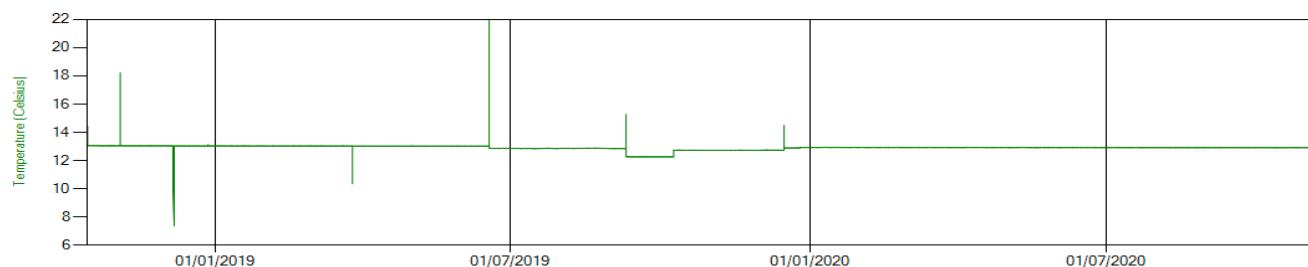
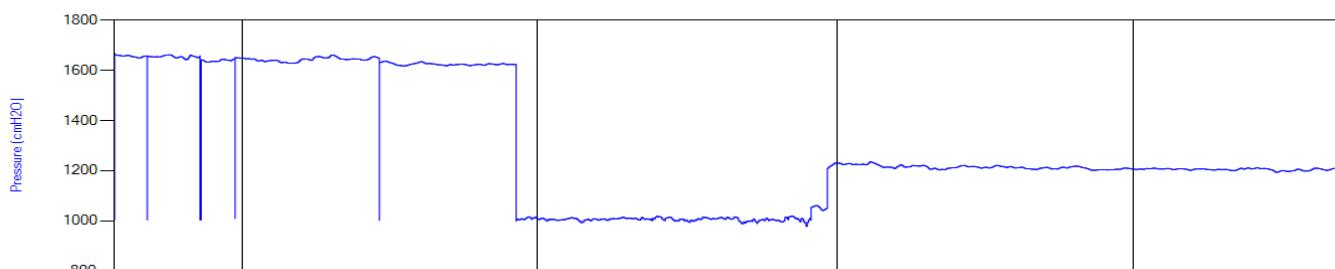
Ukupan broj podataka

72000

Datum poslednjeg merenja

11/2/2020 9:53:44 AM

TH-34_KOR032-PZ-1 - AK977 - [14/10/2018 10:08:44 - 02/11/2020 09:53:44]



■ Pressure

■ Temperature

Objekat

KOR 032 PZ 2

Serijski broj dajvera

AK981

Ukupan broj podataka

72000

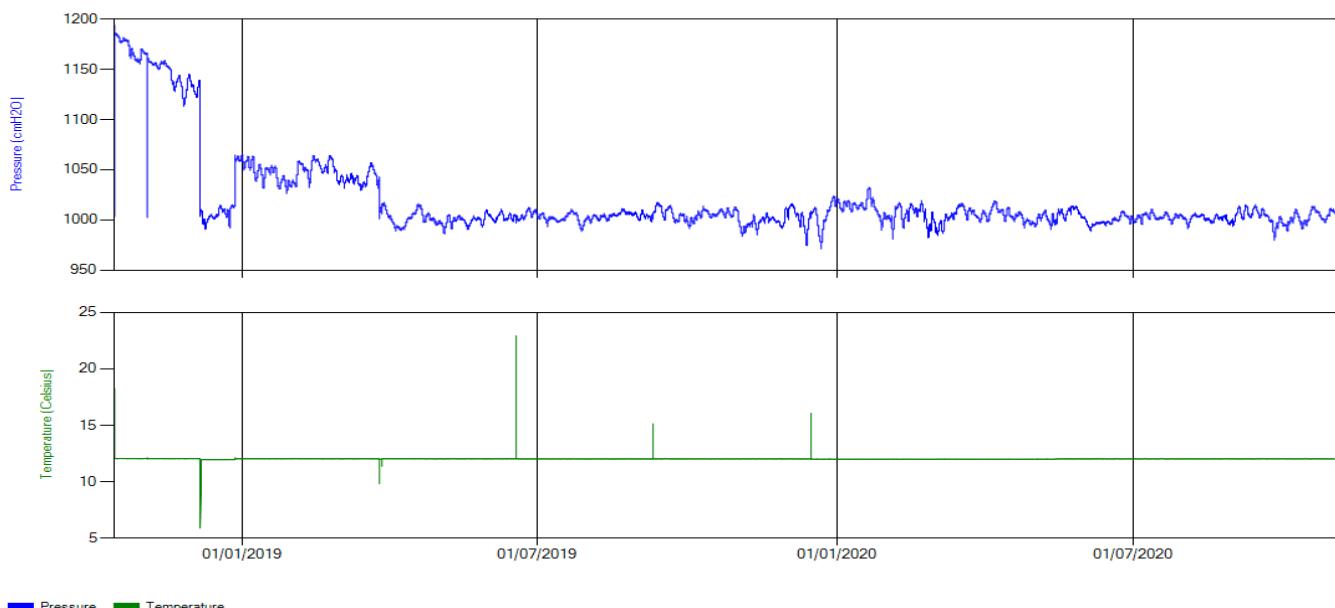
Datum početka merenja

10/14/2018 10:19:14 AM

Datum poslednjeg merenja

11/2/2020 10:04:14 AM

TH-34_KOR032-PZ-2 - AK981 - [14/10/2018 10:19:14 - 02/11/2020 10:04:14]



Objekat

KOR 033 PZ 1

Serijski broj dajvera

AL030

Ukupan broj podataka

75552

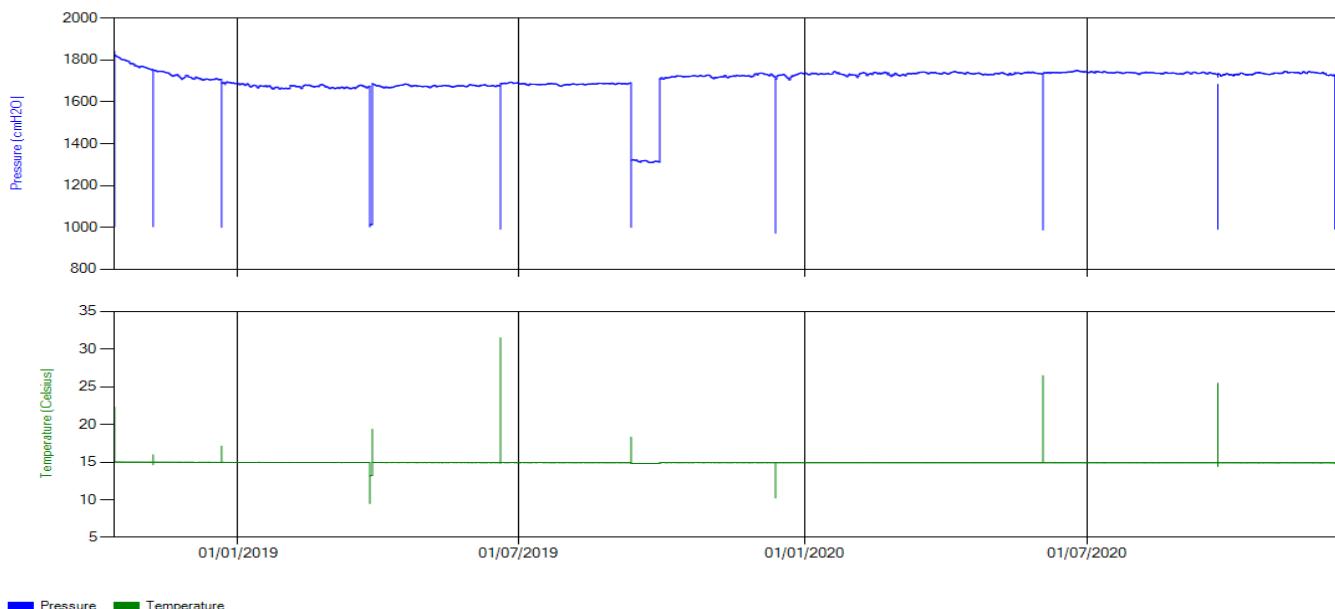
Datum početka merenja

10/13/2018 12:19:49 PM

Datum poslednjeg merenja

12/8/2020 11:27:10 AM

TH-46_KOR033-PZ-1 - AL030 - [13/10/2018 12:19:49 - 08/12/2020 11:27:10]



Objekat

KOR 033 PZ 2

Serijski broj dajvera

AL057

Ukupan broj podataka

75547

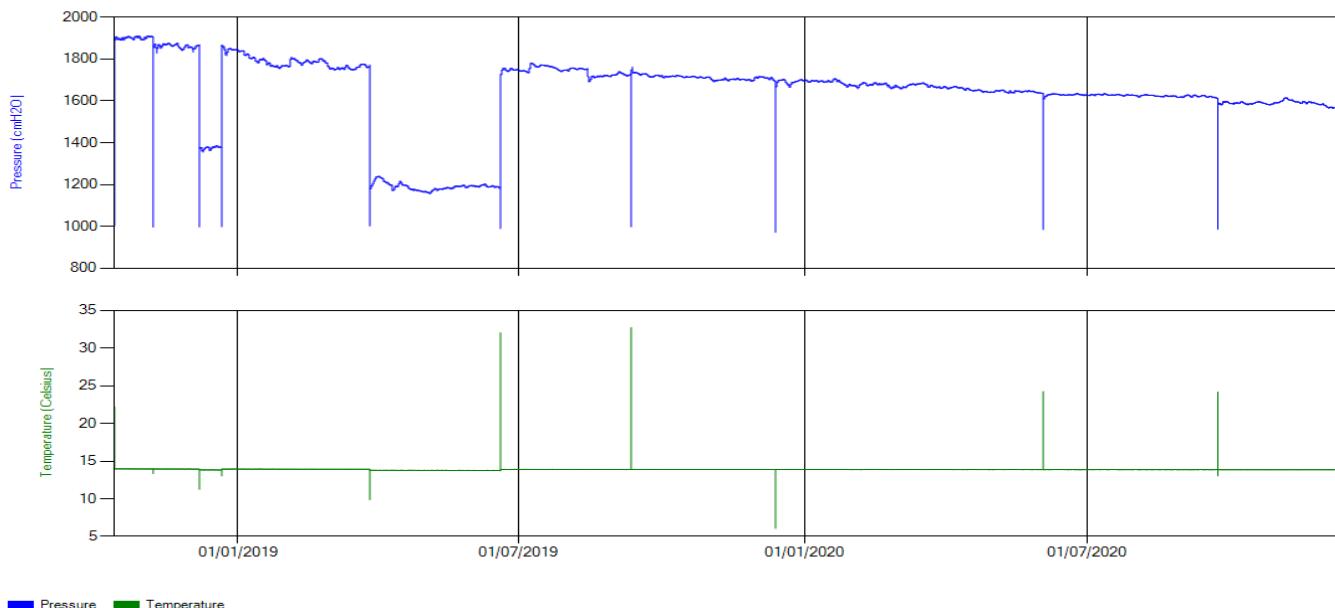
Datum početka merenja

10/13/2018 12:11:13 PM

Datum poslednjeg merenja

12/8/2020 9:25:14 AM

TH-46_KOR033-PZ-2 - AL057 - [13/10/2018 12:11:13 - 08/12/2020 09:25:14]



Objekat

KOR 033 PZ 3

Serijski broj dajvera

AK965

Ukupan broj podataka

72000

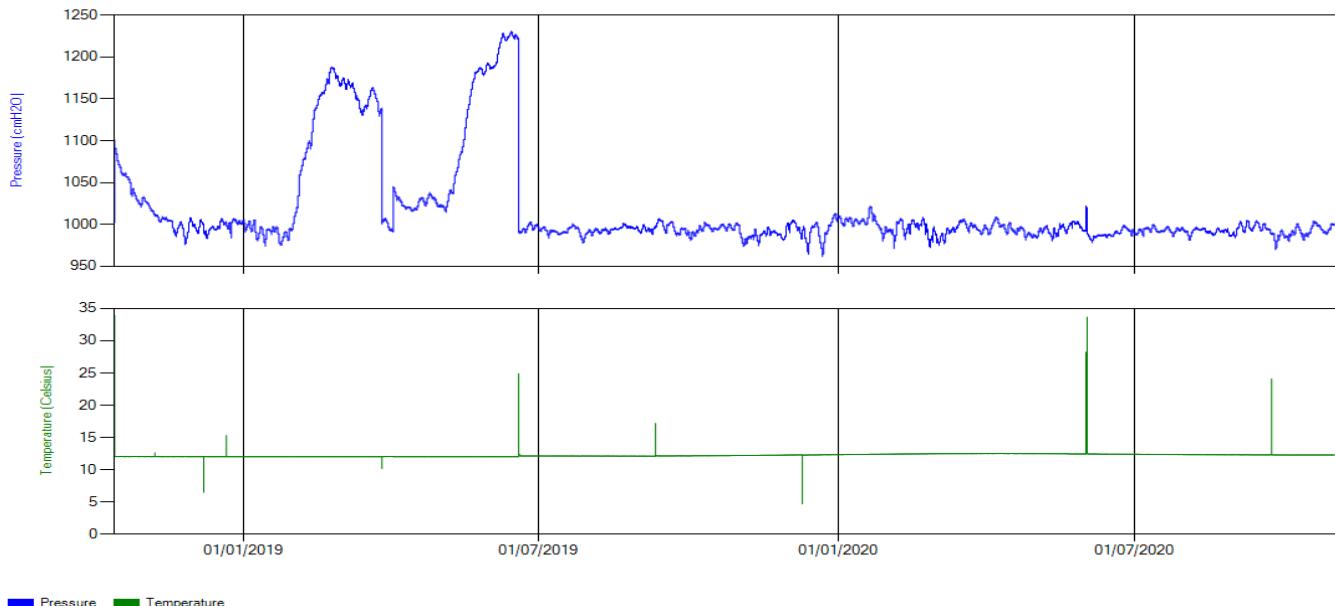
Datum početka merenja

10/13/2018 12:43:05 PM

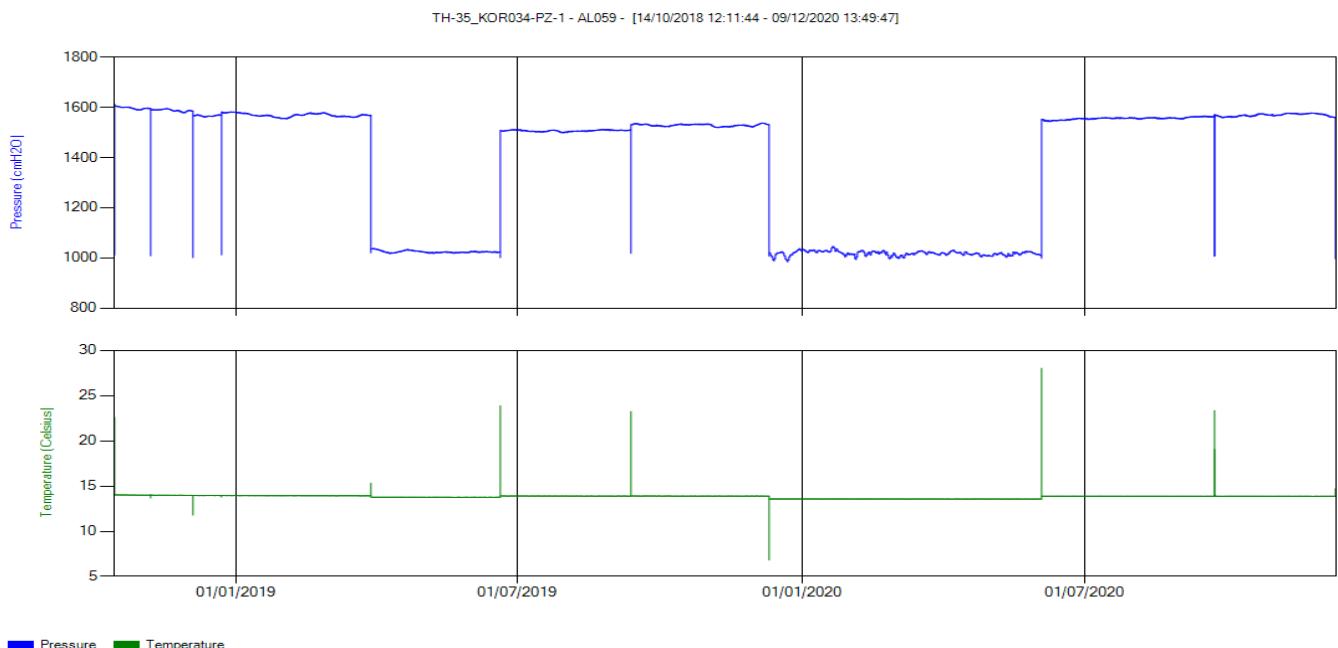
Datum poslednjeg merenja

11/1/2020 12:28:05 PM

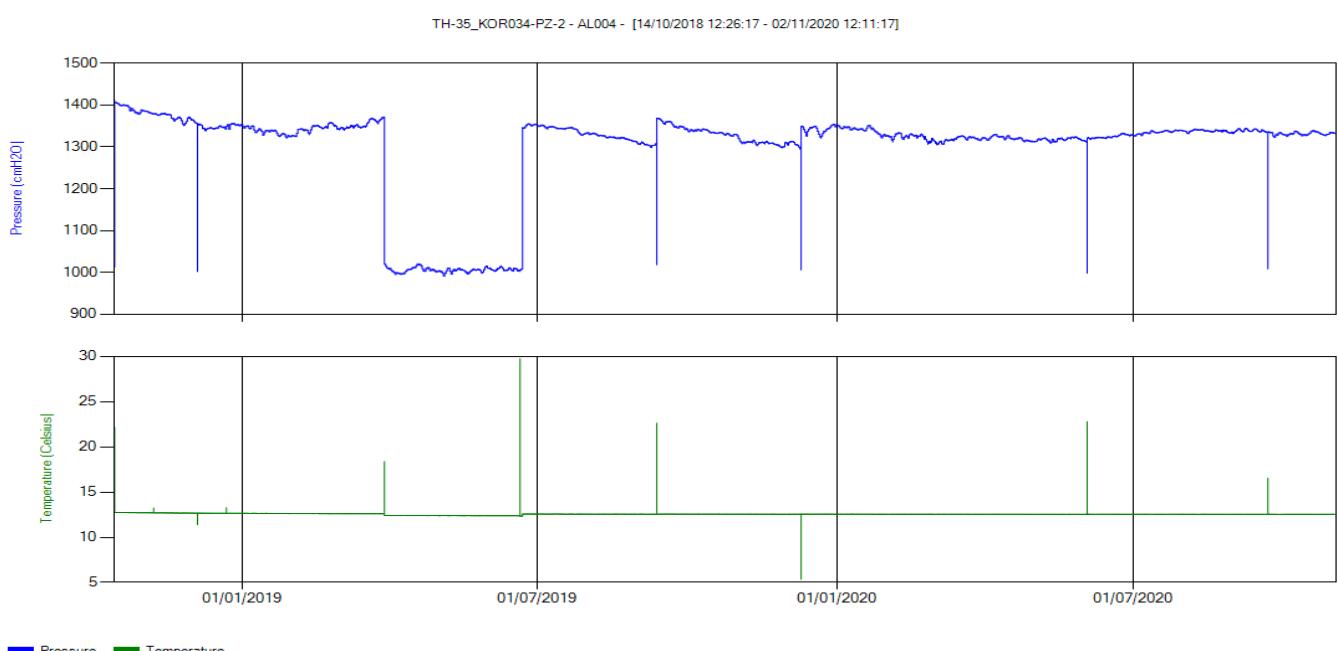
TH-46_KOR033-PZ-3 - AK965 - [13/10/2018 12:43:05 - 01/11/2020 12:28:05]



Objekat	KOR 034 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AL059	Datum početka merenja	10/14/2018 12:11:44 PM
Ukupan broj podataka	75564	Datum poslednjeg merenja	12/9/2020 1:49:47 PM



Objekat	KOR 034 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AL004	Datum početka merenja	10/14/2018 12:26:17 PM
Ukupan broj podataka	72000	Datum poslednjeg merenja	11/2/2020 12:11:17 PM



Objekat

KOR 035 PZ 1

Serijski broj dajvera

AL424

Ukupan broj podataka

75645

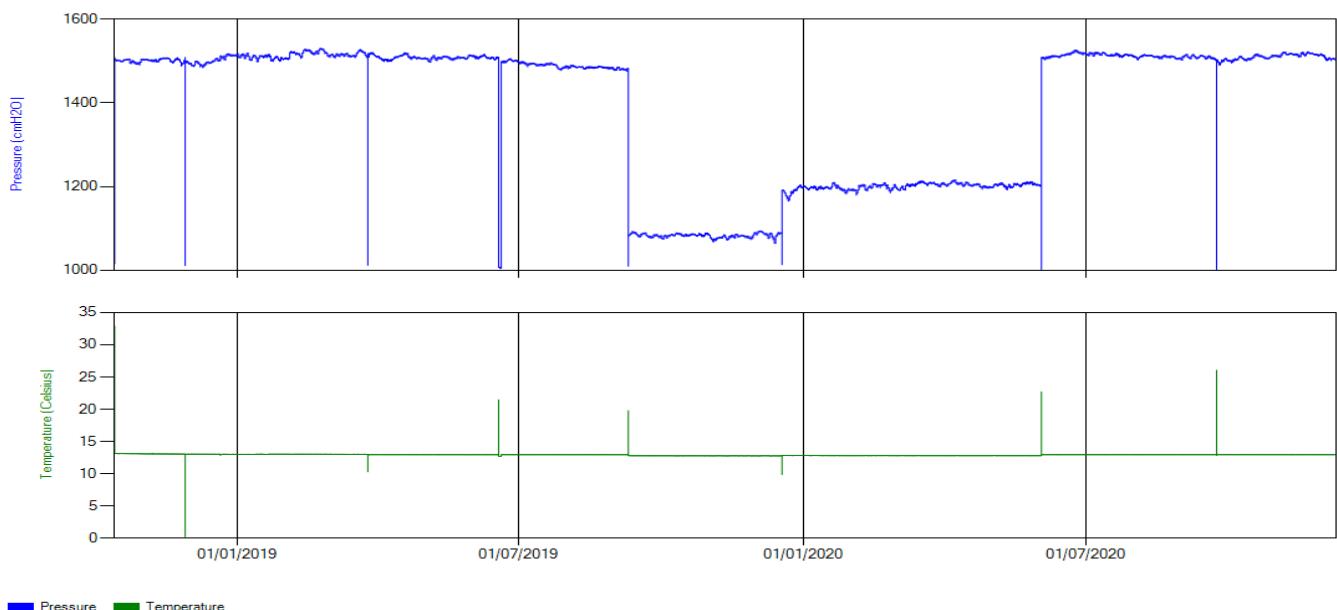
Datum početka merenja

10/13/2018 1:26:56 PM

Datum poslednjeg merenja

12/9/2020 11:14:48 AM

TH-50_KOR035-PZ-1 - AL424 - [13/10/2018 13:26:56 - 09/12/2020 11:14:48]



Objekat

KOR 035 PZ 2

Serijski broj dajvera

AL016

Datum početka merenja

10/14/2018 1:51:59 PM

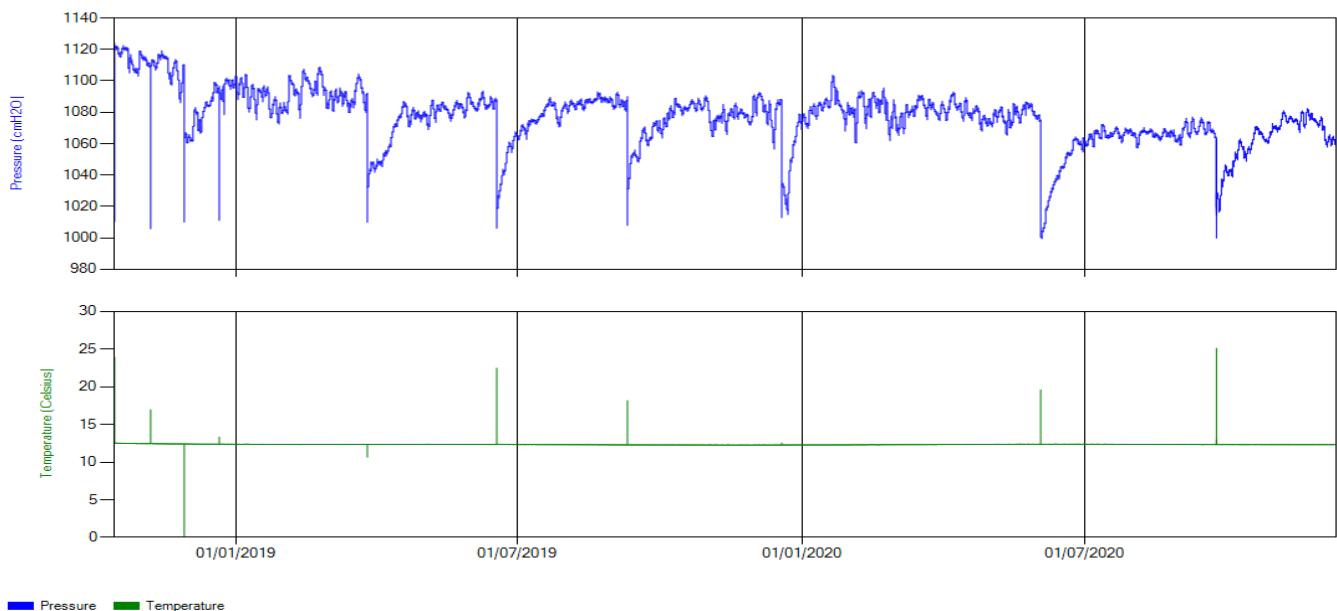
Ukupan broj podataka

75550

Datum poslednjeg merenja

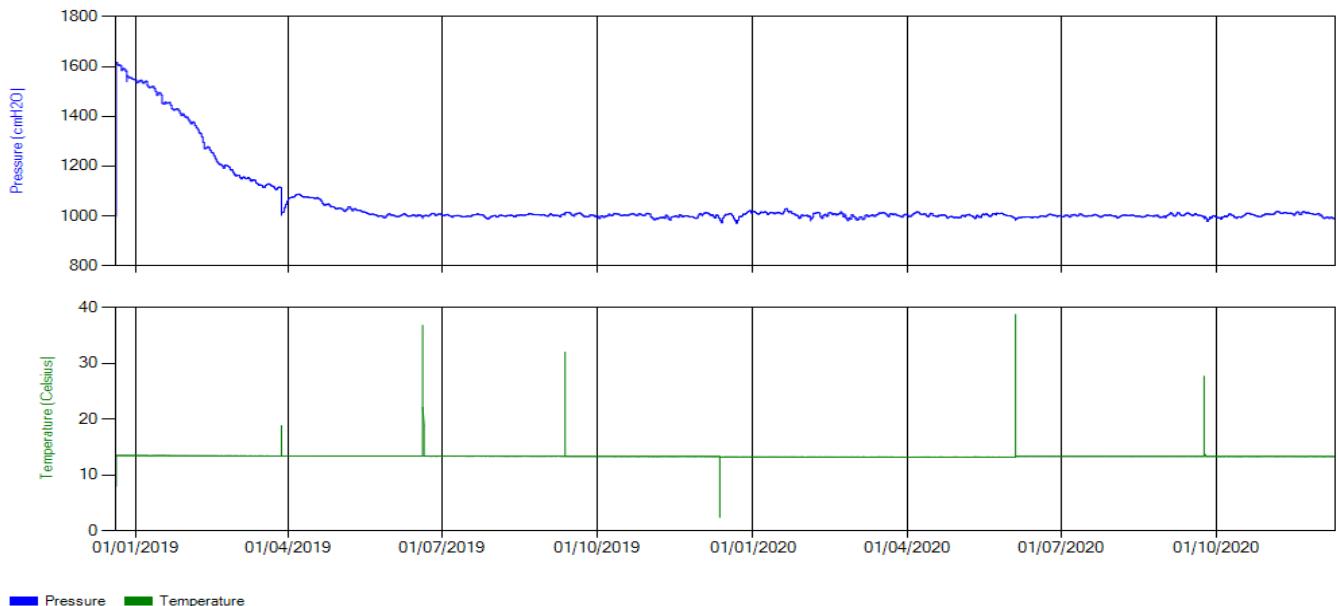
12/9/2020 11:54:22 AM

TH-50_KOR035-PZ-2 - AL016 - [14/10/2018 13:51:59 - 09/12/2020 11:54:22]



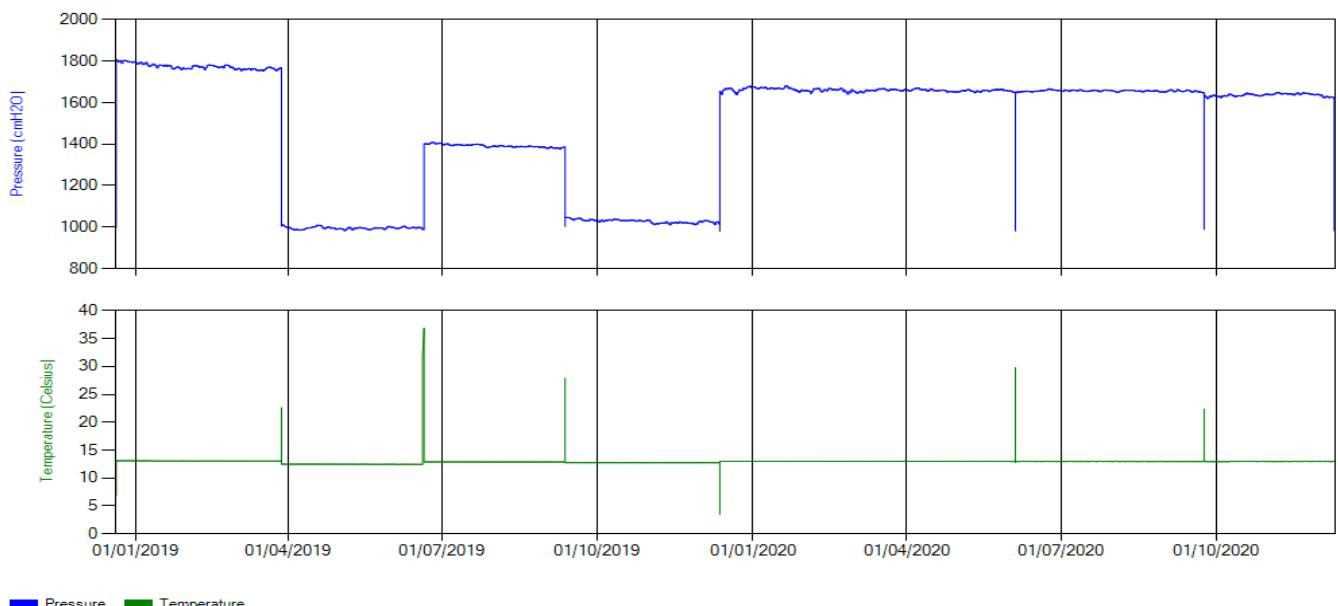
Objekat	KOR 036 PZ 1		
Serijski broj dajvera	AM694	Datum početka merenja	12/20/2018 10:14:09 AM
Ukupan broj podataka	69216	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 9:59:09 AM

KOR036-PZ-1 - AM694 - [20/12/2018 10:14:09 - 10/12/2020 09:59:09]



Objekat	KOR 036 PZ 2		
Serijski broj dajvera	AM700	Datum početka merenja	12/20/2018 10:20:10 AM
Ukupan broj podataka	69223	Datum poslednjeg merenja	12/10/2020 11:50:10 AM

KOR036-PZ-2 - AM700 - [20/12/2018 10:20:10 - 10/12/2020 11:50:10]



PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU JADAR

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

KNJIGA 5: MONITORING BUNARA PO DOMAĆINSTVIMA



SADRŽAJ KNJIGE 5:

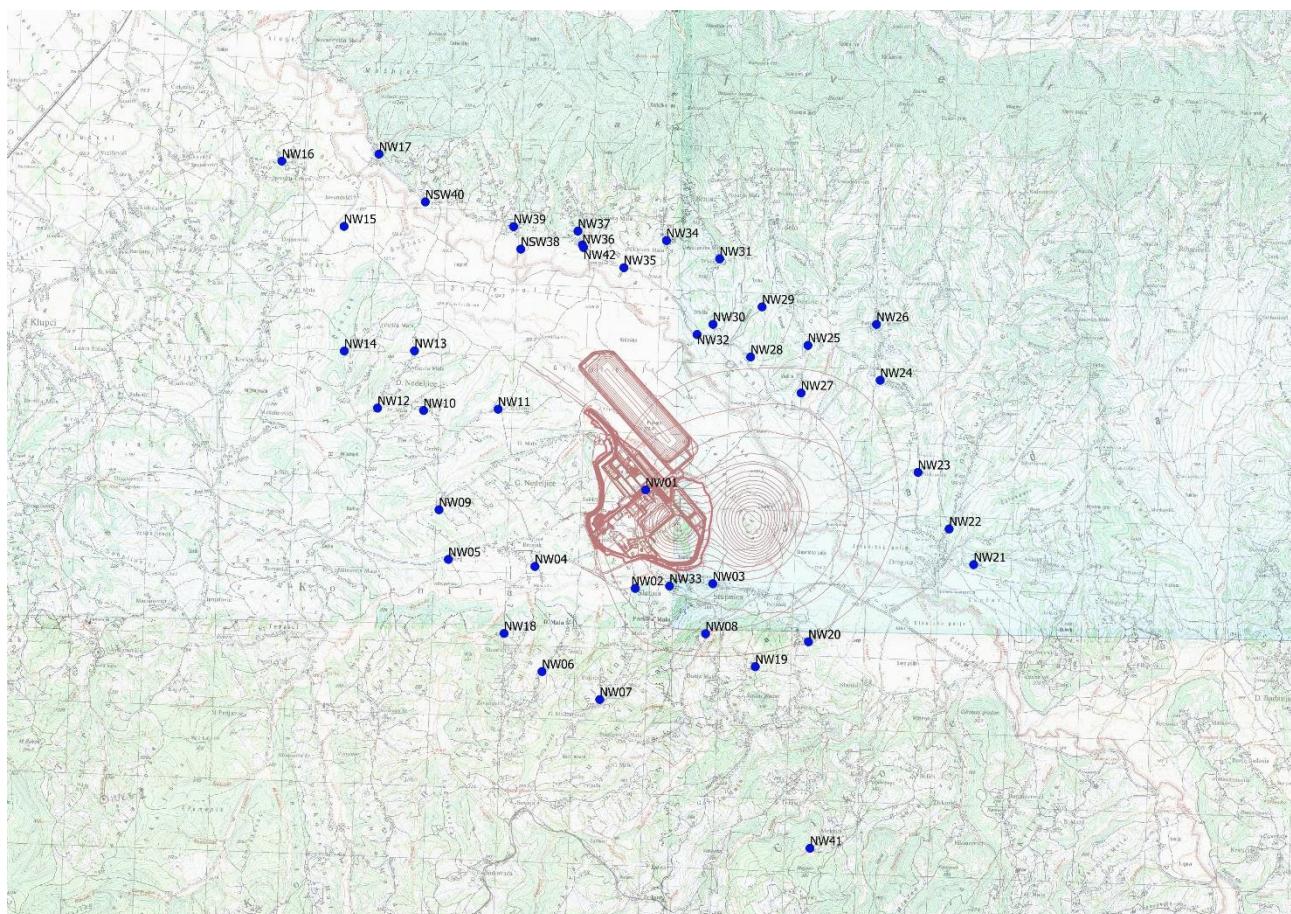
1	UVOD	2
2	REZULTATI	4
3	PRILOG I...	19

1 UVOD

U sklopu ugovorenih aktivnosti vezanih za monitoring nivoa i kvaliteta podzemnih voda na istražnim područjima u okviru projekta „Jadar“ u toku 2020.-2021. godine izvršeno je uzorkovanje odabralih bunara po domaćinstvima (Slika 1. Karta uzorkovanih bunara.)

Uzimajući u obzir epidemiološku situaciju, virus COVID 19 i činjenicu da je u periodu od marta do maja bilo objavljeno vanredno stanje na teritoriji Republike Srbije. Monitoring bunara po domaćinstvima je tokom 2020. godine izvršen samo tokom jula 2020.godine dok je druga kampanja uzorkovanja i merenja sprovedena početkom februara 2021. godine.

Ukupno je uzorkovano i ispitano 40 uzoraka vode iz bunara po domaćinstvima, u svakoj kampanji, uz prethodnu najavu vlasnicima bunara. Prostorna dispozicija uzorkovanih bunara prikazana je na slici 1.



Slika 1. Karta sa lokacijama uzorkovanih bunara

Prilikom uzorkovanja meren je i nivo vode u bunarima i dokumentovane su informacije o prisutnosti javnog vodosnabdevanja u domaćinstvu kao i korišćenju bunarske vode za različite namene.

Osnovni in-situ parametri kvaliteta vode (temperatura vode, koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi, saturacija vode kiseonikom, pH, specifična elektroprovodljivost i mutnoća) mereni su na terenu prilikom uzorkovanja uz pomoć YSI ProDSS multiparametarske sonde.

Koordinate bunara date su u tabeli 1.

Tabela 1. Lokacije uzorkovanih bunara

Lokacija	X	Y
NW01	7370428	4931591
NW02	7370286	4930227
NW03	7371359	4930291
NW04	7368894	4930530
NW05	7367695	4930628
NW06	7368992	4929075
NW07	7369793	4928688
NW08	7371259	4929598
NW09	7367565	4931316
NW10	7367351	4932690
NW11	7368385	4932708
NW12	7366714	4932723
NW13	7367226	4933517
NW14	7366252	4933514
NW15	7366249	4935240
NW16	7365388	4936143
NW17	7366734	4936241
NW18	7368467	4929603
NW19	7371948	4929142
NW20	7372685	4929486
NW21	7374976	4930555
NW22	7374635	4931049
NW23	7374204	4931833
NW24	7373679	4933109
NW25	7372678	4933592
NW26	7373628	4933883
NW27	7372584	4932932
NW28	7371884	4933431
NW29	7372043	4934125
NW30	7371362	4933883
NW31	7371455	4934790
NW32	7371142	4933743
NW33	7370760	4930259
NW34	7370717	4935044
NW35	7370127	4934668
NW36	7369552	4934985
NW37	7369491	4935175
NSW38	7368699	4934925
NW39	7368599	4935237
NSW40	7367375	4935578
NW41	7372707	4926627
NW42	7369568	4934948

2 REZULTATI

Monitoring vode u domaćinstvima je deo monitoringa nultog stanja.

Relevantne informacije o uzorkovanju svakog bunara, parametrima koji prekoračuju granične vrednosti propisane Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019) i slika svakog bunara date su u nastavku ovog izveštaja.

Rezultati ispitivanja vode tokom kampanje uzorkovanja u junu 2020. poređeni su sa graničnim vrednostima propisanim Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS br.42/1998-4,44/199-19,28/2019-114). Slika svakog bunara data je u nastavku ovog izveštaja. Od 40 ispitanih bunara, 38 je mikrobiološki neispravno dok je koncentracija bora (B) u 5 uzorka iznad granične vrednosti od 1 mg/l.

Rezultati ispitivanja vode tokom kampanje uzorkovanja u februaru 2021. takođe su poređeni su sa graničnim vrednostima propisanim Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS br.42/1998-4,44/199-19,28/2019-114). Od 40 ispitanih bunara, 35 je mikrobiološki neispravno dok je koncentracija bora (B) u 4 uzorka iznad granične vrednosti od 1 mg/l.

Tabela 2. Uporedni prikaz nivoa vode u bunarima tokom dve kampanje uzorkovanja.

Bunar	Nivo vode (m)	
	Jun-20	Feb-21
NW1	0	0
NW2	0	0
NW3	1.5	1.14
NW4	4.28	3.67
NW5	15.23	13.81
NW6	1.07	0.99
NW7	3.5	1.82
NW8	0	1
NW9	8.28	6.21
NW10	24.63	24.62
NW11	0	0
NW12	25.08	25.26
NW13	14.42	13.81
NW14	0	0
NW15	6.17	1.03
NW16	20.86	20
NW17	5.36	3
NW18	0.3	0.2
NW19	0	0
NW20	0	0
NW21	15.25	13.65
NW22	20.55	20.1
NW23	12.9	0
NW24	24.25	23.69
NW25	14.32	13.48
NW26	4.76	4.94
NW27	1.5	0.1
NW28	4.62	3.53
NW29	0	
NW30	12.1	9.22
NW31	20.27	17.15
NW32	2.5	0
NW33	0.48	0.48
NW34	10.58	0.67
NW35	3.1	1.23
NW36	3.88	2.04
NW37	11.32	
NSW38	3.99	1.93
NW39	6.5	0.45
NSW40	1	0.2
NW41		3.81
NW42		0

NW1

	Naselje G. Nedeljice	Prisustvo javnog vodovoda <input checked="" type="checkbox"/> Da	Zapažanja Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku i piće tokom leta.
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020 Boja, mutnoća, nitrati, antimon (Sb), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Februar 2021 Boja, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.	

NW2

	Naselje Slatina	Prisustvo javnog vodovoda <input checked="" type="checkbox"/> Da	Zapažanja Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku i piće tokom leta. Beli crvi u vodi.
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020 Boja, mutnoća, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Februar 2021 Boja, mutnoća, mangan (Mn) ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.	

NW3

	Naselje Slatina	Prisustvo javnog vodovoda <input checked="" type="checkbox"/> Da	Zapažanja Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku. Stanovnici je ne piju jer imaju opštinski vodovod.
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020 pH, mutnoća, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Februar 2021 Boja, mutnoća, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.	

NW4

	Naselje	Korenita
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja		Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku. Stanovnici je ne piju jer imaju opštinski vodovod.
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, gvožđe (Fe), Mangan (Mn), Antimon (Sb), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne koliformne bakterije.	

NW5

	Naselje	Korenita
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja		Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	

NW6

	Naselje	Korenita
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja		Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku i piće tokom leta.
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, antimon (Sb), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	

NW7

	Naselje	Stupnica
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku. Stanovnici je ne piju, jer imaju opštinski vodovod.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, nitrati, antimon (Sb), Bor (B), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	

NW8

	Naselje	Stupnica
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Kaptiran bunar/bazen koji koristi 6-7 kuća.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, Antimon (Sb), pH, mutnoća, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	

NW9

	Naselje	G. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Voda se povremeno koristi za navodnjavanje bašte, stoku i piće tokom leta.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, pesticidi, Antimon (Sb), ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	
		Boja, mutnoća, gvožđe (Fe), ukupne koliformne bakterije.

NW10

	Naselje	D. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Jun 2020		Februar 2021

Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, nitrati, Bor (B), ukupne koliformne bakterije, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode.	
---	---	--

NW11

	Naselje	D. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Bunar sa pumpom, dubok 100 m, koristi se samo za baštu. Domaćin kaže da se voda pokvarila, osušio se pasuli i soja nakon zalivanja ovom vodom.	
Jun 2020		Februar 2021

Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, pH, Kalcijum (Ca), Sulfati, Bor (B), Antimon (Sb).	Boja, mutnoća, Bor (B)
---	---	------------------------

NW12

	Naselje	D. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Jun 2020		Februar 2021

Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Mutnoća, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h.
---	---	--

NW13

	Naselje	D. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, nitrati, antimon (Sb), ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW14

	Naselje	D. Nedeljice
	Prisustvo javnog vodovoda	-
Zapažanja	Izvor pored puta, stanovnici sela piju ovu vodu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Antimon (Sb)	Mutnoća, streptokoke fekalnog porekla.

NW15

	Naselje	Bradic
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Nije u upotrebi jer su priključeni na opštinsku mrežu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, boja, potrošnja Kalijum permanganata, Mangan (Mn), ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupne , utrošak kalijum permanganata, streptokoke fekalnog porekla.

NW16

 <p>Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)</p>	<table border="1"> <tr> <td>Naselje</td><td>Lipnica</td></tr> <tr> <td>Prisustvo javnog vodovoda</td><td>Da</td></tr> <tr> <td>Zapažanja</td><td>Koristi se samo kao tehnička voda.</td></tr> </table>	Naselje	Lipnica	Prisustvo javnog vodovoda	Da	Zapažanja	Koristi se samo kao tehnička voda.
Naselje	Lipnica						
Prisustvo javnog vodovoda	Da						
Zapažanja	Koristi se samo kao tehnička voda.						
<table border="1"> <tr> <td>Jun 2020</td><td>Februar 2021</td></tr> </table>	Jun 2020	Februar 2021					
Jun 2020	Februar 2021						
	<table border="1"> <tr> <td>Mutnoća, koliformne bakterije, fekalne streptokoke.</td><td>Mutnoća, boja, streptokoke fekalnog porekla.</td></tr> </table>	Mutnoća, koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Mutnoća, boja, streptokoke fekalnog porekla.				
Mutnoća, koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Mutnoća, boja, streptokoke fekalnog porekla.						

NW17

 <p>Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)</p>	<table border="1"> <tr> <td>Naselje</td><td>Bradic</td></tr> <tr> <td>Prisustvo javnog vodovoda</td><td>Da</td></tr> <tr> <td>Zapažanja</td><td>Povremeno se korist za zalivanje bašte i stoku.</td></tr> </table>	Naselje	Bradic	Prisustvo javnog vodovoda	Da	Zapažanja	Povremeno se korist za zalivanje bašte i stoku.
Naselje	Bradic						
Prisustvo javnog vodovoda	Da						
Zapažanja	Povremeno se korist za zalivanje bašte i stoku.						
<table border="1"> <tr> <td>Jun 2020</td><td>Februar 2021</td></tr> </table>	Jun 2020	Februar 2021					
Jun 2020	Februar 2021						
	<table border="1"> <tr> <td>Boja, mutnoća, pH, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.</td><td>Boja, mutnoća, utrošak kalijum permanganata, ortofosfati, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.</td></tr> </table>	Boja, mutnoća, pH, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, utrošak kalijum permanganata, ortofosfati, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.				
Boja, mutnoća, pH, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, utrošak kalijum permanganata, ortofosfati, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.						

NW18

 <p>Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)</p>	<table border="1"> <tr> <td>Naselje</td><td>Korenita</td></tr> <tr> <td>Prisustvo javnog vodovoda</td><td>Da</td></tr> <tr> <td>Zapažanja</td><td>Bunar se nalazi pored puta, voda se povremeno koristi.</td></tr> </table>	Naselje	Korenita	Prisustvo javnog vodovoda	Da	Zapažanja	Bunar se nalazi pored puta, voda se povremeno koristi.
Naselje	Korenita						
Prisustvo javnog vodovoda	Da						
Zapažanja	Bunar se nalazi pored puta, voda se povremeno koristi.						
<table border="1"> <tr> <td>Jun 2020</td><td>Februar 2021</td></tr> </table>	Jun 2020	Februar 2021					
Jun 2020	Februar 2021						
	<table border="1"> <tr> <td>Boja, mutnoća, nitrati, ortofosfati, ukupne fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.</td><td>Boja, mutnoća, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.</td></tr> </table>	Boja, mutnoća, nitrati, ortofosfati, ukupne fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.				
Boja, mutnoća, nitrati, ortofosfati, ukupne fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.						

NW19

	Naselje	Stupnica
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	Zahvaćen bunar/bazen koji koristi 6-7 kuća.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, pH, Antimon (Sb), ukupne fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, Bor (B), ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW20

	Naselje	Surice
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	Voda se koristi stalno, kuća nema prikljičak na opštinsku mrežu.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije.	Boja, mutnoća, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW21

	Naselje	Simino Brdo
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	U stalnoj upotrebi nema priključak na gradsku mrežu. Pre 3 nedelje bačen hlor u bunar.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, boja, antimon (Sb), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Mutnoća, boja, streptokoke fekalnog porekla.

NW22

	Naselje	Draginac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se samo kao tehnička voda.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, amonijum ion, sulfati, magnezijum (Mg), Gvožđe (Fe), mangan (Mn), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 37 °C u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne	Mutnoća, boja, Mangan (Mn), streptokoke fekalnog porekla.

NW23

	Naselje	Jarebice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, nitriti, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije.

NW24

	Naselje	Jarebice
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW25

	Naselje	Veliko Selo
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020	Februar 2021

Mutnoća, nitrati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.

NW26

	Naselje	Jarebice
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	U stalnoj upotrebi nema priključak na opštinsku mrežu.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020	Februar 2021

Mutnoća, boja, nitrati, ukupne koliformne bakterije.

Mutnoća, Bor (B), ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW27

	Naselje	Veliko Selo
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Jun 2020	Februar 2021

Mutnoća, boja, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.

Boja, mutnoća, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW28

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, boja, aluminijum (Al), nitriti, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW29

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Mutnoća, antimon (Sb), ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije.	

NW30

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Jun 2020		Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, gvožđe (Fe), koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW31

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, potrošnja Kalijum-permanganata, nitriti, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW32

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Za zalivanje bašte, napajanje stoke.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, nitriti, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, utrošak kalijum permanganata, ortofosfati, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW33

	Naselje	Slatina
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, antimon (Sb), ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, bor (B), ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW34

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, sulfati, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, streptokoke fekalnog porekla.

NW35

	Naselje	Brnjac
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, pH, mutnoća, potrošnja kalijum-permangata, ortofosfati, antimон (Sb).	Mutnoća, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW36

	Naselje	Bradic
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Koristi se kao tehnička voda i za piće tokom leta.	
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, ortofosfati, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, mutnoća, utrošak kalijum permanganata, ortofosfati, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW37

	Naselje Bradic	Prisustvo javnog vodovoda Da
Zapažanja	Niko nije kod kuće. Bunar se nalazi u dvorištu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, ortofosfati, potrošnja kalijum permanganata, amonijum ion, aluminijum (Al), ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	

NSW38

	Naselje Bradic	Prisustvo javnog vodovoda Da
Zapažanja	Nalazi se u napuštenom dvorištu, vlasnici žive u Beogradu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, potrošnja kalijum permanganata, amonijum ion, ortofosfati, aluminijum (Al), aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne	Boja, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW39

	Naselje Bradic	Prisustvo javnog vodovoda Ne
Zapažanja	Za zalivanje bašte, napajanje stoke i piće. Nemaju priključak na opštinsku mrežu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, pH, mutnoća, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, koliformne bakterije fekalnog porekla, streptokoke fekalnog porekla.

NSW40

	Naselje	Bradic
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Povremeno se koristi za zalivanje bašte i stoku. Ne koristi se za piće, jer imaju priključak na opštinsku mrežu.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)	Boja, mutnoća, potrošnja kalijum permanganata, aerobne mezofilne bakterije na agaru posle inkubacije od 48 časova na 310,16 K (37 °C) u 1 ml vode, ukupne fekalne koliformne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne streptokoke.	Boja, gvožđe (Fe), mangan (Mn), koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW41

	Naselje	Dvorska
	Prisustvo javnog vodovoda	Ne
Zapažanja	Bunar u Dvorskoj.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)		Ukupan broj mezofilnih bakterija u 1 ml na 37°C/48 h, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

NW42

	Naselje	Bradic
	Prisustvo javnog vodovoda	Da
Zapažanja	Bunar povezan na pumpu koja pumpa vodu na slavinu. Povremeno se koristi za zalivanje bašte i druge svrhe.	
	Jun 2020	Februar 2021
Parametri koji prokoračuju granične vrednosti predviđene Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl.Glasnik RS 28/2019)		Boja, koliformne bakterije fekalnog porekla, ukupne koliformne bakterije, streptokoke fekalnog porekla.

PRILOG 1:

KONTROLA KVALITETA

KONTROLA KVALITETA

Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara

Laboratorija „Jaroslav Černi“ je akreditovana za proces uzorkovanja i ispitivanja vode za piće, površinskih i podzemnih voda u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Laboratorijska ispitivanja i merenja „in situ“ na terenu sprovode se prema standardnim metodama - Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017, APHA, AWWA, WEF, (SMEWW 23rd), SRPS-ISO, US-EPA i dokumentovanim metodama razvijenim u laboratoriji.

Za potvrdu ispitnih metoda sproveden je postupak validacije i verifikacije kao potvrda njihove pouzdanosti za primenu u procesima ispitivanja. Kriterijumi prihvatljivosti validacionih i verifikacionih parametara definisani su prema zahtevima standardnih metoda kao i preporukama Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Koraci u proces kontrole i potvrde kvaliteta su:

- Kontrola kontaminacije na uzorkovanju:
 - *Blank transporta – deionizovana voda koja se tretira kao uzorak, identificuje greške ili kontaminaciju uzorka;*
- Kontrola laboratorijske opreme:
 - *Kalibracioni blank – deionizovana voda procesuirana kao uzorak u cilju da se eliminiše odgovor svih reagenasa koji se koriste u procedu prirpeme uzorka za analizu- "nula" instrumenta. U sekvenci analize uvek je ispred uzorka i kontrolnog standarda.*
 - *Kalibracioni standardi – kalibracija opreme i kontrolne karte, u sekvenci analize je odmah nakon kalibracionog blanka a pre uzorka.*
- Kontrola preciznosti procesa uzrokovana i ispitnih metoda:
 - kroz duplike realnih uzoraka.

a rezultati vrednuju preko RPD-vrednosti (jed.1).

- Kontrola tačnosti ispitnih metoda:
 - *sertifikovani referenti materijal (CRM),*
 - *laboratorijski kontrolni uzoraka (LCS) duplikat (LCSD),*
 - *referentni materijal ostatak od PT-šema (RM-PT),*
 - *matriks spajk (MS) imatriks spajk duplikat (MSD)*
- a rezultati vrednuju preko rikaverija (jed.2) i rikaveri spajka. (jed.3.).
- Kontrola i potvrda performansi ispitnih metoda u laboraotroji:
 - *upoređivanjem rezultata ispitivanja sa rezultatima ostalih Laboratorija učestvovanjem u međunarodnim poređenjima performansi - PT šemama*

Na području Jadar uzorkovana je i voda iz bunara privatnih domaćinstva i analizirana na parametre prema Pravilniku vode za piće. U prvom ciklusu, januar 2020 uzorkvana je voda iz bunara 12 domaćinstava a u julu 2020. iz 40 domaćinstava

Laboratorija je u svojim dokumetima propisala da se za potrebe kontrole kvaliteta na svakih dvadeset uzoraka u kampanji uzima jedan dupli uzorak.

Laboratorija obezebeđuje pouzdanost svojih rezultata primenom procedure za obezbeđivanje validnosti rezultatata laboratorijskog ispitivanja i uputstava za procenu merne nesigurnosti.

Vrednovanje preciznosti vršeno je preko relativne procentne razlike – RPD vrednosti za merenja duplih uzoraka ili merenja u duplikatu, (jed. 1).

$$RPD (\%) = 100 \times \frac{(X_1 - X_2)}{\left[\frac{X_1 + X_2}{2} \right]} \quad (\text{jed.1}).$$

X_1 -izmerena vrednost za laboratorijski kontrolni uzorak (LCS);
 X_2 -zmerena vrednost za laboratorijski dupli uzorak (LCSD);

Tačnost ispitnih metoda proveravana je preko rikaverija („recovery“) – R (%) CRM-a (i/ili RM-PT) i/ili „recovery“ spajka.

„Recovery“ – R (%) (jed.2.) veličina koja predstavlja odnos izmerene i tačne vrednosti je parametar za ocenu tačnosti ispitnih metoda i/ili pouzdanosti rada analitičara.

$$R (\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{X_{\text{lab}}}{X_{\text{PT}}} \quad (\text{jed.2})$$

X_{lab} – vrednost PT-uzorka (i/ili CRM-a) izmerena u laboratoriji

X_{PT} – vrednost koju je dostavio PT provajder kao tačnu i /ili vrednost CRM-a iz sertifikata.

Uticaj matriksa na pouzdanost rezultata merenja proverava se spajkovanjem sertifikovanog referentnog materijala (CRM) koji sadrži ispitivani analit u matris (MS) i merenja u duplikatu (MSD). Rikaveri spajka određuje se prema sledećoj jednačini.

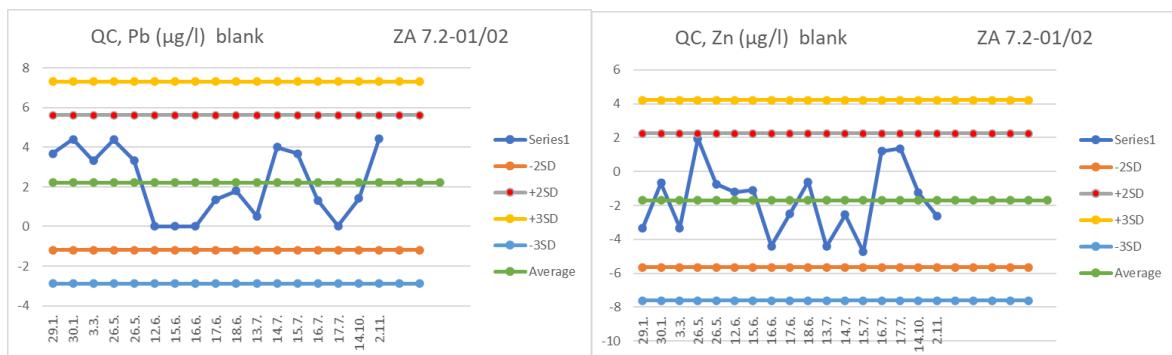
$$Rsp(\text{recovery}) (\%) = 100 \times \frac{(X_{\text{sp}} - X_o)}{sp.conc} \quad (\text{jed.3})$$

X_{sp} – koncentracija analita u uzorku izmerena nakon spajkovanja

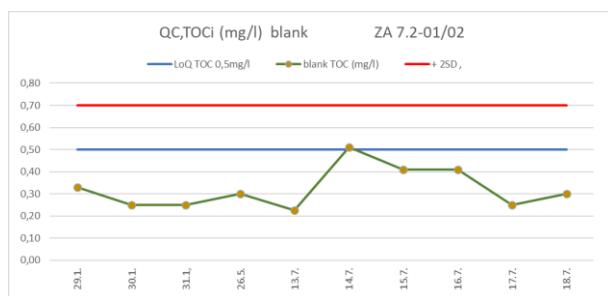
X_o – koncentracija analita u uzorku izmerena pre spajkovanja

sp.conc – koncentracija koja je spajkovana u uzorak.

Blank transport dat je naprimjeru kontrolnih QC karti za metale: olovo i cink a uzorak je bio dejonizovana voda koja je nošena na teren i tretirana kao uzorak (sl.1). Kontrolne linije predstavljaju + 2std (linija upozorenja) i + 3std (linija akcije).



Slika 1. Blank transporta – kontrola kontaminacije metalima: olovo i cink, Jadarski uzorkovana 2020.



Slika 2. Blank transporta – kontrola organske kontaminacije: TOC (mg/l), Jadarski uzorkovana 2020.

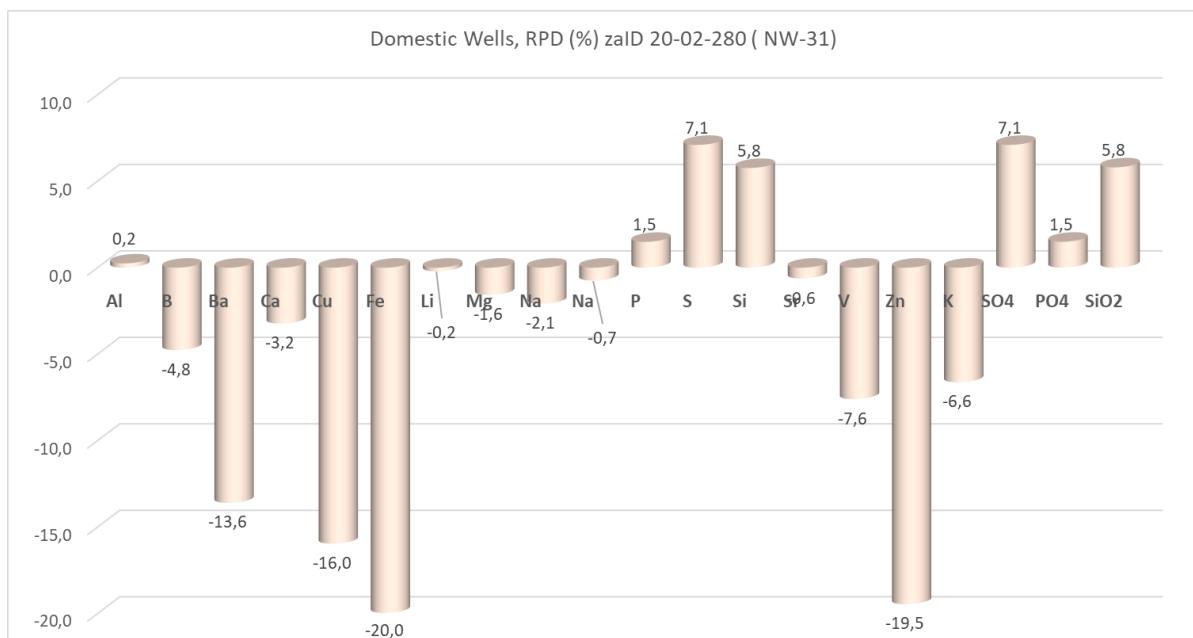
Ukupni organski ugljenik (TOC) uzet je kao kontrolni parametar praćenja organske kontaminacije uzorka na terenu tokom uzorkovanja (sl. 2). Prva koontrolna linije je limit kvantifikacije metode ($> 0,5\text{mg/l}$) a druga kontrolna linija – linija upozorenja je $+2\text{stddev blanka}$.

Provera preciznosti uzorkovanja i laboratorijskog ispitivanja data je na primeru duplih merenja voda iz bunara sa područja Jadar za metode iz sledećih tehnika: UV-VIS, trubidimetrije, volumetrije, UV-persulfatne oksidacije poddiscipline (tabela 1). Izračunata RPD-vrednost je u opsegu 0,6% do 18% i unutar je zadatog validacionog kriterijuma od $\pm 20\%$. Može se konstatovati da je preciznost ispitivanja zadovoljavajuća.

Tabela 1. RPD vrednost za duplike uzorake podzemnih voda iz bunara domaćinstava sa područja Jadar za 2020., Kriterijum RPD je $\pm 20\%$

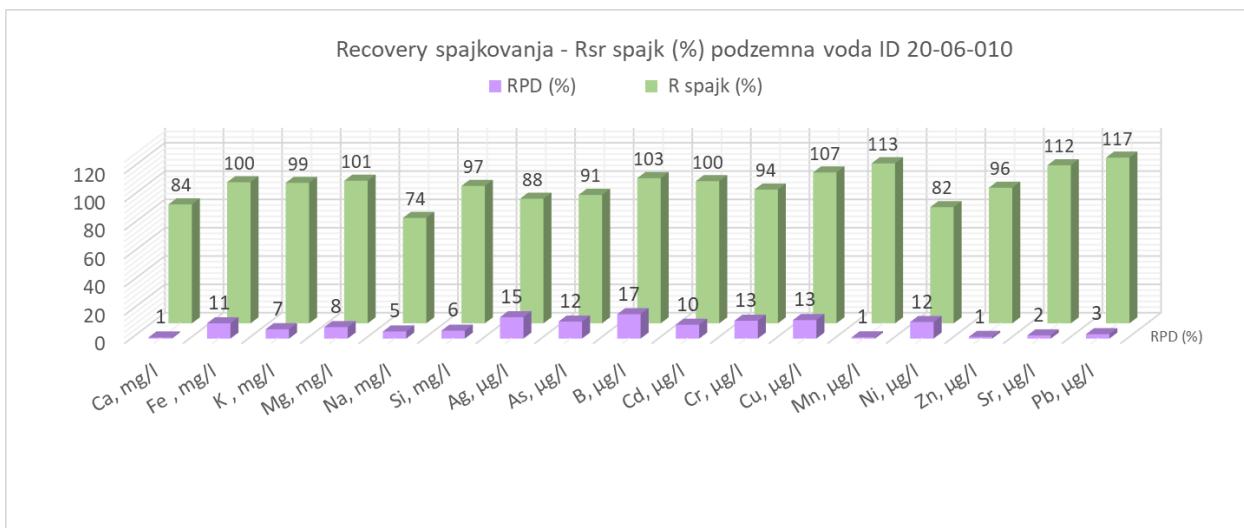
ID DW	Naziv	Metoda	tehnika	X1	X2	Xsr	LoQ	RPD (%)
20-02-001	DW-01	SO4	TURB	28,69	28,33	28,5	(2-40)mg/l SO ₄ ²⁻	1,3
20-02-308	NW-29	Mutnoća	TURB	1,6	1,8	1,7	(0-1000) NTU	11,8
20-02-001	DW-01	bikarbonati	VOL.	222,7	219,6	221,1	$\geq 5\text{mgCaCO}_3/\text{l}$	1,4
20-02-001	DW-01	alkalitet	VOL.	182,05	180,0	181,0	$\geq 5\text{mgCaCO}_3/\text{l}$	1,1
20-02-308	NW-29	alkalitet	VOL.	286,9	294,0	290,4	$\geq 5\text{mgCaCO}_3/\text{l}$	-2,4
20-02-308	NW-29	KMnO4	VOL.	1,28	1,55	1,42	$\geq 0,05\text{mg/l}$	-19,1
20-02-308	NW-29	Cl ⁻	VOL.	1,91	1,78	1,84	$\geq 5\text{mg/l}$	7,0
20-02-308	NW-29	NH4	UV-VIS	0,005	0,006	0,0055	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	-18,2
20-02-308	NW-29	NO3	UV-VIS	0,078	0,069	0,074	$\geq 0,05\text{mgN/l}$	12,2
20-02-308	NW-29	boja	UV-VIS	3,15	3,17	3,16	(1-500 Co-Pt)	-0,6

Preciznost određivanja sadržaja metala (metoda SMEWW 23rd 3120, ICP-OES tehnika) vode za piće sa područja Jadar, određena preko RPD vrednosti kreće se u opsegu -20% za gvožđe i cink do + 6 % za silicijum (sl. 2). Kriterijum prihvatljivosti za metodu metoda SMEWW 23rd 3120, utvrđena u postupku verifikacije je $\pm 20\%$.



Slika 3. Relativna procentna razlika (RPD %) duplikata za ICP-OES tehniku za vodu iz binara NW-31 sa područja Jadar uzorkovana julu 2020.

Provera preciznosti i tačnosti ispitne metode ilustrovana je primerom spajkovanja u duplikatu (matriks spajk -MS i matriks spajk duplikat-MSD), za metodu određivanja sadržaja metala (SMEWW 23rd, 3120B). Uzorak vode za piće sa 10ppb setirifikovanog standarda smeše metala (LCS -CPA-Chem, lot 712255) a rezultati RPD-vrednosti i „recovery“ prikazani na slici 3.



Slika 4. Relativna procentna razlika (RPD %) i recovery matriks spajk (MS) i matriks spajk duplikat (MSD) duplih merenja za ICP-OES tehniku (određivanje sadržaja metala) za vode iz bunara domaćinstva sa područja Jadar uzorkovane u januaru 2020.

Najveća vrednost recovery dobijena je za olovu (117%) a najveća vrednost za RPD vrednost za bor (17%). Može se konstatovati da su i preciznost i tačnost unutar zadatih kriterijuma: (80-120)% za tačnost, odnosno ± 20% za preciznost.

Kontrola kvaliteta metoda ispitivanja – realizacija učešća na PT-aktivnostima

Pouzdanost metoda ispitivanja i rada analitičara potvrđena je kroz učešće na međunarodnim međulaboratorijskim poređenjima – PT-šeme koja se u skladu sa zahtevima standarda SRPS-ISO/IEC 17025:2017 sprovode minimum jednom u četiri godine za svaku metodu ispitivanja.

Laboratorija svake godine priprema petogodišnji plan učešća na PT-šemama i prati realizaciju istog. Kontrola kvaliteta -sprovedena kroz učešće na PT-aktivnosti vrednuje se preko z-score:

$$z - score = \frac{(X_{lab} - X_{PT})}{SDPA}$$

X_{lab} – je rezultat PT-uzorka izmeren u laboratoriji

X_{PT} – rezultat PT uzorka određen kod PT-provajdera.

SDPA – standardna devijacija vrednosti svih učesnika u PT šemi.

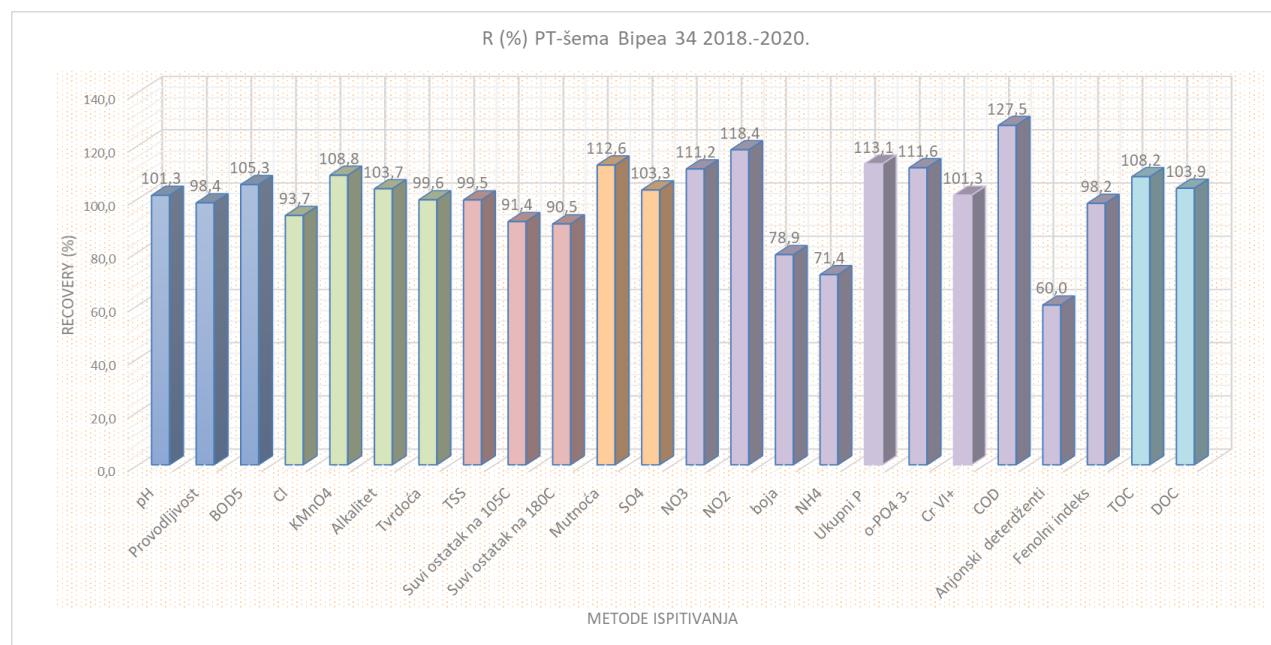
Rezultati z-score grupisani su za svaku tehniku ispitivanja, izračunata je srednja vrednost z-score za metode koje pripadaju datoj poddisciplini a koje su bile prijavljene u periodu 2018.-2020.godine. (tabela 5.) u kojem su obuhvaćene sve metode ispitivanja koje su bile predmet ovog monitoringa, od toga za 55% metoda provera performansi urađena je u 2020.godini.

Tabela 2. Učešće na međunarodnim laboratorijskim ispitivanjima-PT-šema za medijum voda period 2018 -2020. god. Kriterijum ($z-score \leq \pm 3$).

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	EL.CHEM	pH	8,1	8,0	0,67
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	TRUB	Mutnoća (NTU)	58	51,5	0,74
2018.	BIPEA-34a sample 27 0234	ICP-OES	Na (mg/l)	9,9	10,6	-1,00
2018.	BIPEA-34a sample 10 1734	ICP-OES	Ca (mg/l)	93,9	98	-0,87
2019	BIPEA-34 sample 40-0134-0046	Chemluminisc.	Totalni azot	4,7	4,25	-0,75
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOI	Alkalitet (°f)	16,8	16,2	1,20
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	VOL	Tvrdoća (°f)	22,8	22,9	-0,14
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	Mg (mg/l)	13,22	12,96	0,42
	BIPEA-34 sample 30-0234-0192	ICP-OES	K (mg/l)	4,22	4,11	0,46
	BIPEA-34 sample 40-0334-0094	GRAV	TSS (mg/l)	20,9	21,0	-0,33
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Sivi ostatak na 105°C (mg/l)	911	997	-1,48

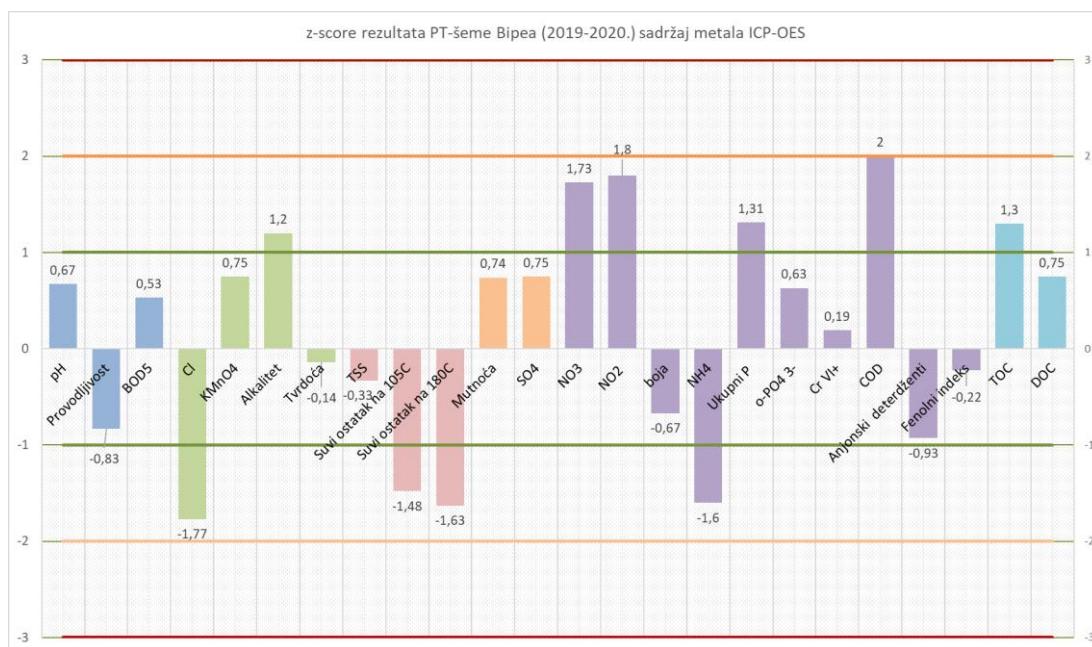
Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
	BIPEA-34 sample 5-4334-0084	GRAV	Suvi ostatak na 180°C (mg/l)	867	958	-1,63
2019	BIPEA-34 sample 29-1234-0050	ICP-OES	Sb (ppb)	36,4	41	-1,15
		ICP-OES	As (ppb)	22,5	23	-0,25
		ICP-OES	Ba (ppb)	117,4	124	-1,10
		ICP-OES	Be (ppb)	50,14	56	-1,47
		ICP-OES	B (ppm)	0,072	0,083	-1,38
		ICP-OES	Cd (ppb)	2,36	2,6	-1,20
		ICP-OES	Co (ppb)	78,8	81	-0,55
		ICP-OES	Cu (ppb)	84,3	82	+0,46
		ICP-OES	Mn (ppb)	24,0	28,0	-2,00
		ICP-OES	Mo (ppb)	25,1	27	-0,95
		ICP-OES	Ni (ppb)	77,4	81	-0,72
		ICP-OES	P (ppb)	370	346	0,77
		ICP-OES	Pb (ppb)	48	54	-1,5
		ICP-OES	Se (ppb)	38	45	-0,88
		ICP-OES	Sr (ppb)	420	382	2,00
		ICP-OES	V (ppb)	21,7	22	-0,15
		ICP-OES	Zn (ppb)	79	91	-1,71
2019	BIPEA-34 sample 09-3734-0064 Metali niska koncentracija	ICP-OES	Al (ppb)	22	16	1,5
		ICP-OES	As (ppb)	1,9	1,8	+0,5
		ICP-OES	Co (ppb)	3,11	3,3	-0,95
		ICP-OES	Cu (ppb)	3,5	4,1	-0,86
		ICP-OES	Li (ppb)	5,7	6,0	-0,50
		ICP-OES	Ni (ppb)	8,8	8,7	+0,14
		ICP-OES	V (ppb)	6,8	7,4	-1,20
		ICP-OES	Zn (ppb)	15,6	17	-0,70
Okt.2019.	BIPEA-34 sample 09-3434-0049	ICP-OES	Ag (ppb)	32	36	-0,50
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	UV-VIS	Ukupni fosfor (mgP/l)	0,294	0,260	1,31
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	o-PO_4^{2-} (mg/l)	0,48	0,43	+0,63
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Boja (mg/l Pt)	15	19	-0,67
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	Cr VI+	316	312	+0,19
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NH_4^+ (mg/l)	0,20	0,28	-1,60
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	UV-VIS	NO_2^- (mg/l)	0,58	0,49	+1,80
Feb 2020	BIPEA-34 sample 27-2534-0049	UV-VIS	COD	65	51	
Feb 2020	BIPEA-34 sample 41-0134-0113	VOL	KMnO4	2,90	2,52	0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	VOL	Cl^- (mg/l)	67,9	72,5	-1,77
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	TURB	SO_4^{2-} (mg/l)	95	92	+0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SO_4^{2-} (mg/l)	89	92	-0,75
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	ICP-OES	SiO_2 (mg/l)	14,2	14,4	-0,20
Feb 2020	BIPEA-34 sample 31-0234-00294	EL.CHEM	Provodljivost $\mu\text{S}/\text{cm}$	934	949	-0,83
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-0534-0022	UV-VIS	Anjonski deterdženti (mg/l)	0,075	0,125	-0,93
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Al (ppb)	64	70	-0,67
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Bi (ppb)	31	25	2,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Cr (ppb)	11	11	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Sn (ppb)	12	12	0,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Fe (ppb)	116	114	0,25
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Li (ppb)	37	36	0,50
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Mn (ppb)	39	42	-1,00
Mart 2020	BIPEA-34 sample 30-1234-0050	ICP-OES	Tl (ppb)	39	39	0,00
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	TOC (mg/l)	17,1	15,8	+1,30
April 2020	BIPEA-34 sample 42-0134-0123	UV-persulfatna oksidacija	DOC (mg/l)	16,0	15,4	+0,75
April 2020	BIPEA-34 sample 12-1734-0514	UV-VIS	NO_3^- (mg/l)	25,9	23,3	+1,73
Maj 2020	BIPEA-34 sample 15-1834-0009	UV-VIS	Fenolni indeks (mg/l)	0,108	0,11	-0,22

Laboratorija je vrednovala rezultate učešća u PT-aktivnostima u periodu 2019.-2020. godine analizom tačnosti prijavljenih rezultata preko vrednosti rikaverija (R) (%) (jed.2.):



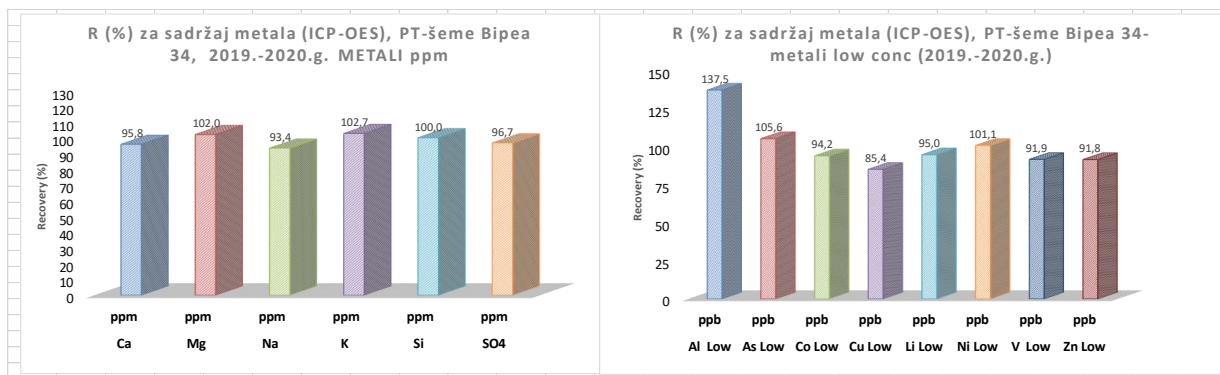
Slika 5. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemijska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018. - 2020.

Na osnovu slike 4. možemo konstatovati da se tačnost učešća na PT-aktivnostima u periodu 2018. – 2020. kreće u opsegu (80 – 111)% za većinu prijavljenih metoda, osim za: amonijak 71,4%, anjonske deterdžente -60% i COD – 127,5% a za koje je z-score u okviru zadatog kriterijuma što znači da je za date metode na osnovu rezultata svih učesnika u međulaboratorijskom poređenju, PT provajder definisao širi opseg prihvatljivih rezultata (sl.5.).



Slika 6. z-score“ – PT šema Bipea 34 metode ispitivanja iz sledećih tehnika: elektrohemijska, gravimetrijska, turbidimetrijska, UV-VIS i UV-persulfatna, za period 2018. - 2020.

Na slici 6. prikazane su vrednosti tačnosti vrednovane preko rikaverija za sadržaj metala u vodi i konstatiuje se tačnost određivanja metala u ppm koncentracijama (Ca, Mg, Na, K i Si) kreće od (93,4 – 102,7)%, što je odličan rezultat. Kada su u pitanju metali u niskim koncentracijama tačnost za metale As, Co, Cu, Li, V i Zn kreće se u opsegu (85,4 -105,6)%, osim za Aluminijum koji je nešto viši 137,5% što je prihvatljiv rezultat obzirom da je z-score u granicama prihvatljivosti ± 3 (-0,67).

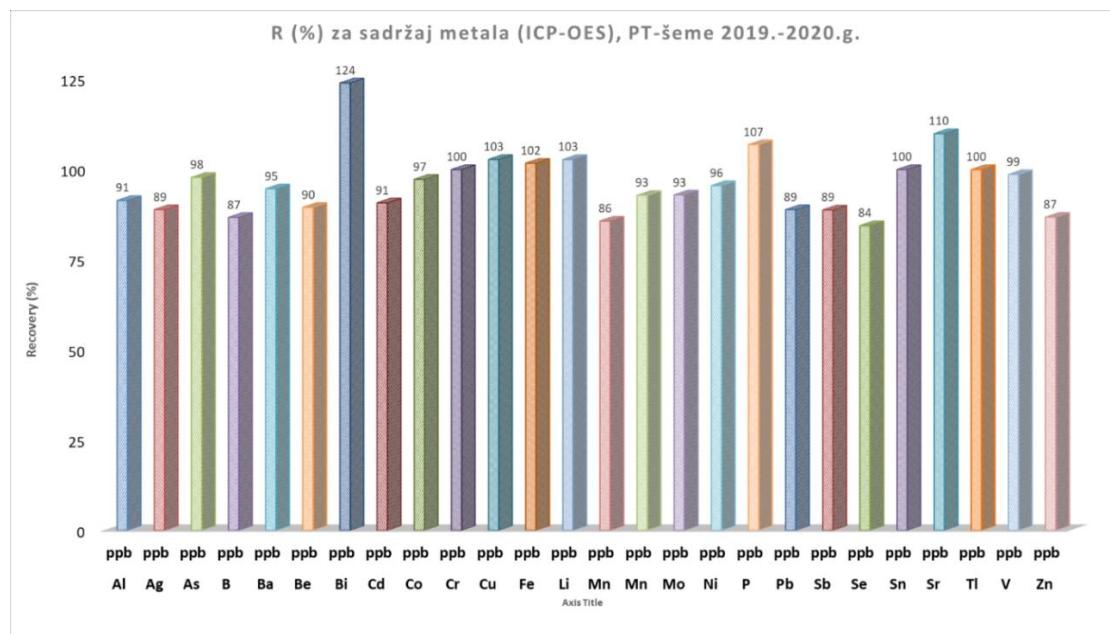


Slika 7. „Recovery“ – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppm (levo) i niske koncentracije (desno) za period 2018.- 2020.

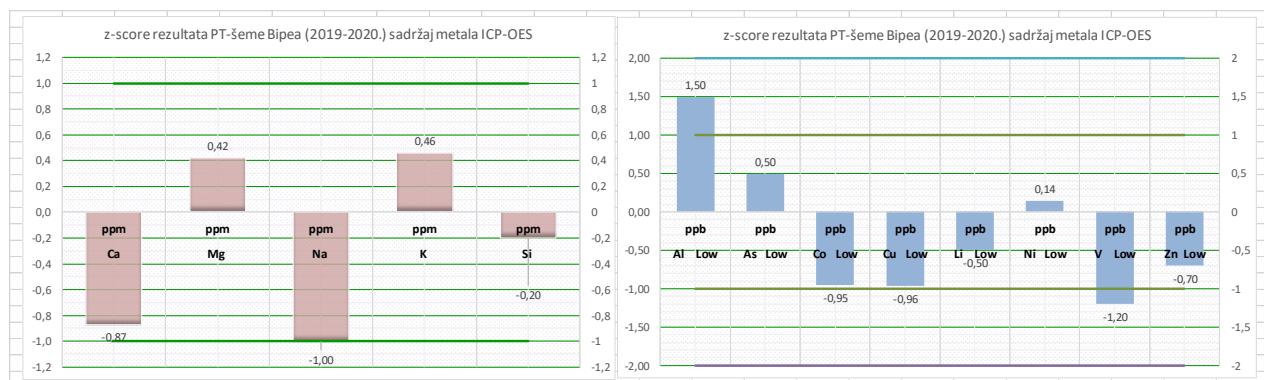
Vrednovanje tačnosti metala u ppb koncentracijama (sl 7.) kretala se u opsegu (87 – 110)% što je u granicama prihvatljivosti za dati koncentracioni opseg (80-120%). Izuzetak je Bizmut gde je vrednost rikaverija 124% očekivano obtirom da je z-score =2.

Na slici 8 prikazani su z-score vrednosti za metale u ppm koncentracijam, minimalni z-score dobijen je za natrijum -1 a maksimalni za kalijum +0,42 dale na prvoj kontrolnoj liniji. Opseg z-scora za uzorak u kojem je sadržaj metal u niskim ppb koncentracijama, opseg z-score je -1,2 za vanadium do +1,5 za aluminijum – dakle ispod druge kontrolne granice ±2.

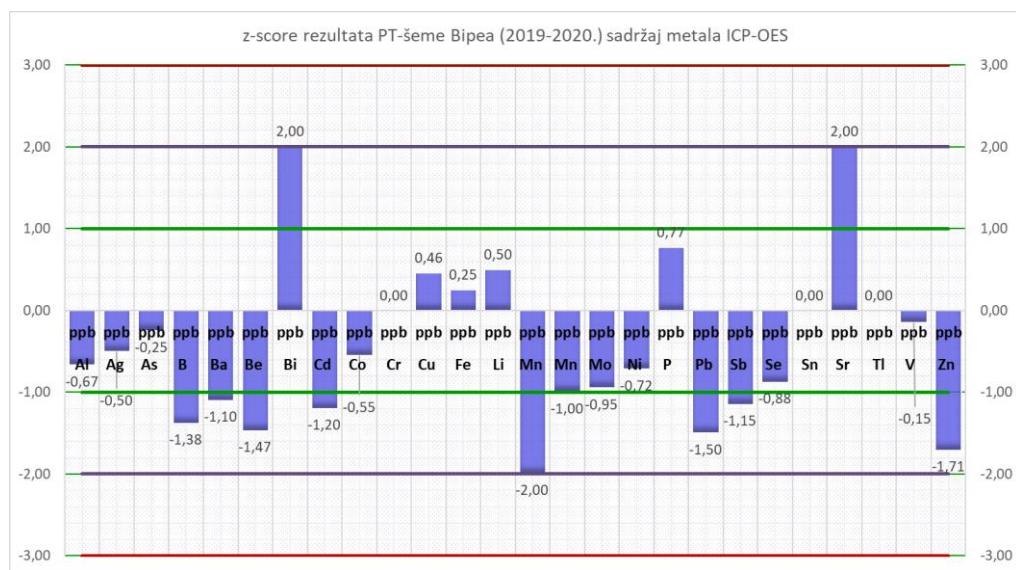
Opseg z-scora u uzorku PT-šeme za sadržaj 26 metala u ppb koncentracijama je od -2,00 – mangan do +2 za bizmut i stroncijum, održava se na kontrolnoj granici ±2 (sl. 9).



Slika 8. Recovery“ – PT šema Bipea 34- sadržaj metala ppb koncentracije za period 2019.- 2020.



Slika 9. z-score" – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppm (levo) i niskih koncentracija (desno) za period 2018.- 2020.



Slika 10. z-score" – PT šema Bipea 34 sadržaj metala ppb koncenracija za period 2018.- 2020.

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da je kontrola kvaliteta za prijavljen parametre u okviru kontrolne granice ± 2 i ukazuje da je laboratorija uspešno realizovala učešće u PT-aktivnostima i potvrdila pouzdanost ispitnih metoda ispitivanja.

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU JADAR

- IZVEŠTAJ ZA 2020. GODINU -

**KNJIGA 6: ANALIZA I OCENA AGRESIVNOSTI PODZEMNIH
VODA NA PROJEKTNIM PODRUČJIMA JADAR I KORENITA**



SADRŽAJ:

1	AGRESIVNOST I KOROZIVNOST VODE	1
1.1	Metodologija procene agresivnosti vode prema betonu i kreču	1
1.1.1	Lanželijeov indeks zasićenja	2
1.1.2	Stif - Dejvisov indeks zasićenja	2
1.1.3	Pukorijusov i Riznarov indeks stabilnosti.....	3
1.1.4	Larson-Skoldov indeks stabilnosti	3
1.1.5	Indeks agresivnosti	3
1.1.6	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992)	4
1.2	Metodologija procene korozivnosti vode prema čeliku	4
1.2.1	Klasifikacija korozionog dejstva vode na čelik prema standardu DIN 50929-3	4
1.3	Metodologija procene agresivnosti i korozivnosti vode na osnovu mikrobioloških parametara	6
1.3.1	Mikrobiološki posredovana korozija (MIC).....	6
1.3.2	Bakterije koje produkuju ekstracelularne polimere (sluz produkujuće)	7
1.3.3	Metal oksidujuće/deponujuće bakterije (MDB/IOB).....	8
1.3.4	Sulfat redukujuće bakterije	8
1.3.5	Primljena metodologija - Bart testovi	9
2	REZULTATI I DISKUSIJA	9
2.1	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda pijezometara na području Jadar prema vrednostima indeksa stabilnosti	9
2.2	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Jadar prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani betonu objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92)	13
2.3	Analiza korozivnosti podzemnih voda na čelik na području Jadar prema Standardu DIN 50929-3	13
2.4	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Jadar prema mikrobiološkim parametrima	19
2.5	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema vrednostima indeksa stabilnosti	23
2.6	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani betonu objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92)	26
2.7	Analiza korozivnosti podzemnih voda na čelik na području Korenita prema Standardu DIN 50929-3	27
2.8	Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema mikrobiološkim parametrima	29
3	PRILOG I	32

1 AGRESIVNOST I KOROZIVNOST VODE

Agresivno i korozivno dejstvo vode se ispoljava povremenim ili trajnim kontaktom površina od metala (betona, kreča) sa vodom a podrazumeva razaranje njegove strukture (ili stvaranja naslaga) usled dejstva vodene sredine. Elektrohemiska korozija sastoji se od više reakcija oksidacije i redukcije pri kojima se atom metala oksiduje (jonizuje) do slobodnog katjona (donor) stvarajući višak elektrona a depolarizator se redukuje prihvatanjem formiranih elektrona (akceptor).

Za predviđanje agresivnosti i korozivnosti vode nekoliko parametara kvaliteta se izdvajaju kao ključni: temperatura vode, pH vrednost, alkalitet, tvrdoća, alkalitet, rastvoreni kiseonik, ukupne rastvorne materije, koncentracija hlorida, sulfata, natrijuma, kalijuma, kalcijuma i gvožđa. U inženjerskoj praksi se koristi više kriterijuma za evaluaciju agresivnosti i korozivnosti vode, na osnovu kojih se preduzimaju mere u cilju sprečavanja nepoželjnih procesa depozicije taloga ili rastvaranja površina koje su sa vodom u kontaktu.

Priroda korozije zavisi od interakcije između materijala i sredine. Najčešći tipovi korozije su opšta (uniformna) korozija, tačkasta korozija (piting), pucanje pod naponom i biokorozija (mikrobiološka). Opšta korozija se javlja po celoj površini metala, veoma je česta pojava i lako se otkriva. Tipičan primer se javlja kod čelika u kontaktu sa vodom i vazduhom. Tačkasta korozija zahvata lokalizovani deo površine metala i najčešća je pojava pri kontaktu metala i rastvora sa visokom koncentracijom hlorida. Ovakav tip korozije je mnogo opasniji jer je teško uočljiv i teže ga je kontrolisati. Pucanje pod naponom se javlja kao posledica statičkog naprezanja materijala a biokorozija kao posledica mikrobioloških štetnih uticaja.

1.1 Metodologija procene agresivnosti vode prema betonu i kreču

Metodologija procene agresivnosti vode prema betonu i kreču obuhvata kriterijume koji su razvijeni pomoću proračuna različitih indeksa (indikatora) agresivnosti i koji mogu kvantifikovati agresivnost vode. U njima figurišu vrednosti pomenutih parametara kvaliteta. S obzirom na to da ni jedan indeks ne obuhvata sve parametre kvaliteta, u ovom izveštaju je predstavljeno nekoliko indeksa koji su obuhvatili sve potrebne aspekte kvaliteta vode i na osnovu kojih je izvršena procena njene agresivnosti prema betonu i kreču. To su:

- Lanželijeov indeks zasićenja (LI)
- Stif-Dejvisov indeks zasićenja (S-DSI)
- Pukorijusov indeks stabilnosti (PSI)
- Riznarov indeks stabilnosti (RI)
- Larson-Skold indeks (LSI)
- Indeks agresivnosti (AI)

Republika Srbija je uvela pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992. Ovaj pravilnik propisuje tehničke normative za projektovanje i izvođenje betonskih i armirano-betonskih konstrukcija (beton), koje su stalno ili privremeno izložene ili mogu biti izložene agresivnom dejstvu sredine.

Osnovni oblici agresivnog dejstva vode na betonske konstrukcije su dati u nastavku:

- **izluživanje** - javlja se pri dejstvu mekih voda koje sadrže veoma malo rastvorljivih sastojaka, a nastaje usled većeg ili manjeg stepena rastvorljivosti kalcijumovih jedinjenja iz cementa u vodi pri njenom filtriranju kroz beton, a određuje se veličinom hidrokarbonatne alkalnosti;
- **opštekiselinska agresivnost** - nastaje usled prisustva različitih slobodnih kiselina koje prouzrokuju rastvaranje krečnjačkih agregata i kalcijumovih jedinjenja u cementu a određuje se koncentracijom kiselina, odnosno veličinom pH vrednosti;

- **ugljenokisela agresivnost** - nastaje dejstvom agresivne ugljene kiseline koja prouzrokuje rastvaranje kalcijumovih jedinjenja u cementu i njihovo ispiranje iz betona a određuje se koncentracijom slobodne ugljene kiseline (odnosno agresivnog CO₂), pri čemu se kod ocene uzima u obzir sadržaj kalcijum hlorida i sulfata, kao i karbonatna tvrdoća;
- **sulfatna agresivnost** - nastaje usled prisustva različitih sulfatnih soli, čije dejstvo prouzrokuje stvaranje kristala kalcijumsulfoaluminata - hidrata ili gipsa, tako da usled povećane zapremine novo nastalih jedinjenja dolazi do mehaničkog razaranja i rušenja strukture betona, sa ili bez vidljivih znakova bubrenja betona na površini konstrukcije a određuje se koncentracijom jona sulfata, pri čemu se uzima u obzir sadržaj hlorida;
- **magnezijumska agresivnost** - nastaje dejstvom izmene magnezijumovih jedinjenja odgovarajućim kalcijumovim jedinjenjima prouzrokuje bubrenje ili ispiranje betona, što doprinosi razaranju betonske strukture a određuje se koncentracijom jona magnezijuma zavisno od sadržaja jona sulfata;
- **amonijumska agresivnost** - prouzrokuje razaranje betonske strukture usled stvaranja rastvorljive kalcijumove soli koja se ispira iz betona a određuje se sadržajem jona amonijuma i
- **alkalna agresivnost** - nastaje usled visoke koncentracije i dugotrajnog dejstva alkalijskih natrijum i kalcijum hidroksida, koji prouzrokuju rastvaranje silikatnih jedinjenja u betonu a određuje se koncentracijom alkalijskih natrijum i kalcijum hidroksida.

1.1.1 Lanželijeov indeks zasićenja

Lanželijeov indeks (LI) zasićenja predstavlja pokazatelj uslova za taloženje sloja kalcijum-karbonata koji može sprečiti korozione procese. Računski postupak obuhvata vrednosti parametara kvaliteta vode kao što su: temperatura vode, pH, ukupne rastvorne materije, koncentracija kalcijuma i ukupni alkalitet. Ovaj indeks može imati sledeće vrednosti i značenja (Tabela 1): pozitivna vrednost ($>0,3$) – voda je zasićena i ima tendenciju da taloži kalcijum-karbonat, negativna vrednost ($<-0,3$) – voda je nezasićena i ima tendenciju da rastvara kalcijum-karbonat, tj. voda ima korozivno dejstvo. U praksi se uzima da je voda u ravnoteži ako su vrednosti indeksa od -0.3 do 0.3.

Proračun Lanželijeovog indeksa je prikazan jednačinama (1-6).

$$LSI = pH_A - pH_S \quad (1)$$

$$pH_S = (9.3 + A + B) - (C + D) \quad (2)$$

$$A = \frac{(\log TDS - 1)}{10} \quad (3)$$

$$B = -13.2 \times \log(T + 273) + 34.55 \quad (4)$$

$$C = \log(Ca^{2+}) - 0.4 \quad (5)$$

$$D = \log(Alk) \quad (6)$$

U navedenim jednačinama pH_A predstavlja izmerenu pH vrednost vode, pH_S predstavlja pH vrednost vode pri zasićenju na određenoj temperaturi, TDS – ukupne rastvorne materije, T – temperatura vode, Ca²⁺ – koncentracija kalcijuma u vodi, Alk – ukupni alkalitet. LI je parametar koji se odnosi na formiranje zaštitnog sloja kalcijum-karbonata i nije indikator korozionog dejstva prema čeliku.

1.1.2 Stif - Dejvisov indeks zasićenja

Ukoliko voda sadrži više od 10 000 mg/l ukupnih rastvornih materija tada se umesto Lanželijeovog indeksa koristi kriterijum koji su razvili Stif i Dejvis i čije pozitivne vrednosti pokazuju veliku mogućnost taloženja kalcijum-karbonata, a negativne njegovo rastvaranje

(Tabela 1). Formule za izračunavanje ovog indeksa su prikazane jednačinama (7 – 12) u kojima I predstavlja jonsku jačinu vodenog rastvora.

$$1. \quad S-DSI = pH_A - pH_{sat} \quad (7)$$

$$2. \quad pH_{sat} = pCa + pAlk + K \quad (8)$$

$$3. \quad pCa = -\log(Ca^{2+}) \quad (9)$$

$$4. \quad pAlk = -\log(Alk) \quad (10)$$

$$5. \quad K = 2.022e^{\frac{(\ln I + 7.544)^2}{102.6}} - 0.0002T^2 + 0.00097T + 0.262, \text{ for } I < 1.2, \quad (11)$$

$$6. \quad K = -0.1I - 0.0002T^2 + 0.00097T + 3.887, \text{ for } I > 1.2 \quad (12)$$

1.1.3 Pukorijusov i Riznarov indeks stabilnosti

Pukorijusov indeks stabilnosti (PSI) i Riznarov indeks stabilnosti (RI) predstavljaju takođe indikatore zasićenja vode kalcijum-karbonatom, odnosno mogućnosti njegovog taloženja i sprečavanja korozionih procesa na površinama metala. Vrednosti za $PSI < 4,5$ ($RI < 6,3$) ukazuju da će voda imati tendenciju taloženja kalcijum-karbonata. Ukoliko su vrednosti $4,5 < PSI < 6,5$ ($6,3 < RI < 6,7$) onda se voda smatra neutralnom a u slučaju $PSI > 6,5$ ($RI > 6,7$) voda će rastvarati zaštitni sloj kalcijum-karbonata i pokazivati agresivno dejstvo (Tabela 1). Vrednosti PSI su dobijene jednačinama (13, 14) a RI jednačinom (15) u kojima su pH_A i pH_S predstavljeni u poglavlu 1.1.1, a pH_{eq} je pH vrednost vode u ravnoteži.

$$PSI = 2pH_S - pH_{eq} \quad (13)$$

$$pH_{eq} = 1.465 \times \log(Alk) + 4.54 \quad (14)$$

$$RSI = 2pH_S - pH_A \quad (15)$$

1.1.4 Larson-Skoldov indeks stabilnosti

Larson-Skold indeks (LSI) posmatra korozivnost vode prema mekim čelicima sa aspekta koncentracije jona hlorida, sulfata, bikarbonata i karbonata. Joni hlorida i sulfata su poznati kao vrlo agresivni dok joni bikarbonata imaju inhibitorno dejstvo na proces korozije. Vrednosti LSI $< 0,8$ ukazuju da hloridi i sulfati najverovatnije neće reagovati sa dodirnom površinom metala odnosno sa prirodno formiranim zaštitnim filmom. Vrednost LSI od 0,8 do 1,2, pokazuje da hloridi i sulfati mogu reagovati sa prirodno formiranim filmom a vrednost LSI $> 1,2$ ukazuje na tendenciju jake korozije (Tabela 1). Vrednosti LSI su dobijene sledećom jednačinom:

$$LSI = \frac{Cl^- + SO_4^{2-}}{HCO_3^- + CO_3^{2-}} \quad (16)$$

gde su: Cl^- - koncentracija hlorida, SO_4^{2-} - koncentracija sulfata, HCO_3^- - koncentracija bikarbonata i CO_3^{2-} - koncentracija karbonata, sve u [meq/l].

1.1.5 Indeks agresivnosti

Indeks agresivnosti (AI) predstavlja pokazatelj tendencije vode ka razaranju strukture azbestno-cementnih cevi. Za izračunavanje ovog indeksa se koristi jednačina (17) u kojoj figurišu vrednosti pH, alkaliteta (Alk) i tvrdoće vode (H). Ako je vrednost AI < 10 voda ima agresivno dejstvo, a ukoliko je AI > 12 voda nije agresivna (Tabela 1).

$$AI = pH + \log(Alk \times H)$$

Tabela 1. Kriterijumi agresivnog dejstva vode za posmatrane indekse stabilnosti

Dejstvo vode / Indeks	LI	S-DSI	PSI	RI	LSI	AI
Neagresivno	>0,3	>0	<4,5	<6,3	<0,8	>12
Neutralno	-0,3<LSI<0,3	0	4,5<RSI<6,5	6,3<RSI<6,7	0,8<LS<1,2	10,0<AI<11,9
Agresivno	<-0,3	<0	>6,5	>6,7	>1,2	<10

1.1.6 Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992)

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992, agresivnost sredine se označava sa A1 do A5, počevši od betona pripremljenog od portland cementa (A1), pa prema čvršćim i otpornijim betonima, zaključno sa sulfat otpornim, ili specijalnim vrstama cementa (A5) (Tabela 2).

Tabela 2. Dozvoljene koncentracije agresivnih komponenata za različite stepene agresivnosti i različite betone, prema Pravilniku, Sl. Glasnik SRJ br.18/1992

Stepen agresivnosti sredine	HCO ₃ , g/l	Koncentracija agresivne komponente u mg/l						Uk. sadržaj soli kod kojih dolazi do isparavanja na površini (L, S)
		pH	CO ₂	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺		
A ₁	≤1.7	≤6.5	≥15 ≤40	≥250 ≤500	>1000 ≤2000	>20 ≤50	>10 ≤20	
A ₂	-	<5.0	>40 ≤100	>500 <1000	>2000 <3000	>50 <100	>20 <50	
A ₃	-	<4.0	>100	>1000 ≤6000	>3000	>100	>50	
A ₄	-	<2.0	-	>6000 ≤12000	-	-	-	
A ₅	-	<2.0	-	>12000	-	-	-	

1.2 Metodologija procene korozivnosti vode prema čeliku

Parametri od kojih zavisi korozija su: rastvoren kiseonik, temperatura, koncentracija glavnih jona. Kiseonik je potreban za koroziju u neutralnoj ili alkalnoj sredini. Brzina korozije je direktno linearna sadržaju kiseonika pri konstantnoj temperaturi i konstantnoj mineralizaciji. Što je veća mineralizacija, odnosno veći sadržaj hlorida i sulfata veća je i verovatnoća da će doći do tačkaste korozije. Zaštita čelika je moguća na dva načina: prvi je odvojiti metal od sredine a drugi smanjiti reaktivnost sredine. Upotreba raznih premaza je česta u ove svrhe.

1.2.1 Klasifikacija korozionog dejstva vode na čelik prema standardu DIN 50929-3

Standard DIN 50929-3 opisuje klasifikaciju prema tipu vode, njenog položaja u odnosu na površinu voda/vazduh, sadržaju hlorida i sulfata, kiselosti, sadržaju kalcijuma i pH. Svakom parametru dodeljen je pozitivan ili negativan broj u odnosu na efekat koji ima na koroziju (Tabela 3).

Tabela 3. Kriterijumi za izračunavanje klase korozivnosti vode prema standardu DIN 50929-3

Broj	Parametri koji se mere	Jedinica	Kriterijum	
	Tip vode		N1	M1
1.	Stajaća voda Tkuća voda Voda u priobalju jezera Anaerobna močvarna voda		0 -1 -3 -5	-2 +1 -3 -5
2.	Lokacija strukture		N2	M2
	U vodi Voda/vazduh površina Zona zapljuškivanja		0 1 0,3	0 -6 -2
3.	c(Cl ⁻) i 2c(SO ₄ ²⁻)	mol/m ³	N3	M3
	<1 >1 do 5 >5 do 25 >25 do 100 >100 do 300 >300		0 -2 -4 -6 -7 -8	0 0 -1 -2 -3 -4
4.	Kiselost do pH 4,3 (Alkalitet Ks _{4,3})	mol/m ³	N4	M4
	<1 1 do 2 >2 do 4 >4 do 6 >6		1 2 3 4 5	-1 +1 +1 0 -1
5.	c(Ca ²⁺)	mol/m ³	N5	M5
	<0,5 0,5 do 2 >2 do 8 >8		-1 0 +1 +2	0 +2 +3 +4
6.	pH vrednost		N6	M6
	<5,5 5,5 do 6,5 >6,5 do 7,0 >7,0 do 7,5 >7,5		-3 -2 -1 0 +1	-6 -4 -1 +1 +1
7.	Struktura/voda potencijal, U _H	V	N7	
	>-0,2 do -0,1 >-0,1 do 0,0 >-0,0			-2 -5 -8

Brojevi-rejtinzi se zatim sabiraju da se dobije verovatnoća korozije nelegiranog gvožđa W₁ ili pocinkovanog-galvanizovanog čelika W_L (Jednačine 18-20). Što je broj negativniji to je voda korozivnija. Klasifikacija je podeljena na četiri nivoa korozivnosti, a grupa koja ima najveći potencijal korozivnosti ima W₁ manji od -8 (Tabele 4 i 5). Klasifikacija ne uzima u obzir uticaj temperature ili rastvorenog kiseonika a zna se da imaju uticaja na koroziju podzemne vode. Takođe ne razmatra ni zaštitu od korozije usled formiranja filma kalcijum-karbonata.

$$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + \frac{N_3}{N_4} \quad (17)$$

$$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 * N_3 \quad (18)$$

$$W_L = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_2 \quad (19)$$

Tabela 4. Kriterijumi za ocenu korozivnog dejstva vode.

W ₀ or W ₁ value	Nelegirani čelik	
	Tačkasta korozija	Opšta korozija
≥0	Veoma malo	Veoma malo
-1 do -4	Malo	Veoma malo
<-4 do -8	Srednje	Malo
<-8	Veliko	Srednje

Tabela 5. Kriterijumi za ocenu korozivnog dejstva vode prema pocinkovanom čeliku.

B_D, W_D, W_L values	Kvalitet premaza, zaštita od korozije, pocinkovani čelik
≥0	Veoma dobar
-1 do -4	Dobar
-5 do -8	Zadovoljavajući
<-8	Neadekvatan

1.3 Metodologija procene agresivnosti i korozivnosti vode na osnovu mikrobioloških parametara

Ispitivanja mikrobiološkog statusa podzemnih voda aluvijona u zoni reka Jadra i Korenite, imala su za cilj da se utvrdi prisustvo ciljanih grupa bakterija koje su, u inženjerskoj praksi i prema iskustvima istraživača različitih geografskih regiona, prepoznate da svojom životnom delatnošću i metaboličkim mogućnostima (agresivnošću) doprinose i pospešuju razvoj procesa korozije i uzrokuju stvaranje različitih vrsta taloga organske i neorganske prirode (biofuling) i time utiču na radni vek pumpi, cevovoda i kvalitet eksploatacije hidrotehničkih objekata uopšte.

Bakterije u podzemnim vodama, zbog velikog biohemijskog diverziteta i metaboličke plastičnosti, na različite načine učestvuju u procesima transformacije organskih materija i redoks senzitivnih hemijskih vrsta kao što su mangan, trovalentno/dvovalentno gvožđe, sulfati/sulfidi, nitrati/amonijum ion i mogu da značajno utiču na primarni kvalitet vode koja se eksploatiše.

U prirodnom okruženju, kao i u veštačkim uslovima, kao rezultat mikrobne biohemijске aktivnosti-agresivnosti, dolazi do propadanja metalnih površina i površina napravljenih od čistih metala i/ ili njihovih mešavina (legura) hidrotehničkih i vodoprijemnih objekata, usled mikrobiološki katalisane hemijske promene iz nultog-osnovnog stanja u jonsku vrstu i ovaj proces je poznat pod nazivom mikrobiološki posredovana korozija (MIC) i sa kojom je usko vezan i razvoj procesa deponovanja raznih mineralnih vrsta (dominantno gvožđevih oksida) i organske matrice na faznom voda/ metalna površina/matriks akvifera interfejsu (biofouling).

1.3.1 Mikrobiološki posredovana korozija (MIC)

Procesi biokorozije na metalnim površinama povezani su sa naseljavanjem mikroorganizama i proizvodima njihovih metaboličkih aktivnosti, uključujući enzime, egzopolimere-sluzi, organske i neorganske kiseline, kao i isparljiva jedinjenja, kao što su amonijak ili hidrogen sulfid. Bakterije sa svojom aktivnošću i proizvodima metabolizma mogu uticati na katodne i / ili anodne reakcije, menjajući na taj način elektrohemiju na interfejsu biofilm/metal. Identifikovani i prepoznati su različiti mehanizmi biokorozije, koji odražavaju raznolikost fizioloških aktivnosti koje vrše različite vrste mikroorganizama.

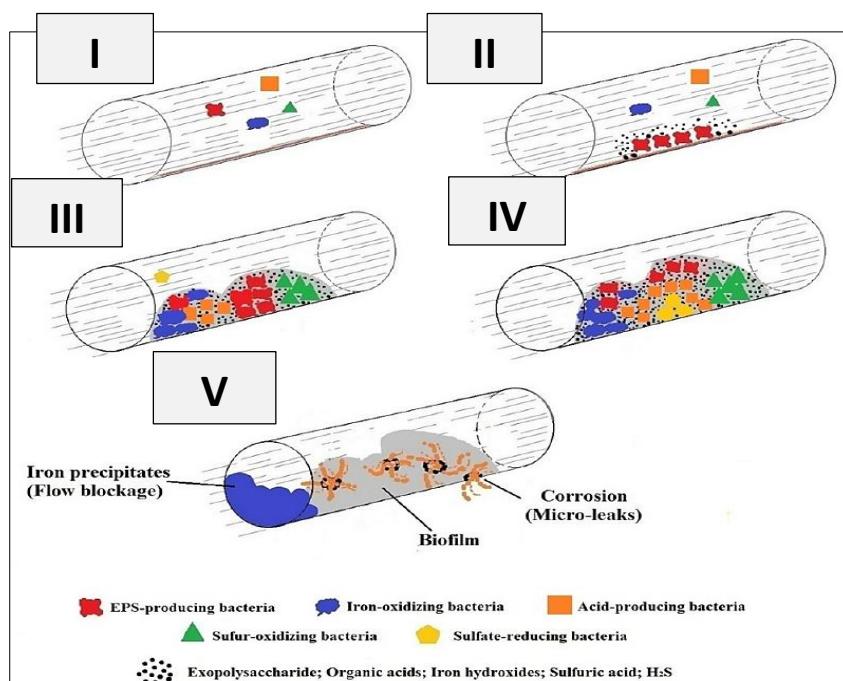
Mikroorganizmi koji učestvuju u biokoroziji metala poput gvožđa, bakra i aluminijuma i njihovih legura fiziološki su raznoliki. Njihova sposobnost da utiču na koroziju mnogih metala za koje se obično smatra da su otporni na koroziju u raznim okruženjima, čini mikroorganizme stvarnom pretnjom stabilnosti tih metala.

Glavne grupe bakterija, koje su povezane sa korozijom livenog gvožđa i nerđajućih čeličnih struktura, su bakterije koje redukuju sulfate (SRB), bakterije koje oksiduju sumpor, bakterije koje oksiduju/redukuju gvožđe i mangan (IRB -gvožđu i manganu prodružene bakterije), bakterije koje izlučuju organske kiseline i egzopolimere ili sluz (EPS ili sluz produkujuće).

Na slici 1 je dat šematski prikaz za razvoj procesa korozije i biofulinga koji je mikrobiološki posredovan:

- Aerobne korozivne bakterije iz podzemne vode dopiru do cevovoda koji na površini ima kondicionirajući organski i neorganski film.
- Bakterije koje proizvode EPS (egzopolisaharide) se prve pričvršćuju za zidove cevovoda/metalne površine, što stvara povoljno okruženje za adheziju drugih mikroorganizama.

- Adhezija drugih grupa nagrizajućih bakterija za zidove cevovoda/metalne površine, koje stvaraju mikrokolonije deljenjem ćelija i oslobađaju svoje metabolite i koje troše dostupan kiseonik. Delovanje mikraaerofilnih bakterija koje oksiduju gvožđe u biofilmu rezultira velikim nakupljanjem taloga oksidisanog gvožđa, što dovodi do smanjenja volumena cevovoda (začepljenje); generisanje sumporne kiseline koju oslobađaju sumpor oksidirajuća bakterija i pospešuju zakiseljavanje okoline (nizak pH).
- Kreiraju se uslovi sa niskom koncentracijom kiseonika i organskim kiselinama koje oslobađaju bakterije koje proizvode kiseline (npr. fermentacione), koji pogoduju vezivanju i razvoju bakterija koje redukuju sulfate, proizvodeći vodonik-sulfid (H_2S), ubrzavajući proces korozije i smanjuju pH izazivajući tačkasto fokusiranu koroziju.
- Korodirana cev delimično blokirana talogom gvožđa i bakterijski biofilm sa mikrooslobađanjem jonske vrste sa metalne površine.



Slika 1. Glavne grupe bakterija koje formiraju biofilmove na voda/metal interfejsu i uzrokuju mikrobiološki posredovanu koroziju i koje uzrokuju taloženje oksida/sulfida gvožđa (biofuling)

1.3.2 Bakterije koje produkuju ekstracelularne polimere (sluz produkujuće)

Kao što je već napomenuto, korozija je elektrohemski proces koji se sastoji od anodne reakcije koja uključuje ionizaciju (oksidaciju) metala (korozionska reakcija) i katodne reakcije zasnovane na redukciji hemijske vrste. Na ove reakcije mogu uticati mikrobne aktivnosti, posebno kada su organizmi u bliskom kontaktu sa metalnom površinom i formiraju biofilm.

Mikroorganizmi koji proizvode značajne količine ekstracelularnih polisaharida, (EPS) ili sluz produkujuće bakterije, za vreme rasta u kolonijama-biofilmovima, izazivaju lokalizovani napad na nerđajući čelik. Bakterije koje proizvode EPS su početni kolonizatori zbog aerobnog i fakultativnog anaerobnog metabolizma, sa sposobnošću izlučivanja EPS-a. Oni menjaju elektrohemiske karakteristike metalne površine stvarajući povoljno okruženje za adheziju drugih mikroorganizama, stimulišući tako stvaranje biofilma i favorizujući biokoroziju.

Zbog aerobnog metabolizma, oni pružaju idealne uslove za anaerobne bakterije lokalno trošeći kiseonik tokom vremena. EPS koji sekretuju je formiran od proteina, polisaharida, lipida i nukleinskih kiselina, štiti bakterijske ćelije od metalnih jona, biocidnog delovanja i pomaže u zarobljavanju drugih mikrobioloških vrsta, doprinoseći time povećanoj debljini biofilma. *Pseudomonas aeruginosa* je glavni rod proizvođača EPS-a. Mikroorganizmi koji su oporavljeni/uzgojeni sa delova od nerđajućeg čelika nagriženih korozijom najčešće su pripadali

rodoma sluz produkujućih bakterija *Clostridium spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Bacillus spp.*, *Desulfovibrio spp.*, *Desulfotomaculum spp.* i *Pseudomonas spp.*, među kojima se nalaze i neke oportuno patogene i patogene vrste.

1.3.3 Metal oksidujuće/deponujuće bakterije (MDB/IOB)

Gvožđevite bakterije mogu direktno, ili kroz manipulaciju okruženjem, da oksidišu redukovano gvožđe u njihovom vodenom staništu iz forme dvovalentnog fero oblika u feri stanje (oksidovano trovalentno gvožđe) koje deponuju (nerastvorno u obliku amorfognog stanja ili niskog reda kristalnosti- hidriranog fera oksida), na ili u biofilmu. Gvožđevite i sumporne bakterije (zajedno razmatrane), su morfološki i fiziološki heterogena grupa bakterija sposobna da transformiše ili deponuje značajnu količinu gvožđa i sumpora, obično u formi sluzi.

Neke od ovih bakterija mogu taložiti mangan. Mangan se uglavnom mikrobiološki oksiduje na pH <8. Gvožđevite bakterije pri oksidaciji gvožđa i mangana proizvode veliku količinu braon sluzi koja rezultuje deponovanjem oksida gvožđa (biozačepljavanjem), obojenošću, mutnoćom i neprihvatljivim mirisom vode za piće, čineći podzemnu vodu nepodesnom za snabdevanje u domaćinstvu ili za industrijske potrebe, bez odgovarajućeg tretmana i/ili bez preduzetih remedijacionih koraka. Gvožđe mogu dobiti iz cevovoda ako su napravljeni od gvožđa (oboje gvožđe i mangan oksidišuće), iz vode oko cevi ili direktno sa matriksa akvifera.

Često veliki porast gvožđevitih bakterija i stvaranje taloga formira supstrat za druge bakterije koje razgrađuju ovaj materijal anaerobno, stvarajući kisele produkte i H_2S , a ovo dovodi do razvoja korozije i problema sa mirisom i ukusom vode. Sa biotransformacijom gvožđa i mangana najčešće su povezane bakterije iz rodova *Siderocapsa*, *Gallionella*, *Leptothrix*, *Sphaerotilus*, *Crenothrix* i *Clonothrix*. Gvožđevite bakterije (npr., *Gallionella* i *Leptothrix*) oksiduju Fe^{2+} , bilo da je rastvoreno u vodi ili istaloženo na metalnim površinama, u Fe^3 . Ulogu filamentoznih gvožđevitih bakterija u koroziji čelika, otkrivena je direktno svetlosnom mikroskopijom u prirodno nastalim korodivnim depozitima. Ove bakterije su obično povezane sa formacijom tuberkula (makroskopski depoziti koji sadrže mikroorganizme, neorganske i organske materijale) i indirektno na osnovu tačkastog korozivnog ataka na nerđajući čelik. Otpornost na koroziju legura, poput nerđajućeg čelika, rezultat je formiranja tankog pasivnog oksidnog filma.

Formiranje organskih i neorganskih depozita MDB na površini oksida ugrožava stabilnost ovog filma. Guste akumulacije MDB na metalnim površinama mogu da promovišu korozivnu reakciju depozicijom katodno-reaktivnih gvožđe i mangan oksida i lokalnog konzumiranja kiseonika usled bakterijskog disanja u depozitima. Poznato je da se neke bakterije prvenstveno adheriraju na korozivne proizvode i tu mogu biti prisutne u velikom broju, čak i kada se ne igraju nikakve uloge u procesima primarne korozije, a neke među njima pripadaju grupi patogenih bakterija.

1.3.4 Sulfat redukujuće bakterije

Sulfat redukujućim bakterijama (SRB) pripadaju razne vrste anaeroba, koje obavljaju disimilatory redukciju sumpornih jedinjenja kao što su sulfati, sulfiti, tiosulfati, itd do H_2S . Iako se SRB često smatraju strogo anaerobnim vrstama bakterija, neki rodovi tolerišu izvesnu koncentraciju kiseonika, a na niskim koncentracijama kiseonika određene vrste SRB su u stanju da dišu koristeći Fe^{3+} ili čak kiseonik sa vodonikom H^+ , kao elektron donorom. Uz istovremenu pojavu fero jona i sulfida dolazi do tačkastog narušavanja strukture mekog čelika.

Kada bakterije proizvode samo sulfide, stopa korozije se prvo povećava, a potom smanjuje, zbog formiranja zaštitnog FeS filma. Visoke koncentracije rastvornog gvožđa sprečavaju formiranje takvih zaštitnih slojeva što može dovesti do visoke stope korozije ugljeničnog čelika i pospešiti korozione procese usled sniženja pH vrednosti lokalnog okruženja. SRB mogu da dovede do korozije cinka i na cinku baziranih legura sa sfaleritom kao proizvodom, a dokazano je da aktivnost SRB u transformaciji olovo karbonata, dovodi do nastanka galena.

Biogeno proizvedeni sulfidi dovode do zdravstvenih i sigurnosnih problema, opasni su za okolinu i dovode do teških ekonomskih gubitaka zbog korozije opreme. Uloga ovih bakterija u izazivanju korozije raznih metala i njihovih legura u zemljištu i akvatičnoj sredini pod oksičnim i anoksičnim uslovima dokumentovana je. Ovi ovi organizmi mogu koegzistirati u prirodnim biofilmovima, često formirajući sinergističke zajednice (konzorcijume) koje su u stanju da utiču na elektrohemijske procese kroz kooperativni metabolizam koji nije viđen kod pojedininačnih vrsta. Uteteljeno na brojnim istraživanjima u životnoj sredini i u laboratorijskim uslovima, naglašen

je značaj mikrobnih konzorcija (zajednica-udruga) i uloga vanćelijskih polimernih materija (sluzi) u biokoroziji.

1.3.5 Primjenjena metodologija - Bart testovi

Mikrobiološki status podzemnih voda u zoni reka Jadar i Korenate, analiziran je procenom biohemiskog diverzitet, agresivnost i veličini populacija glavnih grupa bakterija, koje predstavljaju rizik za razvoj mikrobiološki posredovanih procesa korozije i stvaranje biofilma i organskih i neorganskih taloga (biofuling), simultanom primenom sledećih vrsta BART biotestova (reakcioni testovi biološke aktivnosti):

- IRB BART biotestova, kojim se detektuju gvožđu pridružene bakterije,
- SLYME BART biotestova, kojim se detektuje širok rang bakterija koje proizvode ekstracelularne polimerne materije,
- SRB BART biotestova, kojim se detektuju bakterije koje generišu biogeni H₂S,
- HAB BART biotestova, kojim se detektuje širok rang heterotrofnih aerobnih i fakultativno anaerobnih bakterija koje čine integralni deo biofilma i zajedno sa drugim grupama doprinose procesima biokorozije i biofulinga.

2 REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza i procena agresivnosti i korozivnosti podzemnih voda prema betonu i čeliku pijezometara sa područja Jadra (aluvijon Jadra, zona rudnika, ostali) i Korenita su izvršena na osnovu rezultata fizičko-hemijskih ispitivanja tokom septembarske kampanje monitoringa. Vrednosti svih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta koji utiču na agresivnost vode su prikazane u prilozima.

Rezultati BART analiza su obrađeni u namenskom softveru (BART-SOFT V.6), koji, na osnovu tipa i vremena pojavljivanja signurnih reakcija u primjenjenim biodetektorima, daje opis konzorcijuma i procenu brojnosti i agresivnosti detektovanih grupa bakterija, procenu rizika od korozije i bioobrastanja, kao i potencijalni zdravstveni rizik. Skala rizika od korozije (CR) i bioobrastanja (BF) je data kao brojčana vrednost u intervalu od 0 (bez rizika) do 9 (maksimalan rizik) za razvoj ovih procesa. Tokom Lag perioda (10-15 dana) inkubacije uzorka, pojava reakcija u biodetektorima je osmatrana dnevno, a tok analize je fotografisani i arhivirani kao fotodokumentacija.

2.1 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda pijezometara na području Jadar prema vrednostima indeksa stabilnosti

Kao što je ranije napomenuto, ni jedan od posmatranih indeksa ne obuhvata sve aspekte agresivnosti i korozivnosti pa je potrebno razmotriti svaki od njih posebno.

Dobijene vrednosti svih posmatranih indeksa agresivnosti i korozivnosti pijezometara na području aluvijona Jadar, zone rudnika i ostalih pijezometara su prikazane u tabeli 6.

Tabela 6. Klasifikacija uzoraka vode pijezometara (aluvijon Jadra, zona rudnika i ostali) prema agresivnom i korozivnom dejstvu na beton i čelik.

Lokacija	Filter zona (m)	Kaptirana zona	LI	S-DSI	PSI	RI	LSI	AI	Nelegirani čelik		Galvanizovani čelik
									Korozivno dejstvo - tačkasta korozija	Korozivno dejstvo - pojave korozije	
JDRHGAL14	7.5-11.5	Alluvium	-0.44		6.83	7.88	0.10	11.39	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRGT066PZ	4.5-8.0	Alluvium	-0.09		6.71	7.50	0.09	11.74	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRGT064-PZ	4.5-8.4	Alluvium	-1.03		8.11	8.99	0.23	10.90	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRGT054-PZ	5.0-8.0	Alluvium	-0.21		7.12	7.77	0.12	11.62	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRGT053-WE	7.5-10.5	Alluvium	-0.12		7.20	7.72	0.25	11.70	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL19	7.0-9.0	Alluvium	-0.33		6.71	7.76	0.11	11.54	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL18	7.5-9.5	Alluvium	-0.10		7.28	7.73	0.10	11.76	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL17	5.5-9.5	Alluvium	-0.99		8.64	9.05	0.52	10.81	nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL01	5.0-11.0	Alluvium	-0.39		6.95	7.85	0.18	11.37	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL15	7.5-11.5	Alluvium	-0.44		6.69	7.84	0.12	11.41	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL13	4.0-10.0	Alluvium	-0.04		7.14	7.64	0.09	11.89	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL05	5.0-10.0	Alluvium	-0.56		7.64	8.31	0.12	11.28	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL02	6.0-9.0	Alluvium	-0.14		6.81	7.56	0.10	11.68	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL03	6.0-12.0	Alluvium	0.05		5.75	7.04	0.09	11.90	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL16	3.0-10.0	Alluvium	-0.39		6.80	7.79	0.24	11.41	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL04	8.0-12.0	Alluvium	-0.23		6.57	7.57	0.15	11.60	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL11	6.5-8	Alluvium	0.01		6.29	7.27	0.12	11.89	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL06	8.5-12.5	Alluvium	-1.20		9.64	9.61	1.34	10.67	nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL07	5.0-7.0	Alluvium	-0.21		6.56	7.55	0.10	11.65	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL08	5.0-9.0	Alluvium	0.37		8.14	7.89	0.06	12.66	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHGAL09	5.0-11.0	Alluvium	-0.15		7.27	7.78	0.15	11.66	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHGAL10	6.0-12.0	Alluvium	-0.42		6.56	7.75	0.12	11.43	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHG001-PZ	595.0-625.0	Basin bottom		0.50	6.51	7.00	4.96	13.64	visok	srednji	zadovoljavajući
JDR 168-PZ	190.5-230.5	Breca- 525	-2.63		14.42	14.83	0.15	14.16	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG030-TW	144-192	Breca- 525	-3.07		14.94	15.45	0.15	13.68	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG015-PZ	590-620	LJZ		1.72	3.86	5.44	0.05	15.02	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRHG026-PZ	214-250	LJZ	0.55		7.08	7.59	0.12	12.54	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG005PZ	390-420	LJZ		-3.67	13.25	14.36	0.38	14.73	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRHG021-PZ	581-616	LJZ		-3.03	13.92	15.06	0.16	14.50	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRHG013PZ	485-515	LJZ		-3.20	14.26	15.49	0.16	14.49	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRHG008-PZ	520-550	LJZ		-2.97	13.91	15.17	0.10	15.27	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDR 169-PZ	399.3-429.3	LJZ		1.61	4.90	5.89	0.18	15.30	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRGT052-PZ1	23.5-28.5	Marine unit	1.04		13.62	9.87	0.80	16.42	vrlo nizak	vrlo nizak	vrlo visok
JDRHG012-PZ	395-425	MJZ		-2.29	13.51	14.22	0.18	15.14	srednji	nizak	zadovoljavajući

Tabela 6. nastavak

Lokacija	Filter zona (m)	Kaptirana zona	LI	S-DSI	PSI	RI	LSI	AI	Nelegirani čelik		Galvanizovani čelik
									Korozivno dejstvo - tačkasta korozija	Korozivno dejstvo - pojave korozije	
JDRHG024-PZ	660-690	MJZ-breca above MH4		-2.22	12.96	13.97	0.02	15.24	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG014PZ	275-305	N/A		-2.53	13.34	14.51	0.02	15.18	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRGT022WE	33.0-102.0	N/A	0.41		8.99	8.12	0.04	12.96	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDRHG029PZ	740-770	N/A	-3.85		15.02	16.41	0.05	13.01	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG025PZ	440-470	N/A		-2.51	13.58	14.57	0.02	14.70	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG023PZ	290-320	N/A	-3.12		15.37	15.69	0.01	13.56	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG022PZ	470-500	N/A		-2.97	14.08	15.26	0.04	14.64	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG016PZ	515-545	N/A		-2.42	13.50	14.45	0.06	15.18	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG010PZ	420-450	N/A		-1.88	12.01	13.13	0.06	15.55	nizak	vrlo nizak	visok
JDRHG009PZ	267-310	N/A		-2.39	13.12	14.28	0.01	15.21	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG007PZ	163-190	N/A	-3.06		15.05	15.54	0.10	13.73	nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRHG006PZ	277-307	N/A		-2.65	13.96	14.79	0.26	14.39	srednji	nizak	zadovoljavajući
JDRHG004PZ	62-92	N/A	-0.94		12.81	11.45	7.81	14.44	srednji	nizak	visok
JDRHG003PZ	360.0-390.0	N/A		0.87	5.47	5.93	10.73	13.13	visok	srednji	zadovoljavajući
JDRHG002PZ	496.0-520.0	N/A		-0.11	8.95	8.62	10.42	13.64	visok	srednji	zadovoljavajući
JDRHG017PZ	300-335	N/A		-2.44	13.37	14.47	0.01	15.22	vrlo nizak	vrlo nizak	zadovoljavajući
JDRGT036-WE	2.0-5.0	Transitional zone	0.82		5.82	6.28	0.09	12.66	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
JDR-57-PZ	36.0-58.5	UJZ	0.58		8.02	7.66	0.96	13.26	nizak	vrlo nizak	visok

Vrednosti LI za polovinu uzorka sa područja aluvijona Jadra ukazuju na veliki potencijal za agresivno dejstvo vode dok preostali pijezometri sa istog područja pokazuju da je voda u ravnoteži i da ima neutralno dejstvo. S obzirom na to da nekoliko uzorka u zoni rudnika (MJZ, UJZ, LJZ) imaju velike vrednosti ukupnih rastvornih materija ($> 10\,000 \text{ mg/L}$) umesto LI korišćena je klasifikacija prema S-DSI kriterijumu čije pozitivne vrednosti pokazuju veliku mogućnost taloženja kalcijum-karbonata. Međutim, i prema ovom kriterijumu 4 uzorka su klasifikovani kao agresivni (JDRHG 005, -008 i -012 i 021) a uzorci JDRGH 015 i JDR 169 kao neagresivni.

Prema vrednostima indeksa stabilnosti kao što su PSI i RI velika većina uzorka sa svih područja je nezasićena i samim tim ne pokazuje tendenciju ka taloženju zaštitnog sloja kalcijum-karbonata što takođe ukazuje na vodenu sredinu sa agresivnim svojstvima.

Za razliku od prethodnih metoda koje agresivnost vode posmatraju kao zasićenost kalcijum-karbonatom (LI, S-DSI, PSI, RI) male vrednosti indeksa LSI za 45 uzorka ukazuju da koncentracije anjona hlorida, sulfata i bikarbonata neće ometati depoziciju zaštitnog sloja. Visoka vrednost LSI je dobijena za samo 1 uzorak sa područja aluvijona (JDRHGAL 06) i 4 uzorka koji ne pripadaju zoni rudnika za koje se može tvrditi da imaju agresivno svojstvo.

Podaci dobijeni za indeks AI pokazuju da uzorci nemaju tendenciju ka razaranju strukture azbestno-cementnih cevi, odnosno da skoro svi uzorci sa područja aluvijona imaju neutralno dejstvo a uzorci iz zone rudnika i ostali pijezometri imaju neagresivno dejstvo. Ni jedan uzorak nije klasifikovan kao agresivan prema ovom kriterijumu.

2.2 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Jadar prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani betonu objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92)

Poređenjem vrednosti parametara kvaliteta i Pravilnika o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992 uzorci pijezometara na području Jadar su uglavnom kategorisani kao neagresivni prema svim klasama betona. Uslove ovog pravilnika ne zadovoljava par uzorka i to po sadržaju sulfata, ugljen-dioksida i bikarbonata (Prilog I). Po koncentraciji sulfata uzorci JDRHG 004 i JDRHG 008 pripadaju A2 kategoriji a JDRHG 001, JDRHG 002 i JDRHG 003 pripadaju A3. Takođe, po sadržaju ugljen-dioksida koji prevaziđa 40 mg/l, 6 uzoraka pripada klasi A1 a 8 uzoraka iz aluvijona Jadra je kategorisano kao klasa A2. Uzorak JDRHG 015 ima povišenu koncentraciju bikarbonata i sulfata i prema pravilniku je ocenjen kao A1 klasa agresivnosti.

2.3 Analiza korozivnosti podzemnih voda na čelik na području Jadar prema Standardu DIN 50929-3

Deskriptivna statistika parametara kvaliteta vode na osnovu kojih je procenjen potencijal korozivnosti vode je prikazana u tabelama 7-9 (aluvijon Jadra, zona rudnika i ostali). Dobijene klase korozionog dejstva za podzemnu vodu u pijezometrima na području aluvijona Jadra, zoni rudnika i ostalih pijezometara su prikazane u tabeli 6 i slikama 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10.

Tabela 7. Deskriptivna statistika parametara kvaliteta uzorka vode pijezometara na području aluvijona Jadra na osnovu kojih je procenjen potencijal korozivnosti

Parametar/statistika	Min	Max	Average	Mod	Med	Q ₁	Q ₃
pH vrednost	6.92	8.64	7.26	7.10	7.17	7.06	7.34
Elektroprovodljivost, $\mu\text{S}/\text{cm}$	266.0	699.0	467.3	464.0	488.5	362.7	553.0
Hloridi, mg/l	3.60	17.02	7.60	8.67	7.31	5.18	8.29
Sulfati, mg/l	11.54	64.05	24.86	*	22.10	16.53	30.44
Bikarbonati, mg/l	76.9	538.0	295.1	*	291.6	271.4	335.0
Karbonati, mg/l	0.00	110.40	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Ugljen-dioksid, mg/l	0.00	66.12	32.16	*	31.15	15.66	44.40
Kalcijum, mg/l	12.60	106.90	68.16	*	69.93	51.31	89.71

Min - minimum, Max - maksimum, Average – prosečna vrednost, Mod – mod, Med – median, Q₁ – prvi kvartil, Q₃ – treći kvartil

Tabela 8. Deskriptivna statistika parametara kvaliteta uzoraka vode pijezometara u zoni rudnika na osnovu kojih je procenjen potencijal korozivnosti

Parametar/statistika	Min	Max	Average	Mod	Med	Q ₁	Q ₃
pH vrednost	8.69	9.86	9.46	9.49	9.49	9.45	9.66
Elektroprovodljivost, µS/cm	2141.0	22000.0	15814.4	16100.0	16490.0	16100.0	18935.0
Hloridi, mg/l	25.47	2296.80	1422.36	2275.92	1323.27	879.57	2275.92
Sulfati, mg/l	141.82	556.64	360.73	300.15	359.23	300.15	433.56
Bikarbonati, mg/l	0.00	4727.5	987.8	0.0	0.0	0.0	1093.4
Karbonati, mg/l	288.0	12930.0	8192.6	5610.0	8550.0	5610.0	12180.0
Ugljen-dioksid, mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kalcijum, mg/l	3.05	11.58	6.76	9.15	7.25	3.57	9.15

Min - minimalna vrednost

Max - Maksimalna vrednost

Average - srednja vrednost

Mod - modus

Med - medijana

Q₁ - prvi kvartilQ₃ - treći kvartil

Tabela 9. Deskriptivna statistika parametara kvaliteta uzoraka vode ostalih pijezometara osnovu kojih je procenjen potencijal korozivnosti na čelik

Parametar/statistika	Min	Max	Average	Mod	Med	Q ₁	Q ₃
pH vrednost	7.9	12.0	9.5	9.6	9.6	9.0	9.76
Elektroprovodljivost, µS/cm	318.0	18230.0	9972.2	14100.0	12457.0	3932.5	15700.0
Hloridi, mg/l	5.69	4671.90	753.31	*	215.59	22.15	647.93
Sulfati, mg/l	1.51	2296.06	322.95	*	77.60	52.97	228.50
Bikarbonati, mg/l	0.00	895.48	96.28	0.00	0.00	0.00	10.68
Karbonati, mg/l	0.00	10080.00	4095.13	9780.00	2850.00	326.40	7995.00
Ugljen-dioksid, mg/l	0.00	10.10	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00
Kalcijum, mg/l	1.56	222.04	27.94	*	6.73	3.72	27.13

Min - minimalna vrednost

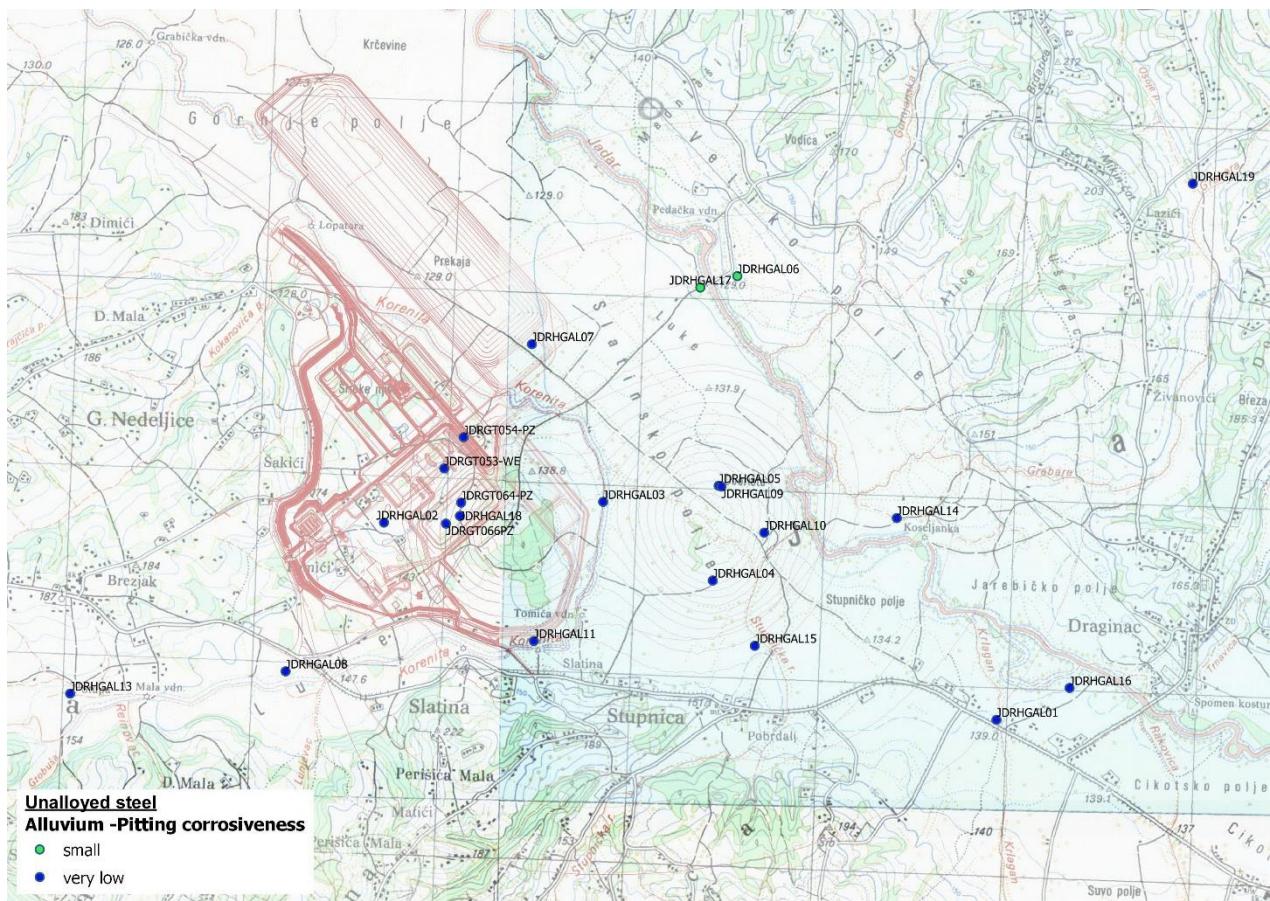
Max - Maksimalna vrednost

Average - srednja vrednost

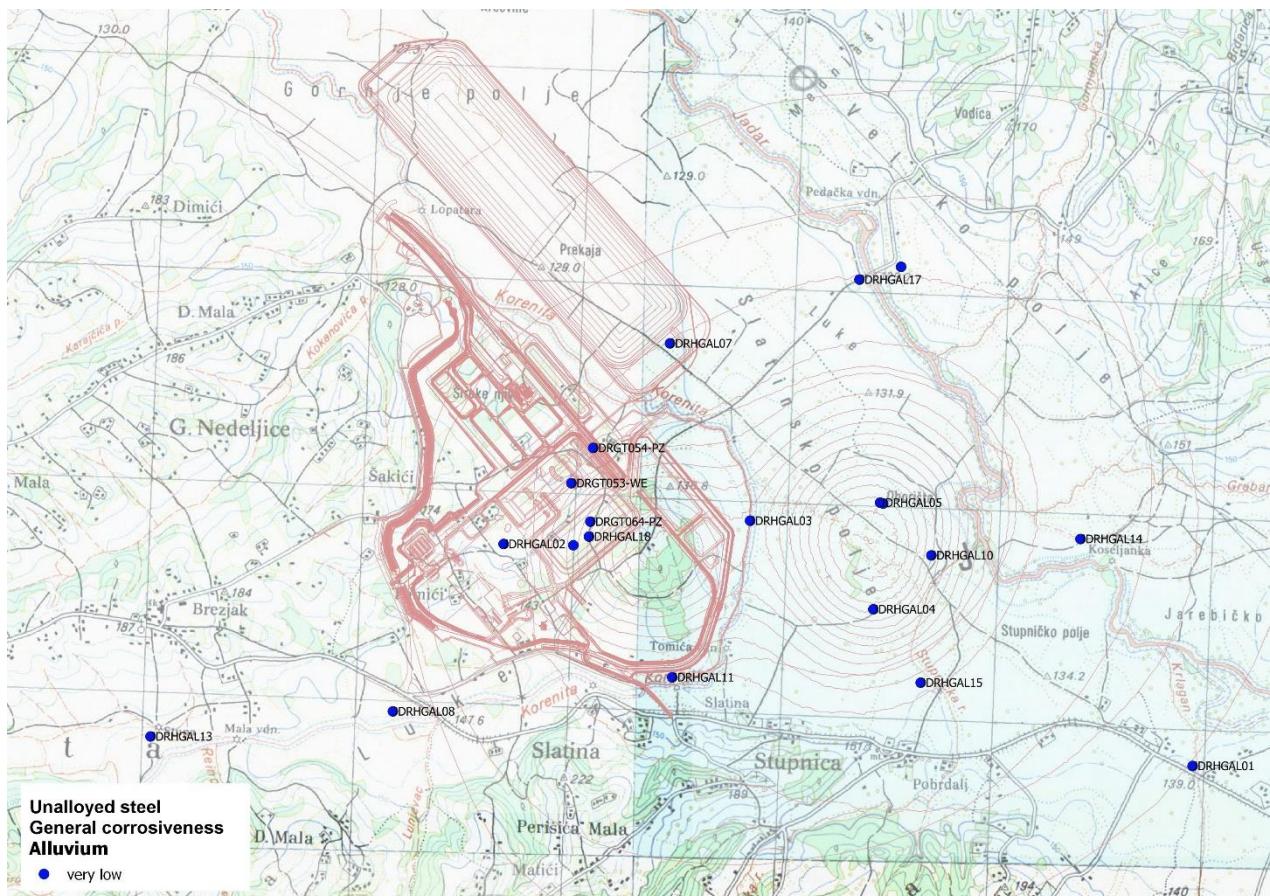
Mod - modus

Med - medijana

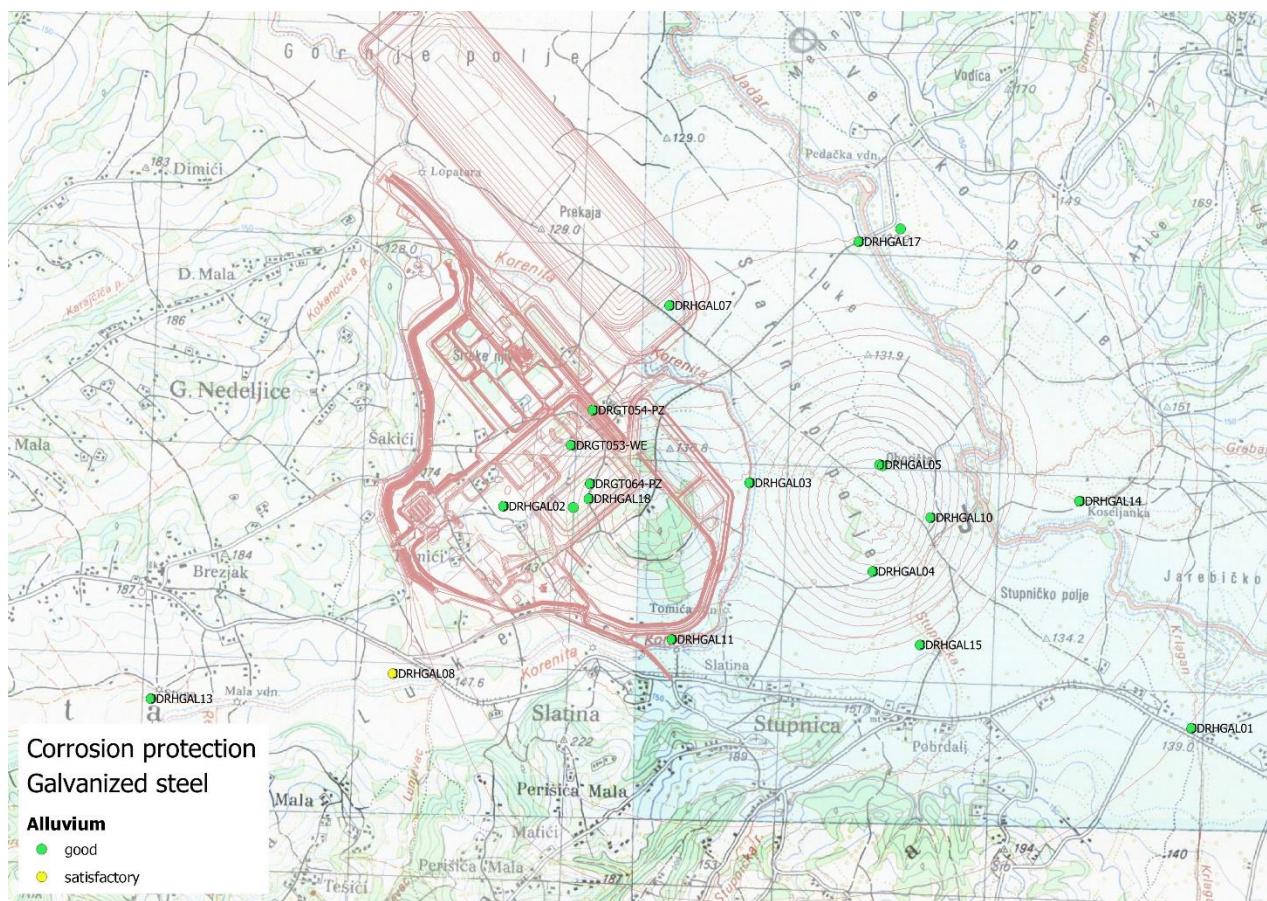
Q₁ - prvi kvartilQ₃ - treći kvartil



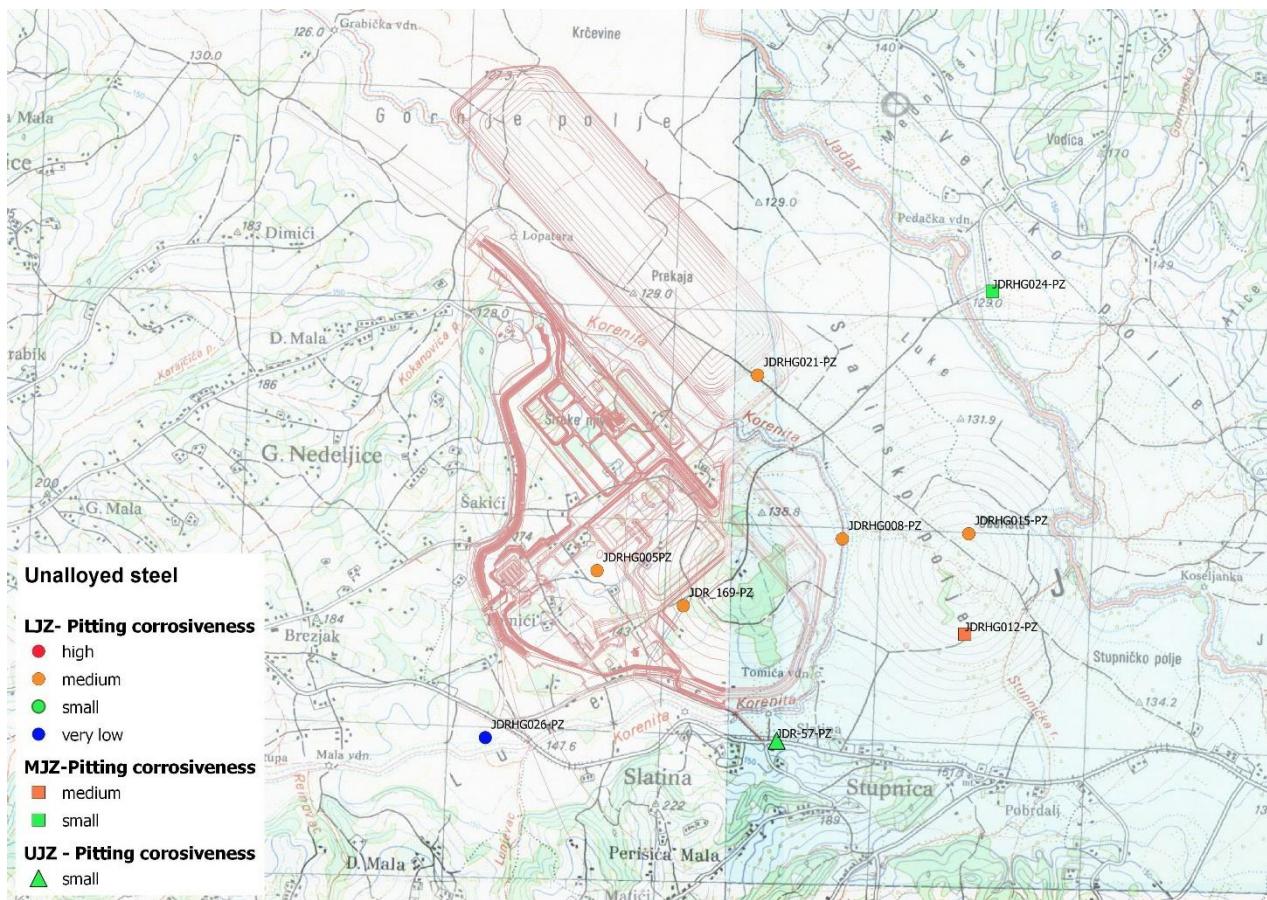
Slika 2. Mapa pijezometara aluvijona Jadra klasifikovanih prema korozionom dejstvu na nelegirani čelik, tačkasta korozija



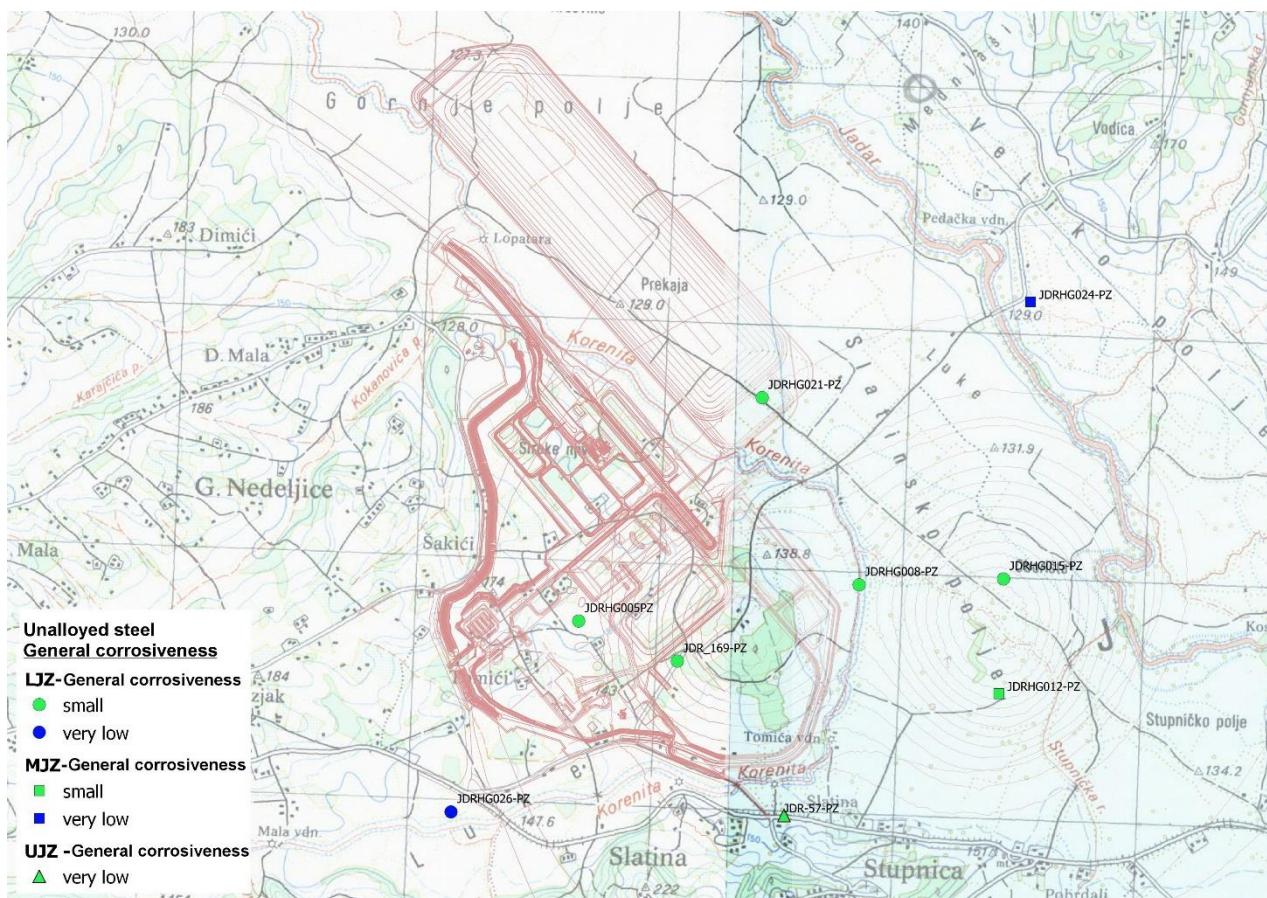
Slika 3. Mapa pijezometara aluvijona Jadra klasifikovanih prema korozionom dejstvu na nelegirani čelik, opšta korozija



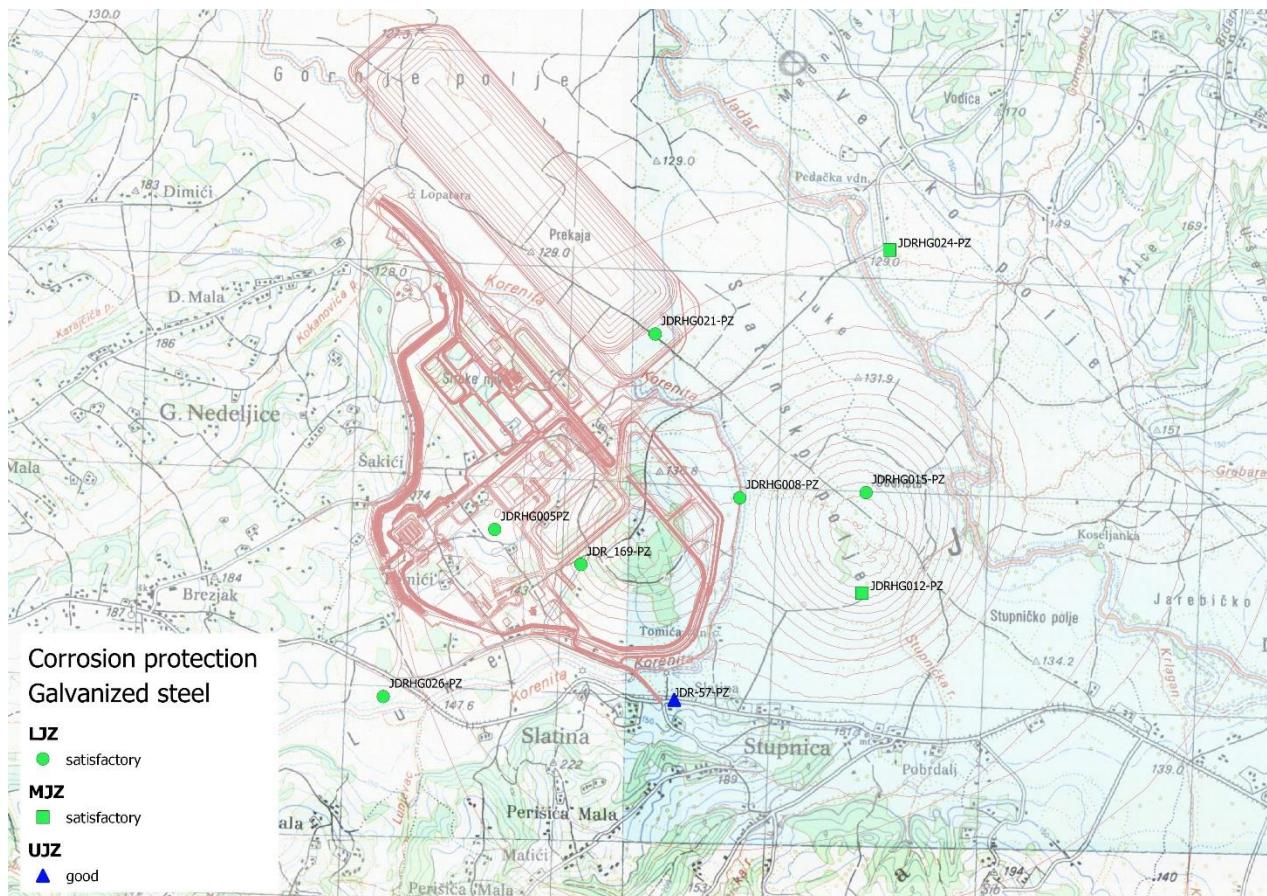
Slika 4. Mapa pijezometara aluvijona Jadra klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, zaštita od korozije-galvanizovani čelik



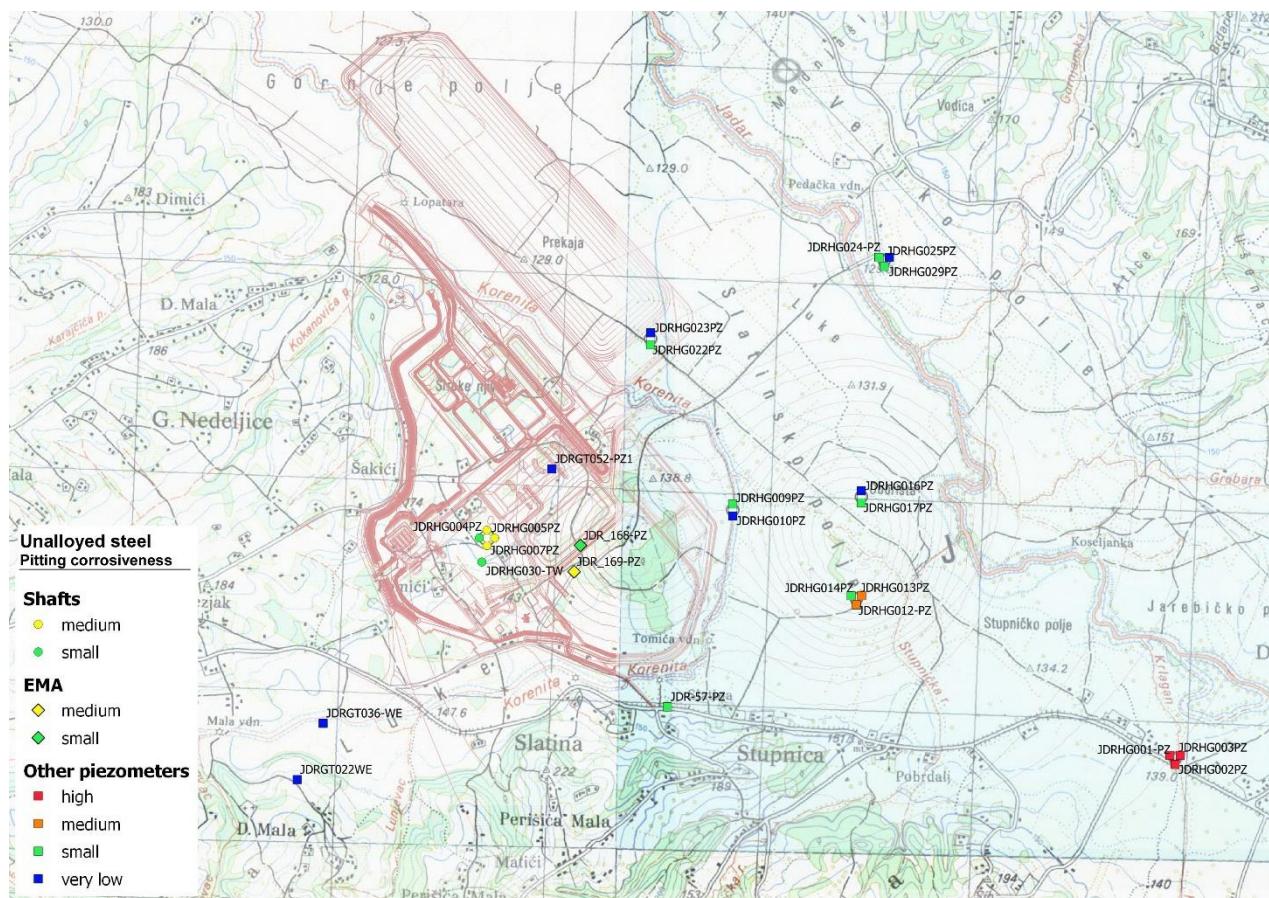
Slika 5. Mapa pijezometara zone rudnika klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, tačkasta korozija – nelegirani čelik



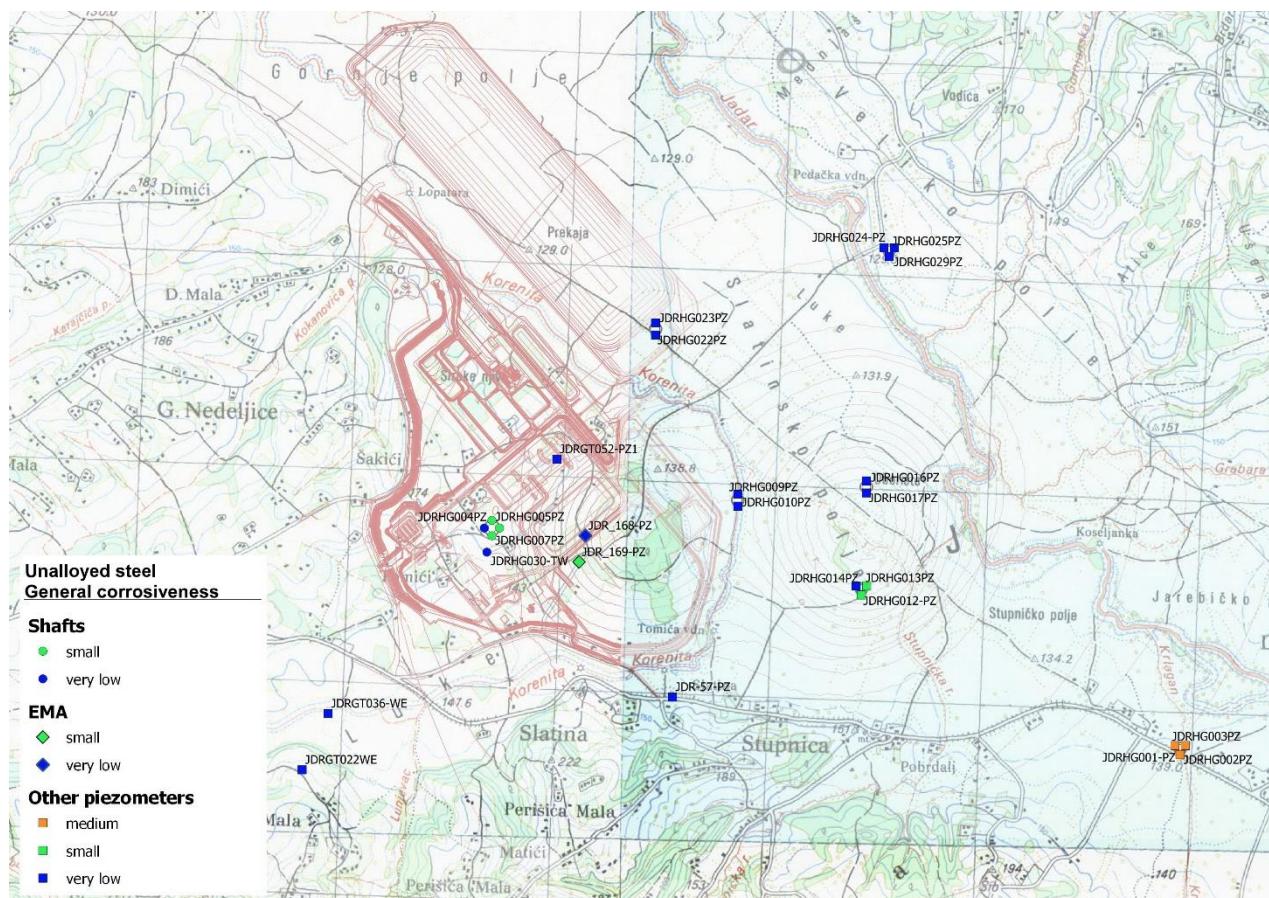
Slika 6. Mapa pijezometara zone rudnika klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, opšta korozija-nelegirani čelik



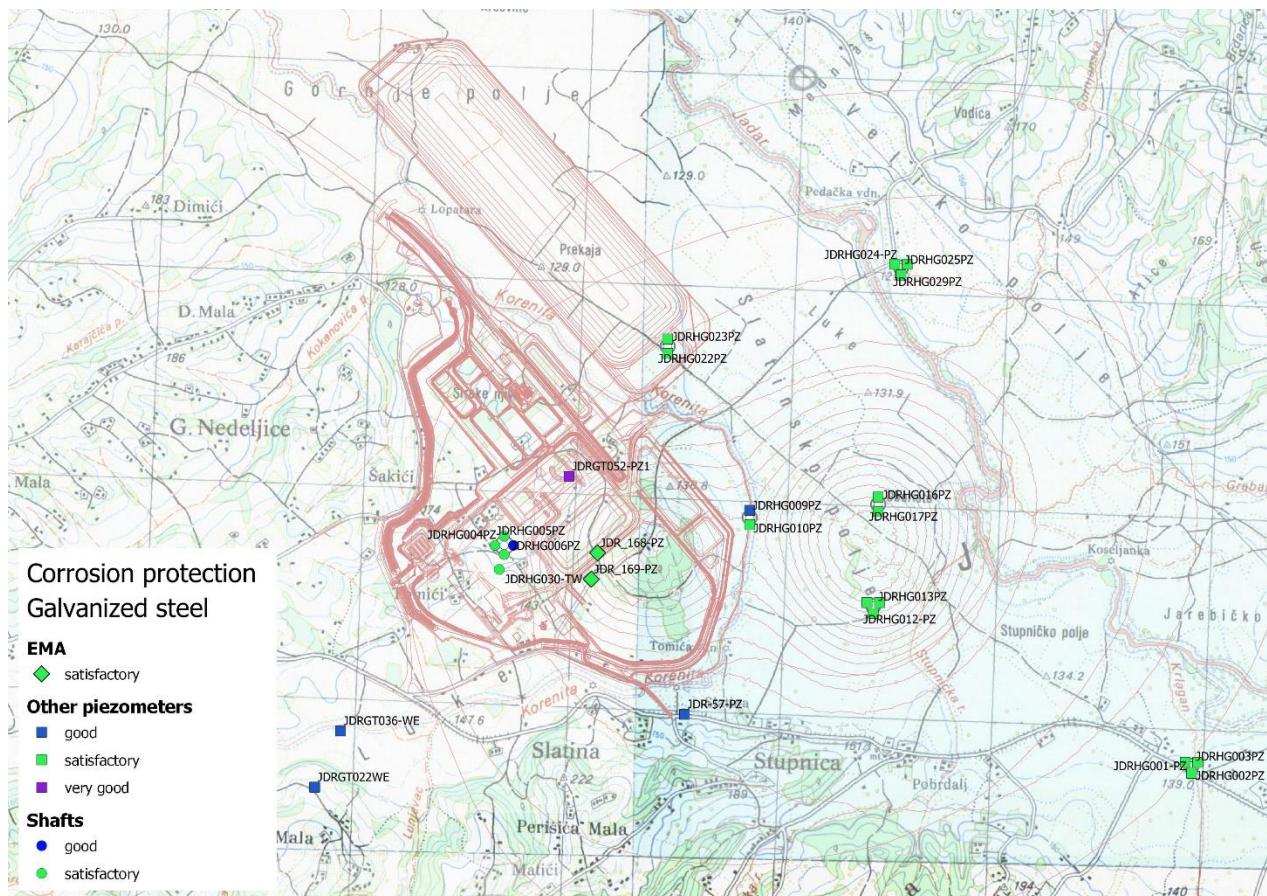
Slika 7. Mapa pijezometara zone rudnika klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, zaštita od korozije-galvanizovani čelik



Slika 8. Mapa ostalih piyezometara (shaft, EMA, ostali) klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, tačkasta korozija – nelegirani čelik



Slika 9. Mapa ostalih piyezometara (shaft, EMA, ostali) klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, opšta korozija – nelegirani čelik



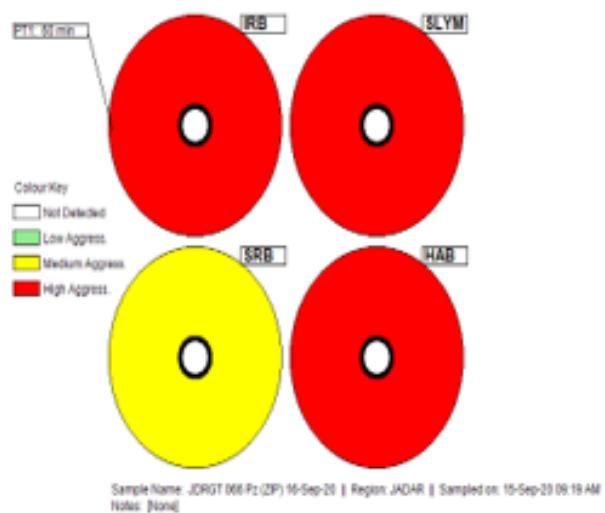
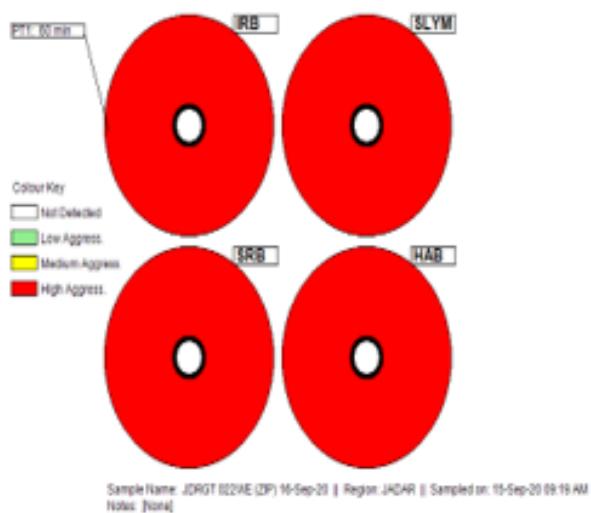
Slika 10. Mapa ostalih pijezometara (shaft, EMA, ostali) klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, zaštita od korozije-pocinkovani čelik

Pojava tačkaste korozije je kod pijezometara iz aluvijona Jadra okarakterisana kao vrlo niska i niska a u zoni rudnika uglavnom kao srednje niska. Kod ostalih pijezometara je za tri uzorka (JDRHG 001, -002 i -003) ustanovljeno visoko koroziono dejstvo vode. Mogućnost pojave opšte korozije je kod svih pijezometara okarakterisana kao niska i vrlo niska (aluvijon Jadra, zona rudnika i većina ostalih pijezometara) do srednja (JDRHG 001, -002 i -003, ostali pijezometri). Sa druge strane, izračunati koeficijent za sve pijezometre W_L kaže da bi pocinkovani čelik bio zadovoljavajuće do visoko zaštićen od korozije.

2.4 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Jadar prema mikrobiološkim parametrima

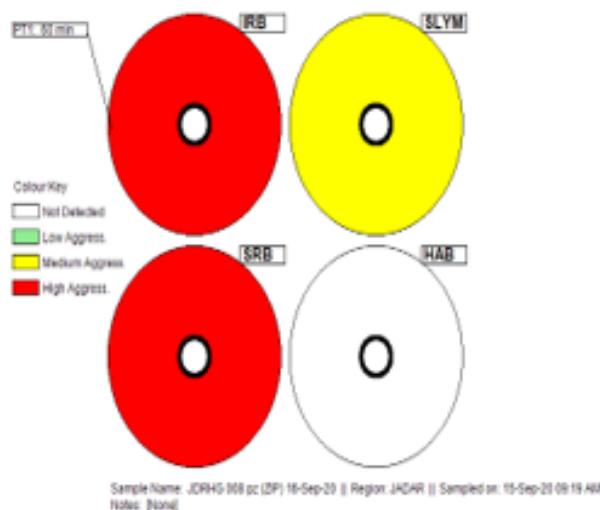
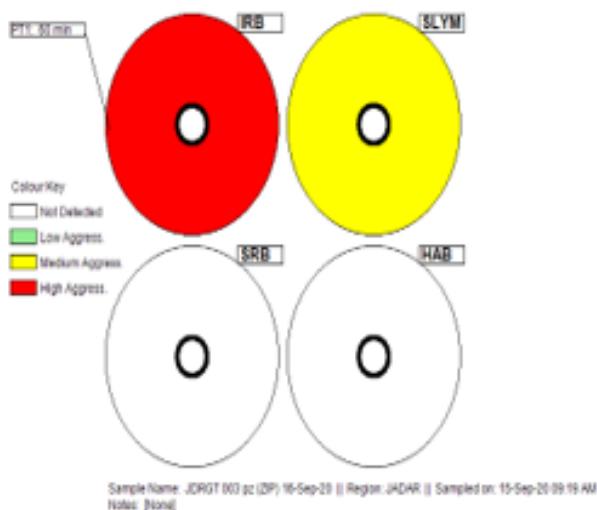
Na slikama 11 i 12 dat je softverski generisan šematski prikaz agresivnosti (biohemijske aktivnosti) ispitivanih grupa bakterija u podzemnim vodama sa područja reke Jadar.

U svim ispitivanim uzorcima podzemnih voda sa ovog područja, detektovane su sa visokom biohemijskom aktivnošću i brojnošću najmanje dve, a maksimalno sve četiri ispitivane grupe bakterija. U svim ispitivanim uzorcima (100 %), detektovana je visoka do umereno visoka umerena biohemijska aktivnost (agresivnost) i brojnost gvožđevitih bakterija. U šest uzoraka konstatovana je visoka biohemijska agresivnost i brojnost sulfat redukujućih i bakterija koje produkuju ekstracelularne polimere (biofilm formirajuće)..



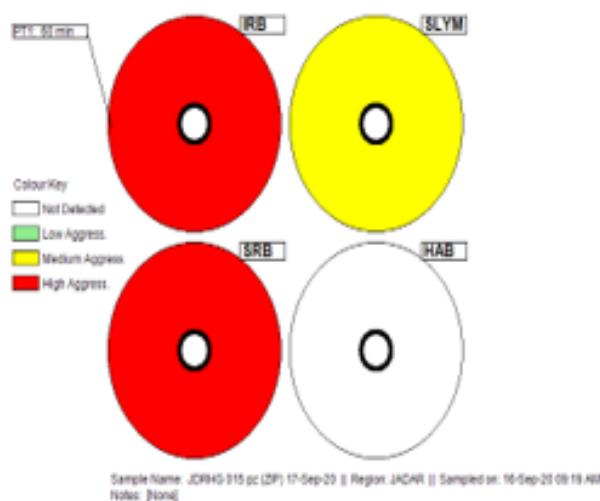
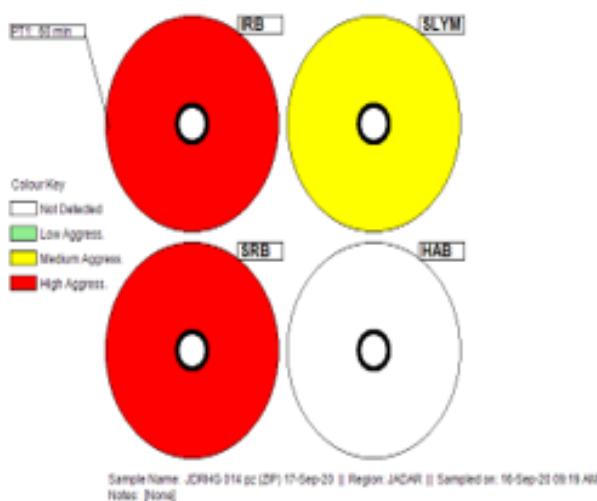
JDRGT 022WE

JDRGT 066 PZ



JDRGT 003 PZ

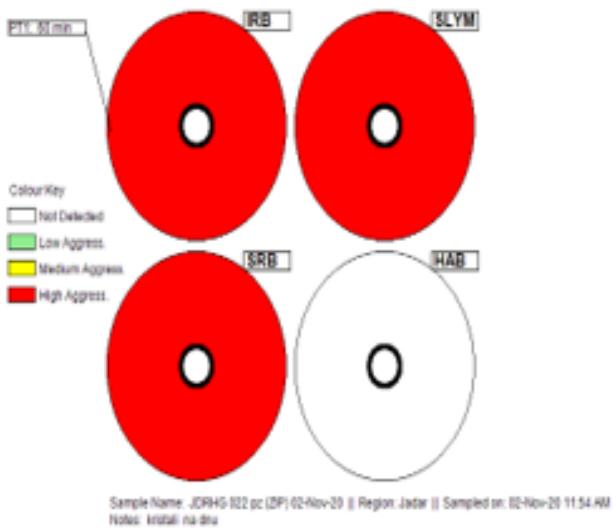
JDRHG 008 PZ



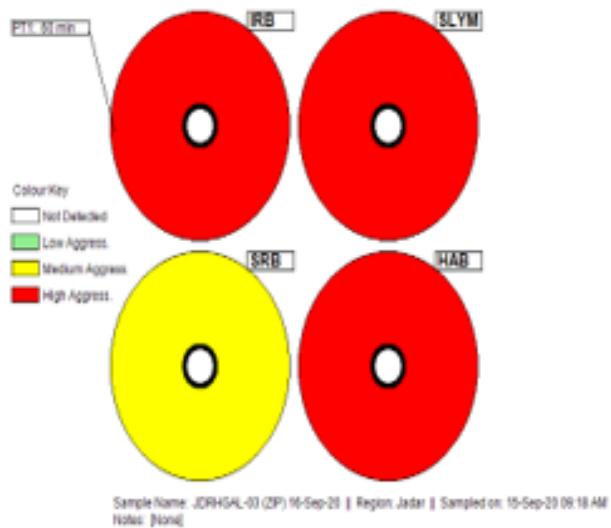
Slika 11.

Biohemski diverzitet i softverski procenjena agresivnost detektovanih grupa bakterija u podzemnoj vodi na području Jadar

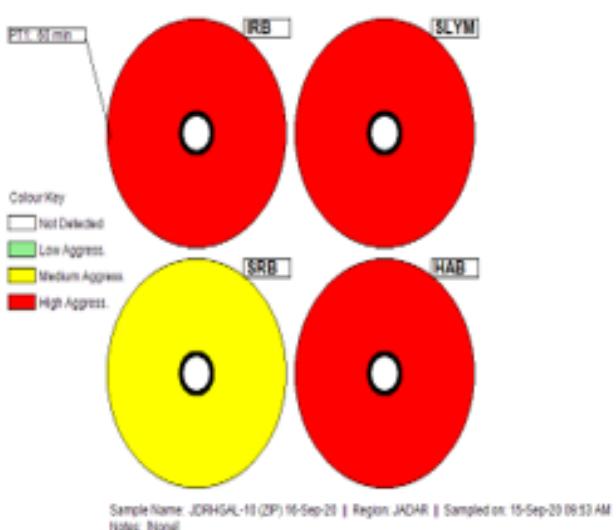
Po visokoj biohemijskoj aktivnosti i agresivnosti sve četiri grupe ispitivanih bakterija, koje pospešuju procese korozije i formiranje taloga na pumpama, cevovodima, izdvajaju se podzemne vode u zoni JDRGT022 WE i JDRHGAL 04. U podzemnoj vodi u zoni JDRGT 003 detektovana je visoka agresivnost gvožđevitih bakterija, umerena bakterija koje produkuju ekstracelularne polimere, dok aktivnost sulfat redukujućih i heterotrofnih bakterija nije detektovana.



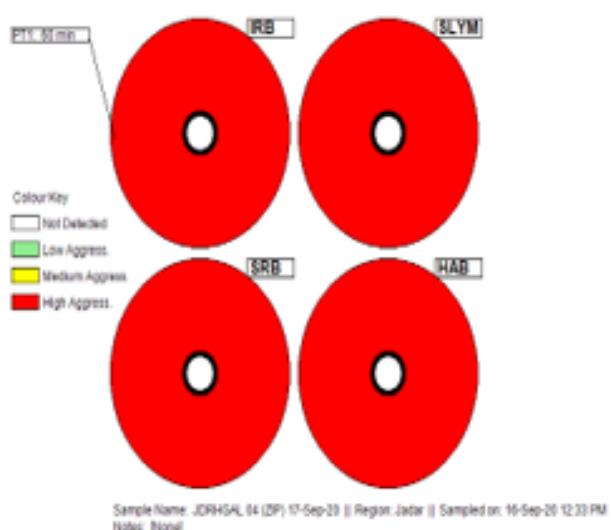
JDRHG 022 PZ



JDRHGAL 03



JDRHGAL 10



JDRHGAL 04

Slika 12. Biohemijski diverzitet i softverski procenjena agresivnost detektovanih grupa bakterija u podzemnoj vodi na području Jadar

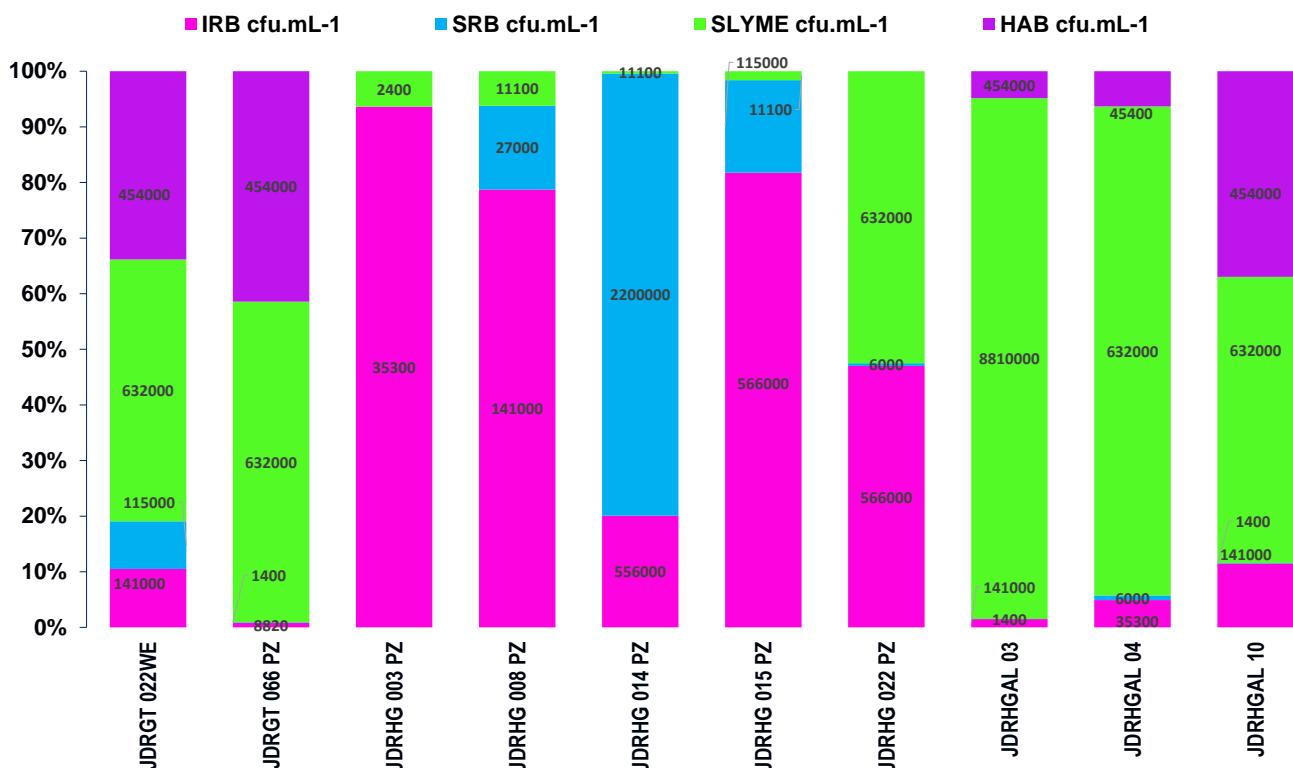
U tabeli 10 dati su rangovi vrednosti prognoziranih rizika za razvoj procesa korozije, procesa istaložavanja (biofuling) i rizika za javno zdravlje i iz koje se može uočiti da su rizici za razvoj procesa istaložavanja prosečno veći od rizika za razvoj biološki generisane korozije. Maksimalna vrednost prognoziranih rizika izračunata je za razvoj procesa biokorozije. Prosečno posmatrano, prognoziran rizik za javno zdravlje je bio u granicama niskih rizika, a maksimalna vrednost bila je u granicama umereno visokih rizika (u podzemnoj vodi JDRHGAL 03).

Tabela 10. Minimalna, maksimalna i srednja vrednost rizika za razvoj procesa biokorozije, istaložavanja i rizika za javno zdravlje u podzemnim vodama sa područja Jadra

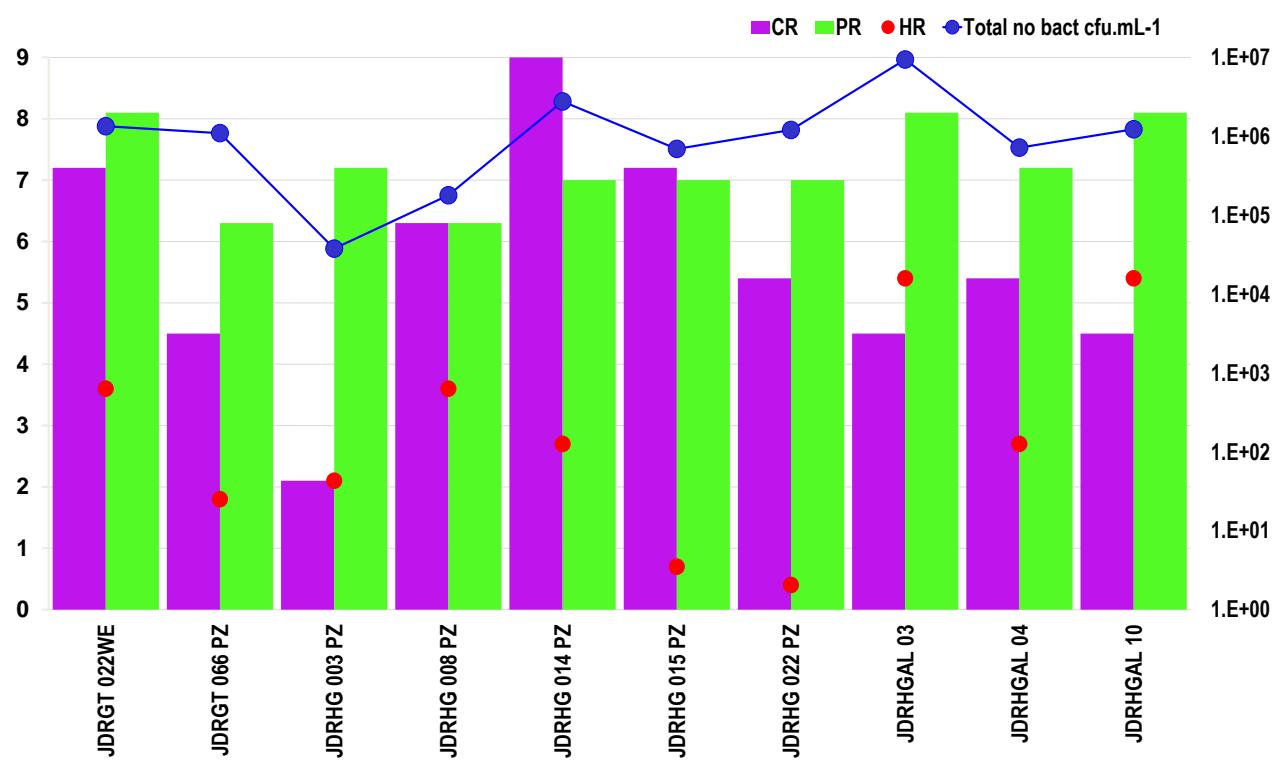
Rangovi	Korozioni rizik CR	Rizik od zapušavanja PR	Zdravstveni rizik HR
Minimum	2.1	6.3	0.4
Maksimum	9	8.1	5.4
Srednja vrednost	5.6	7.2	2.8

Na slikama 13, 14 prikazana je relativna zastupljenost procenjene brojnosti, biohemski diverzitet i struktura detektovanih populacija bakterija, u podzemnim vodama sa područja Jadra. Na slici 14 date su vrednosti prognoziranih rizika za koroziju, istaložavanje i rizik za javno zdravlje u relaciji sa ukupnom brojnošću detektovanih grupa bakterija.

Prosečno posmatrano, prognozirani rizici za istaložavanje na metalnim površinama oksida gvožđa, mangana i verovatno i drugih metala, u svim uzorcima sa ovog područja, kretali su se u rangu visokih rizika, a visokih rizika za razvoj procesa biokorozije u pet uzorka ($CR>5$). Maksimalan rizik za razvoj korozionih procesa određen je u uzorku podzemne vode u zoni JDRHG 014 PZ (Slika 14).



Slika 13. Relativna zastupljenost procenjene brojnosti, biohemski diverzitet i struktura detektovanih populacija bakterija u podzemnim vodama sa područja Jadra



Slika 14. Softverski prognozirani rizici za razvoj procesa korozije (CR) i taloženja (PR), kao i rizik za javno zdravlje (HR) u relaciji sa ukupnim brojem detektovanih bakterija uzorka sa područja Jadar

2.5 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema vrednostima indeksa stabilnosti

U nastavku teksta će biti prikazani rezultati proračuna svih indeksa stabilnosti za uzorce vode pijezometara sa područja Korenita. Dobijene vrednosti svih posmatranih indeksa agresivnosti i korozivnog dejstva prema čeliku na području Korenita su prikazane u tabeli 10 i slikama 9 a, b i c. U tabeli 11 je prikazana deskriptivna statistika vrednosti parametara kvaliteta uzorka vode pijezometara relevantnih za klasifikaciju vode u smislu agresivnosti i korozivnosti.

Tabela 11. Klasifikacija uzoraka vode piježometara (Korenita) prema agresivnom i korozivnom dejstvu na beton i čelik

Lokacija	Filter zona (m)	LI	PSI	RI	LSI	AI	Nelegirani čelik		Galvanizovani čelik
							Korozivno dejstvo - tačkasta korozija	Korozivno dejstvo - pojave korozije	Stepen zaštite galvanizovanog čelika
KOR 003 -PZ1	30-40	0.07	7.31	7.53	0.46	11.94	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 003 -PZ2	4,2-10,2	0.50	6.76	6.89	0.31	12.35	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 005 -PZ1	57-63	-0.12	7.85	8.02	0.05	12.07	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 006 -PZ	23-28	1.43	7.18	6.15	0.27	13.31	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 007 -PZ1	73-83	0.15	7.11	7.40	0.07	12.03	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 007 -PZ2	30-40	0.60	7.20	6.98	0.08	12.58	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 008 -PZ1	35-45	0.44	6.97	7.04	0.19	12.26	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 008 -PZ2	6m-15m	0.55	7.15	7.01	0.12	12.40	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 009 -PZ1	105-115	0.20	7.08	7.35	0.14	12.06	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 009 -PZ2	59-69	-0.01	7.21	7.61	0.14	11.85	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 010 -PZ1	50-60	-0.09	6.66	7.46	0.09	11.70	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 010 -PZ2	22-32	0.22	6.82	7.17	0.30	11.98	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 011 -PZ1	108-118	-0.18	6.91	7.64	0.14	11.62	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 011 -PZ2	21-31	0.21	5.29	6.59	2.14	12.13	nizak	vrlo nizak	visok
KOR 012 -PZ1	104-114	0.02	6.09	7.12	0.20	11.77	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 012 -PZ2	37-47	-1.87	10.40	11.15	0.26	11.35	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 013 -PZ1	267-282	0.90	13.57	9.79	2.98	15.88	nizak	vrlo nizak	visok
KOR 013 -PZ2	142-157	0.91	5.75	6.11	0.27	12.68	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 014 -PZ1	230-245	0.17	6.55	7.17	0.25	11.97	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 014 -PZ2	90-105	0.19	5.97	6.90	0.26	11.99	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 015 -PZ2	140-150	-0.01	6.02	7.13	0.18	11.76	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 016A -PZ	153-159	0.13	6.60	7.22	0.22	11.95	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 019 -PZ1	100-110	0.60	7.24	6.95	0.33	12.37	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 019 -PZ2	19-35	2.03	7.06	5.47	0.29	13.82	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 020 -PZ1	21-31	0.01	7.74	7.75	0.36	11.82	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 021 -PZ1	174-183	2.17	12.34	8.27	1.94	17.72	nizak	vrlo nizak	visok
KOR 022 -PZ2	60-72	2.04	7.25	5.59	0.23	13.92	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 027 -PZ2	157.3-175.3	1.24	7.30	6.44	0.25	13.16	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 027-PZ1	35-47	1.37	6.79	6.11	0.06	13.23	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 028 -PZ1	164-182	-0.61	15.06	11.96	0.30	14.26	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 028 -PZ2	72-87	0.13	7.32	7.52	0.21	12.05	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 029 -PZ1	43-58	-0.09	6.37	7.39	0.21	11.80	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 029 -PZ2	11.-24.	-0.28	5.95	7.44	0.19	11.61	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 031 -PZ1	141-156	0.76	13.56	10.16	0.06	16.15	vrlo nizak	vrlo nizak	visok

Table 11. Nastavak

Lokacija	Filter zona (m)	LI	PSI	RI	LSI	AI	Nelegirani čelik		Galvanizovani čelik
							Korozivno dejstvo - tačkasta korozija	Korozivno dejstvo - pojave korozije	Stepen zaštite galvanizovanog čelika
KOR 031 -PZ2	22.5-44.5	-0.28	7.89	8.12	0.12	11.60	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 033 -PZ1	213-228	1.22	6.36	6.06	0.11	13.03	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 033 -PZ2	13-28	0.12	5.95	6.98	0.38	12.00	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 033 -PZ3	105-129	0.15	5.98	6.93	0.46	11.96	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 034 -PZ1	105-125	0.02	14.27	11.01	0.73	15.04	nizak	vrlo nizak	visok
KOR 034 -PZ2	29-47	0.06	6.45	7.30	0.08	12.15	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 035 -PZ1	132-162	-1.23	14.61	12.59	0.21	14.02	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 035 -PZ2	7m-16	0.04	6.34	7.22	0.10	11.86	vrlo nizak	vrlo nizak	visok
KOR 036 -PZ1	289-310	1.74	11.85	8.83	0.15	17.85	vrlo nizak	vrlo nizak	vrlo visok
KOR 036 -PZ2	131-155	0.47	14.41	10.66	0.72	15.57	vrlo nizak	vrlo nizak	visok

Tabela 12. Deskriptivna statistika parametara kvaliteta uzoraka pijezometara na području Korenita

Parametar/statistika	Min	Max	Average	Mod	Med	Q ₁	Q ₃
Temperatura vode, °C	13,10	22,80	16,05	14,20	15,80	14,45	17,25
pH vrednost	6,87	12,62	8,46	7,29	7,78	7,37	8,94
Elektroprovodljivost, µS/cm	285	5520	759	503	525	479	697
Sadržaj kiseonika, mg/l	0,32	7,23	3,53	3,80	3,50	2,40	4,47
Redoks potencijal (Eh), mV	-45,84	444,60	200,01	-	202,60	141,5	268,90
Amonijum ion, mg/l	<0,05	2,91	0,54	<0,05	0,24	0,10	0,50
Nitrati, mg/l	<0,05	8,10	0,86	<0,05	0,47	0,11	0,78
Hloridi, mg/l	2,45	21,04	6,59	10,75	5,19	3,80	7,96
Sulfati, mg/l	2,04	753,16	60,28	-	50,19	26,57	55,89
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	127,5	1775,0	298,6	325,0	245,0	218,7	317,7
Bikarbonati, mg/l	0,0	490,4	258,7	0,0	275,1	220,5	359,7
Karbonati, mg/l	0,0	234,6	21,6	0,0	0,0	0,0	15,0
Ugljen-dioksid, mg/l	0,0	108,5	15,95	0,0	7,82	0,0	25,10
Vodonik-sulfid, mg/l	<0,04	13,60	0,64	<0,04	0,04	<0,04	0,23
Metan, mg/l	<0,02	1,90	0,35	<0,02	0,35	<0,02	0,39
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	147	277	423	221	292	243	352
Ukupna tvrdoča, mgCaCO ₃ /l	6,62	945,14	280,68	-	253,01	209,4	319,46
Kalcijum, mg/l	24,21	266,70	89,66	-	75,46	58,86	104,51
Magnezijum, mg/l	<1	67,80	15,58	<1	14,87	7,00	18,89
Natrijum, mg/l	1,66	80,31	17,37	-	9,22	3,89	31,60
Kalijum, mg/l	<1	77,97	6,84	<1	2,24	1,24	5,98
Gvožđe (II), mg/l	0,10	5,49	1,88	0,10	1,25	0,41	3,21
Gvožđe, ukupno, mg/l	0,26	132,34	8,81	-	3,69	1,50	5,90
Mangan, mg/l	<0,005	4,17	0,33	<0,005	0,09	0,02	0,32
Uk. organski ugljenik, mg/l	0,43	76,40	3,00	0,50	0,82	0,56	1,53

Min - minimum value, Max - maximum value, Average – mean value, Mod – mode, Med – median, Q₁ - first quartile, Q₃ - third quartile

Vrednosti LI za 3 uzorka ukazuju na veliki potencijal za odigravanje korozionih procesa u vodenoj sredini a za preostale uzorke pokazuje da je voda u ravnoteži i da ima neutralno ili neagresivno dejstvo. S obzirom na to da na ovom području nema uzoraka sa velikim vrednostima ukupnih rastvornih materija (> 10 000 mg/l) nije korišćena klasifikacija prema S-DSI kriterijumu.

Prema vrednostima indeksa korozivnosti kao što su PSI i RI velika većina uzoraka je nezasićena i samim tim ne pokazuje tendenciju ka taloženju zaštitnog sloja kalcijum-karbonata što ukazuje na vodenu sredinu sa agresivnim svojstvima.

Za razliku od prethodnih metoda koje agresivnost i korozivnost vode posmatraju kao zasićenost kalcijum-karbonatom (LI, PSI, RI) male vrednosti indeksa LSI za 41 uzorak ukazuju da koncentracije anjona hlorida, sulfata i bikarbonata neće ometati depoziciju zaštitnog sloja. Visoka vrednost LSI je dobijena za samo 3 uzorka za koje se može tvrditi da imaju agresivno svojstvo.

Podaci dobijeni za indeks AI pokazuju da uzorci nemaju tendenciju ka razaranju strukture azbestno-cementnih cevi, odnosno da uzorci imaju neagresivna i neutralna svojstva. Ni jedan uzorak nije klasifikovan kao agresivan prema ovom kriterijumu.

2.6 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani betonu objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92)

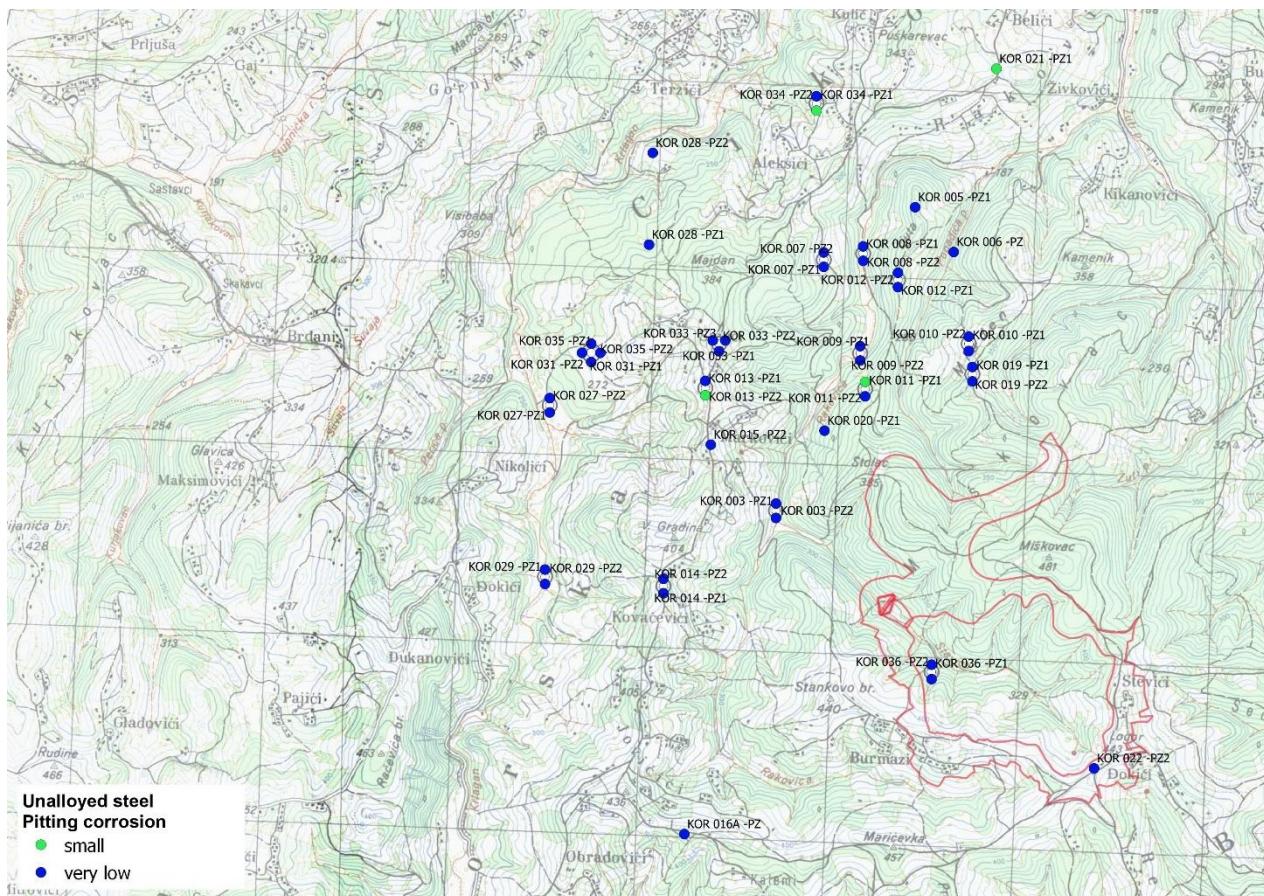
Poređenjem vrednosti parametara kvaliteta i Pravilnika o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine (Sl. Glasnik SRJ br. 18/1992) uzorci pijezometara na području Korenita su uglavnom kategorisani kao neagresivni prema svim klasama betona. Uslove ovog pravilnika ne zadovoljava par uzoraka i to po sadržaju sulfata i ugljen-dioksid-a

(Prilog I). Usled visoke koncentracije sulfata (753 mg/l) uzorak KOR 011 Pz2 pripada klasi A2. Prema sadržaju ugljen-dioksida koji prevazilazi 15 mg/l, 9 uzoraka je kategorisano kao klasa A1 (KOR 010 Pz1, KOR 011 Pz1, KOR 012 Pz2, KOR 014 Pz1, KOR 014 Pz2, KOR 016A Pz, KOR 033 Pz3, KOR 034 Pz2, KOR 035 Pz2) i 5 uzoraka kao klasa A2 (KOR 011 Pz2, KOR 012 Pz1, KOR 015 Pz2, KOR 029 Pz1, KOR 033 Pz2). Uzorak KOR 029 Pz2 koji sadrži više od 100 mg/l ugljen-dioksida pripada klasi A3.

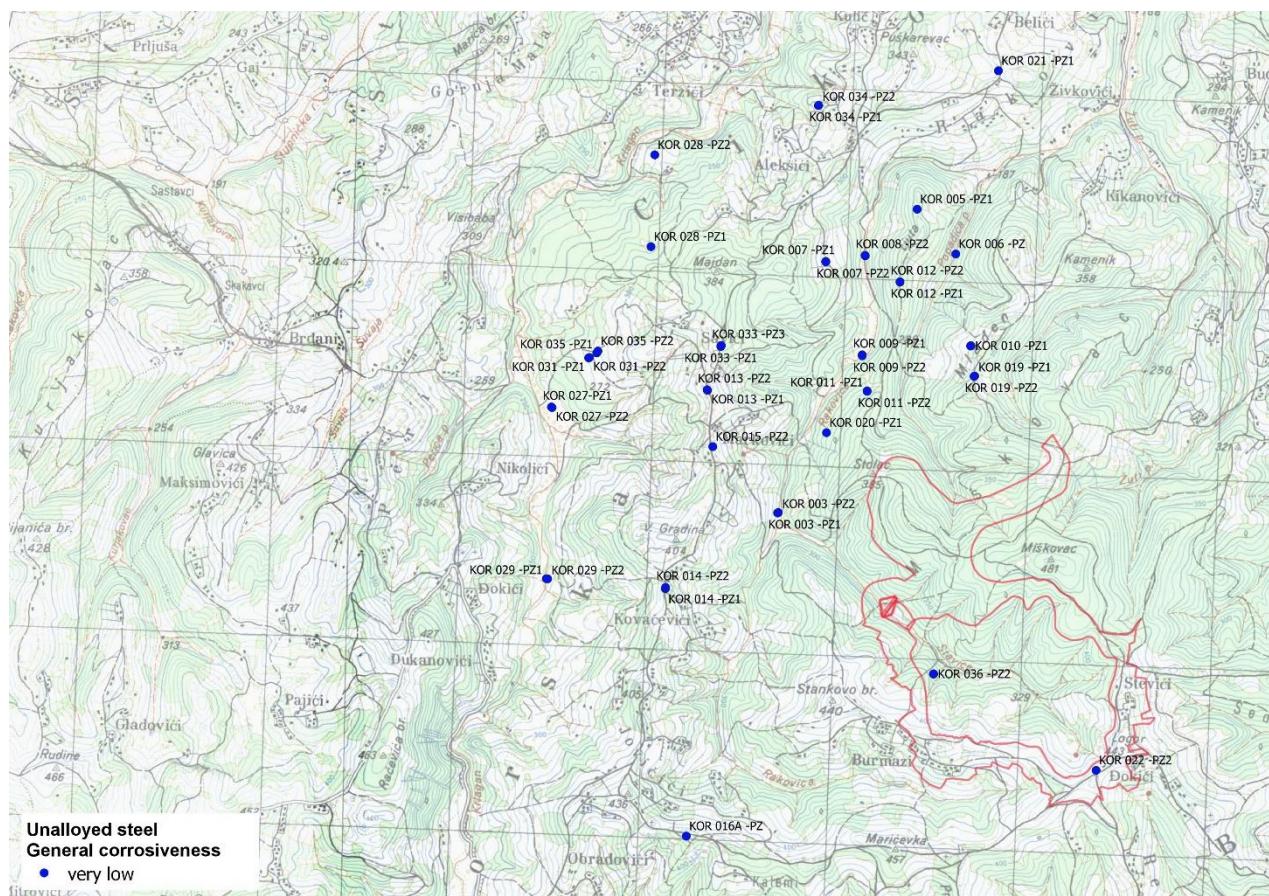
2.7 Analiza korozivnosti podzemnih voda na čelik na području Korenita prema Standardu DIN 50929-3

Deskriptivna statistika parametara kvaliteta vode na osnovu kojih je procenjen potencijal korozivnosti vode je prikazana u tabeli 12. Dobijene klase za podzemnu vodu u pijezometrima na području Korenita su prikazane u tabeli 11 i slikama 15, 16 i 17.

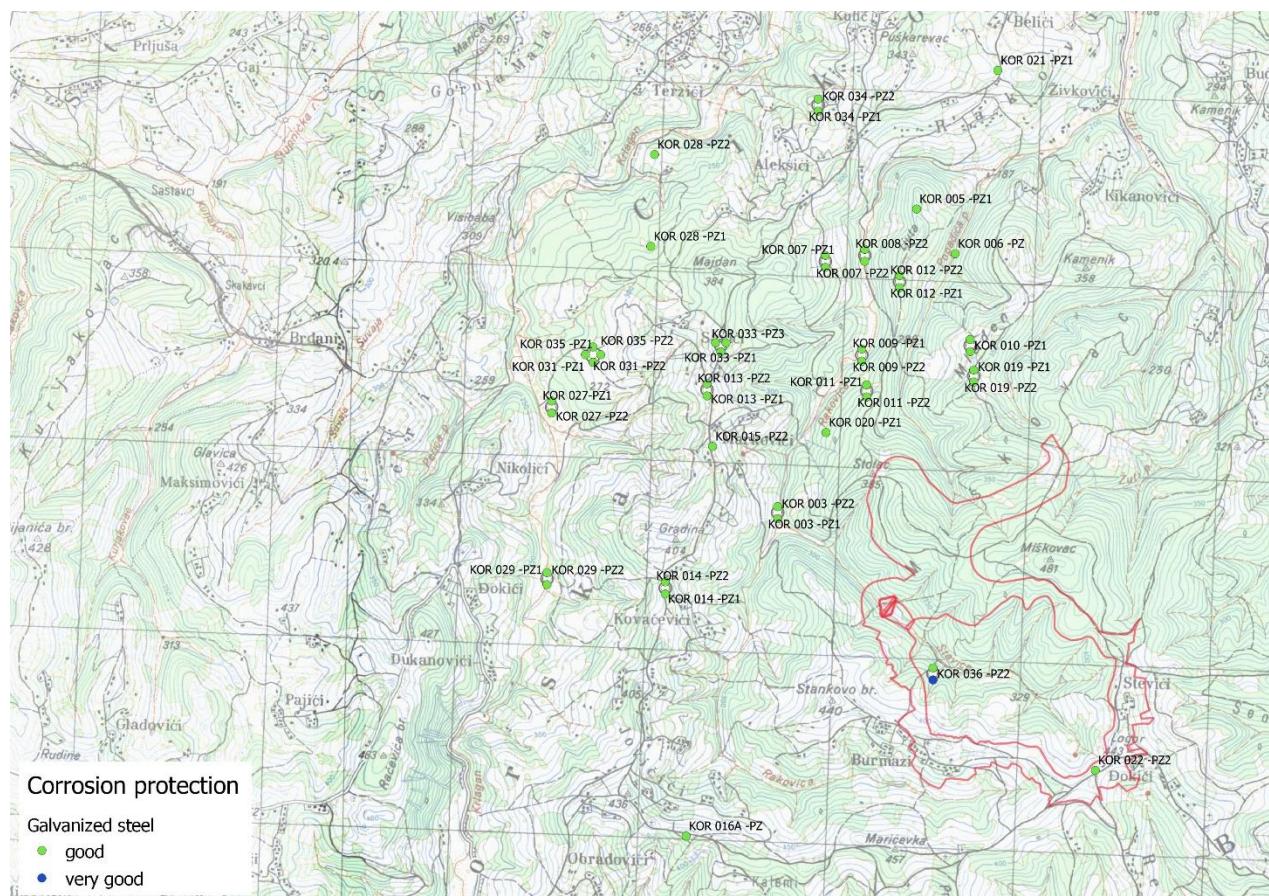
Pojava tačkaste korozije je kod velike većine pijezometara okarakterisana kao vrlo niska a samo tri uzorka kao niska (Slika 15). Mogućnost pojave ukupne korozije je kod svih objekata vrlo niska (Slika 16). Sa druge strane, izračunati koeficijent WL kaže da bi pocinkovani čelik bio visoko zaštićen od korozije (Slika 17).



Slika 15. Mapa pijezometara sa područja Korenita klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, tačkasta korozija – nelegirani čelik



Slika 16. Mapa piјezometara sa područja Korenita klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, opšta korozija – nelegirani čelik

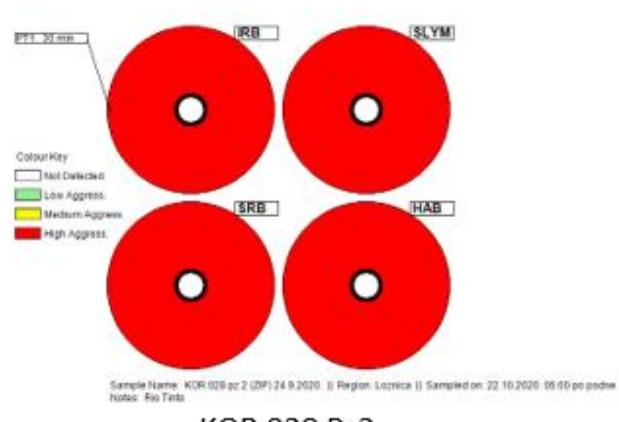
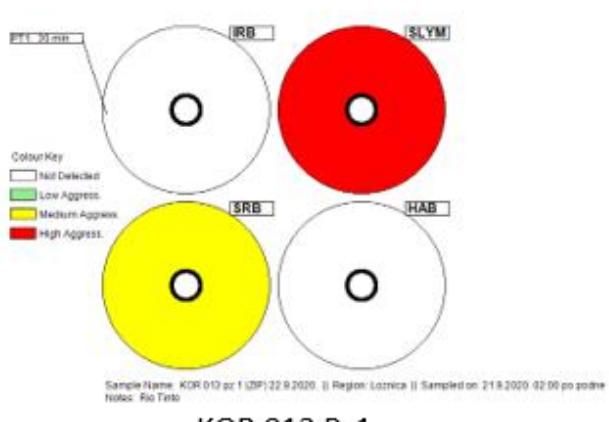
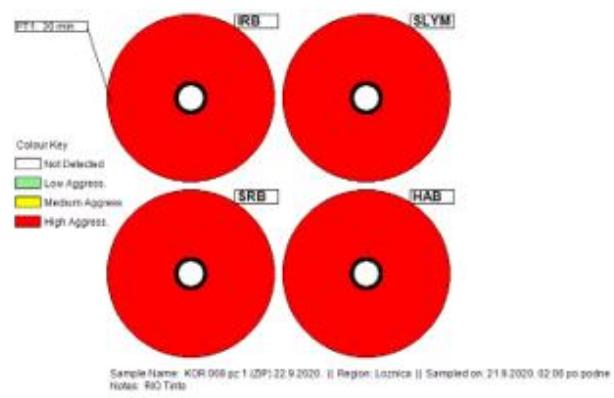
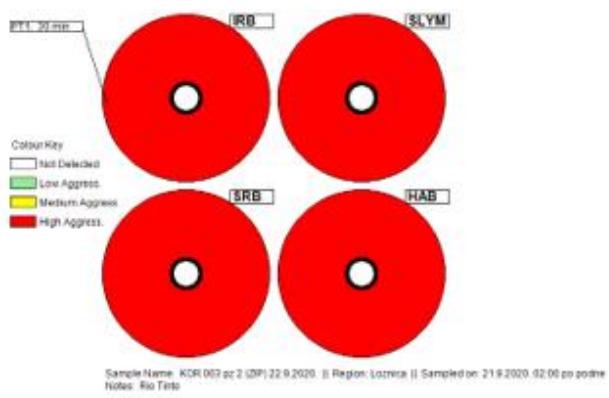


Slika 17. Mapa piјezometara sa područja Korenita klasifikovanih prema korozionom dejstvu na čelik, zaštita od korozije-galvanizovani čelik

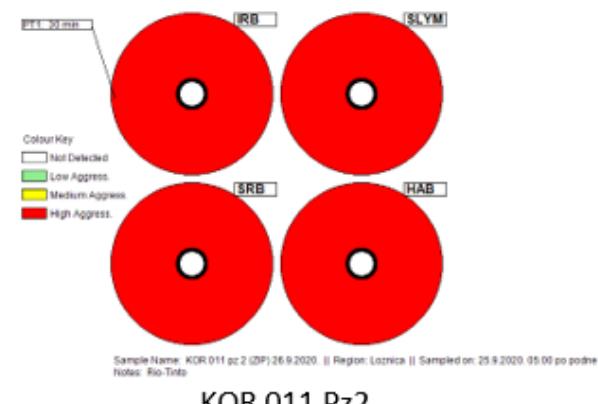
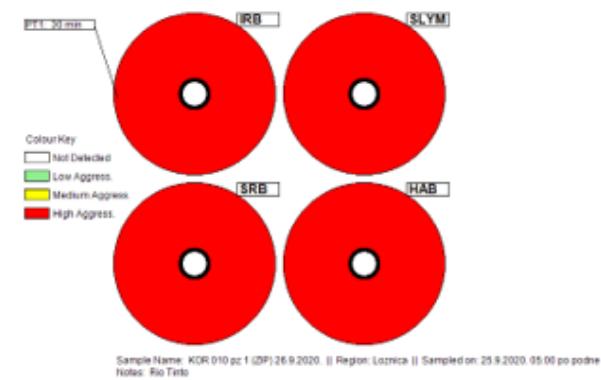
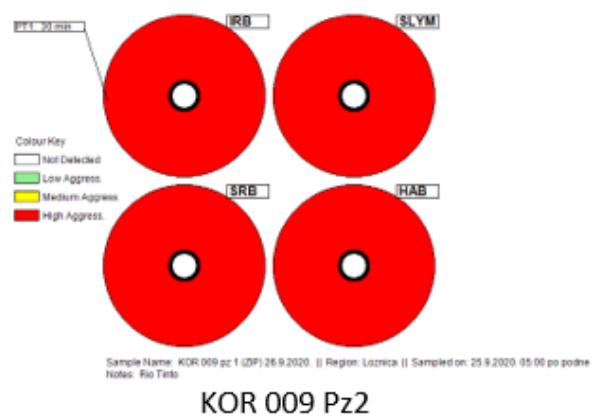
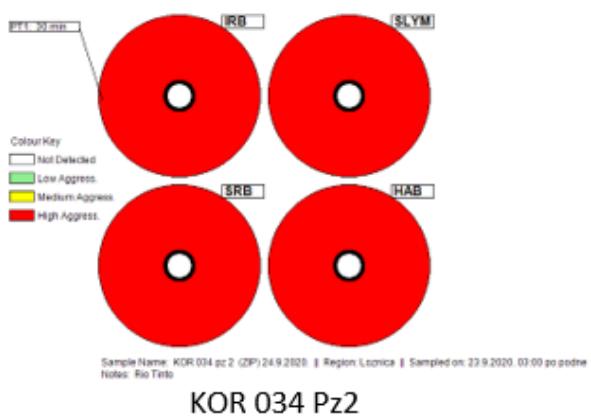
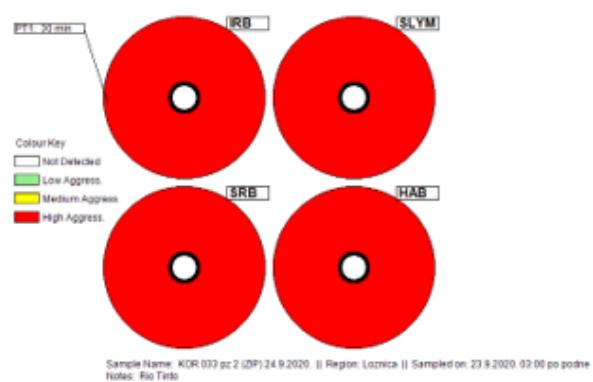
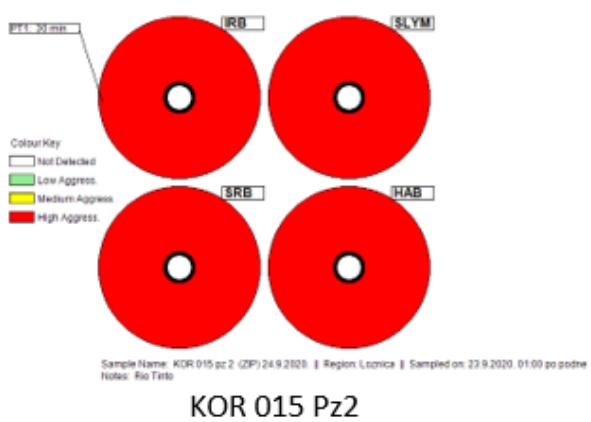
2.8 Analiza i procena agresivnosti podzemnih voda na području Korenita prema mikrobiološkim parametrima

Na slikama 18, 19 dat je softverski generisan šematski prikaz agresivnosti (biohemijske aktivnosti) analiziranih grupa bakterija u uzorcima podzemnih voda sa područja reke Korenita.

U 9 od 10 ispitivanih uzoraka podzemnih voda sa ovog područja, detektovane su sve četiri analizirane grupe bakterija sa visokom biohemijskom aktivnošću i brojnošću. U većini ispitivanih uzoraka, detektovana je visoka biohemijska aktivnost (agresivnost) i brojnost gvožđevitih i heterotrofnih bakterija. U takođe, u 9 uzoraka konstatovana je visoka biohemijska agresivnost i brojnost sulfat redukujućih, a u svih deset i visoka brojnost i agresivnost bakterija koje produkuju ekstracelularne polimere (biofilm formirajuće). Po visokoj biohemijskoj aktivnosti i agresivnosti sve četiri grupe ispitivanih bakterija, koje pospešuju procese korozije i formiranje taloga na pumpama, cevovodima, izdvojili su se uzorci podzemnih voda KOR 003 PZ1, KOR 008 PZ1, KOR 028 PZ 2, KOR 015 PZ 2, KOR 033 PZ 2, KOR 034 PZ 2, KOR 009 PZ1, KOR 010 PZ 1, KOR 011 PZ 2).



Slika 18. Biohemijski diverzitet i softverski procenjena agresivnost detektovanih grupa bakterija u podzemnoj vodi na području Korenita



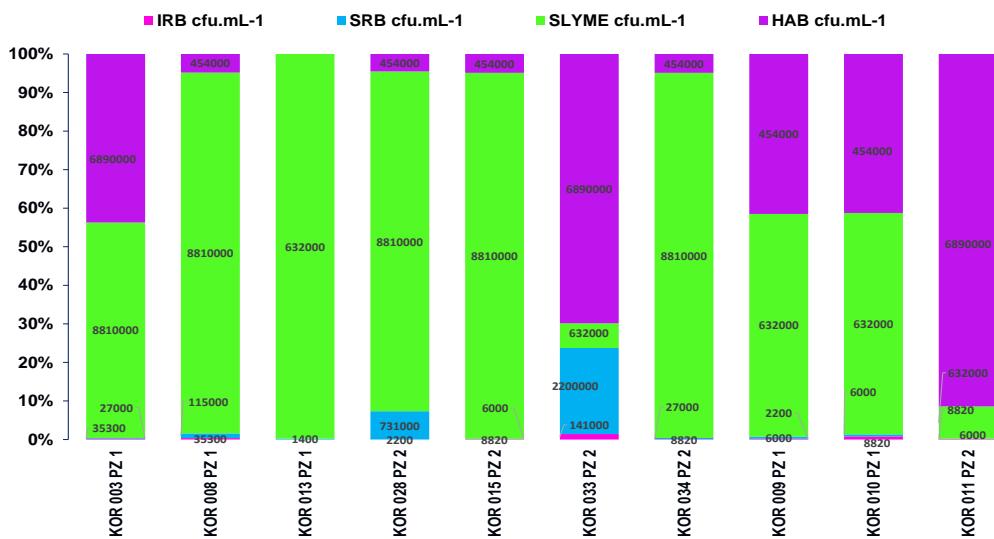
Slika 19. Biohemski diverzitet i softverski procenjena agresivnost detektovanih grupa bakterija u podzemnoj vodi na području Korenita

U tabeli 13 dati su rangovi vrednosti prognoziranih rizika za razvoj procesa biokorozije, procesa istaložavanja (biofuling) i rizika za javno zdravlje za podzemne vode sa područja reke Korenite. Prema dobijenim vrednostima prognoziranih rizika, može uočiti da su podzemne vode sa područja Korenite reke umereno visoko rizične i za razvoj procesa istaložavanja i za razvoj biološki generisane korozije (CR=5.4 i PR=5.9). Prosečno posmatrano, prognoziran rizik za javno zdravlje i za moguće prisustvo i patogenih vrsta, je bio u granicama niskih rizika, a maksimalno visok rizik (9), određen je za podzemnu vodu u zoni KOR 034 PZ 2.

Tabela 13. Minimum, maximum and mean value of risks for the development of biocorrosion, sedimentation and public health risks in groundwater from the Korenita area

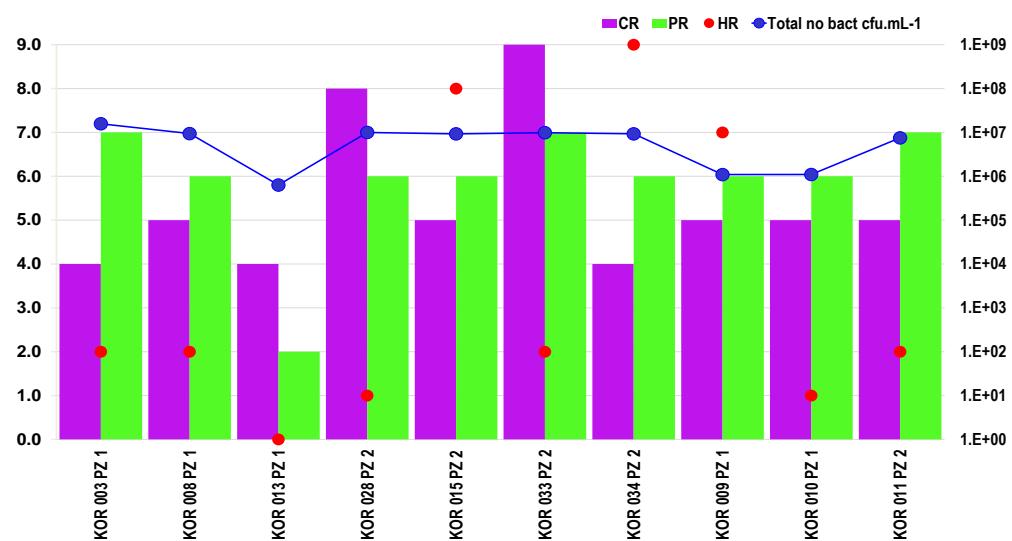
Rangovi	Korozioni rizik CR	Rizik od zapušavanja PR	Zdravstveni rizik HR
Minimum	4.0	2.0	0.0
Maksimum	9.0	7.0	9.0
Srednja vrednost	5.4	5.9	3.4

Relativna zastupljenost procenjene brojnosti i biohemski diverzitet i struktura detektovanih populacija bakterija u podzemnim vodama sa područja Korenita dati su na slici 20, a softverski prognozirani rizici za razvoj biokorozije, biotaloženja i za javno zdravlje dati su na slici 21.



Slika 20. Relativna zastupljenost procenjene brojnosti, biohemski diverzitet i struktura detektovanih populacija u podzemnim vodama sa područja Korenita

Za razliku od podzemnih voda sa područja reke Jadar, u podzemnim vodama sa područja Korenita po brojnosti i biohemskoj agresivnosti dominiraju aerobne i fakultativno anaerobne bakterije koje produkuju ekstracelularne polimerne materije (Slyme BART) i heterotrofne bakterije (HAB-BART).



Slika 21. Softverski prognozirani rizici za razvoj procesa korozije (CR) i taloženja (PR), kao i rizik za javno zdravlje (HR) u relaciji sa ukupnim brojem detektovanih bakterija uzorka sa područja Korenita

3 PRILOG I

Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti i korozivnosti uzoraka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzoraka na područjima Jadar i Korenita

Tabela 14. Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području aluvijona Jadar prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br.18 /92)

LOKACIJA	JDRHGAL01	JDRHGAL02	JDRHGAL03	JDRHGAL04	JDRHGAL05	JDRHGAL06	JDRHGAL07	JDRHGAL08	JDRHGAL09	JDRHGAL10
Temperatura vode, °C	16,3	14,4	13,8	13,9	15,0	14,8	14,4	15,5	16,0	14,1
pH vrednost	7,06	7,27	7,13	7,10	7,20	7,21	7,14	8,64	7,47	6,92
Elektroprovodljivost, µS/cm	458	530	593	521	386	266	561	568	464	553
Sadržaj kiseonika, mg/l	0,35	2,32	0,28	0,22	0,26	1,62	0,25	0,24	0,47	0,28
Redoks potencijal (Eh), mV	267,5	403,5	316,0	194,37	272,2	337,7	248,7	379,3	276,1	262,1
Amonijum jon, mg/l	0,16	0,11	1,21	1,19	0,50	0,44	1,41	0,08	0,33	0,90
Nitrati, mg/l	0,82	0,62	0,22	0,30	0,40	0,83	0,45	0,51	0,17	0,13
Hloridi, mg/l	7,9	4,5	4,3	8,3	8,0	12,6	6,3	8,7	8,2	6,1
Sulfati, mg/l	26,19	16,01	31,32	26,20	11,54	64,05	19,29	12,52	20,72	22,65
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	216,5	236,0	441,0	268,5	187,5	63,0	283,5	426,0	221,5	275,0
Bikarbonati, mg/l	264,1	287,9	538,0	327,6	228,8	76,9	345,9	295,2	270,2	335,5
Karbonati, mg/l	0	0	0	0	0	0	0	110,4	0	0
Ugljen-dioksid, mg/l	37,7	25,3	65,4	42,7	23,7	7,8	41,1	0	15,0	66,1
Vodonik-sulfid, mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	0,07	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Metan, mg/l	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	<0,02
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	234	281	299	265	279	224	289	568	259	278
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	239,07	276,61	341,48	298,04	161,33	115,52	291,87	61,91	178,48	299,69
Kalcijum, mg/l	80,68	90,27	106,90	97,11	50,04	32,79	88,02	12,60	54,57	93,45
Magnezijum, mg/l	9,13	12,44	18,10	13,49	8,84	8,17	17,51	7,40	10,25	16,11
Natrijum, mg/l	5,96	8,56	7,00	5,23	27,79	14,28	6,71	34,51	32,71	8,73
Kalijum, mg/l	1,72	2,19	2,30	4,58	<1	<1	1,31	2,30	<1	1,08
Gvožđe (II), mg/l	0,13	0,14	5,00	4,00	4,70	0,41	4,58	<0,1	3,40	3,05
Gvožđe, ukupno, mg/l	1,87	0,15	5,05	4,27	4,80	0,92	4,62	0,15	3,59	3,14
Mangan, mg/l	0,02	0,04	1,48	0,15	0,41	0,29	2,17	<0,005	0,05	0,48
Uk. org. ugljenik	<0,5	4,70	0,82	2,84	0,99	1,04	0,93	1,18	0,90	2,50

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 14 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području aluvijona Jadar prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br.18 /92)

LOKACIJA	JDRHGAL11	JDRHGAL13	JDRHGAL14	JDRHGAL15	JDRHGAL16	JDRHGAL17	JDRHGAL18	JDRHGAL19
Temperatura vode, °C	13,7	15,9	13,5	14,5	14,4	14,1	13,7	14,3
pH vrednost	7,28	7,57	7,00	6,96	7,02	7,07	7,54	7,10
Elektroprovodljivost, µS/cm	699	500	477	553	535	275	464	578
Sadržaj kiseonika, mg/l	0,35	0,38	0,37	0,30	2,49	0,30	0,24	0,28
Redoks potencijal (Eh), mV	407,5	192,7	250,8	282,2	400,7	290,4	363,1	242,8
Amonijum jon, mg/l	0,07	0,39	1,11	0,43	<0,05	1,36	0,30	0,73
Nitrati, mg/l	0,39	0,17	0,15	0,08	3,89	0,58	0,22	0,22
Hloridi, mg/l	8,2	3,7	6,7	6,0	14,7	8,1	5,0	8,7
Sulfati, mg/l	28,58	17,62	15,99	24,00	33,30	39,38	16,12	19,26
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	344,5	257,0	250,0	273,5	235,5	100,5	229,0	288,5
Bikarbonati, mg/l	420,3	313,5	305,0	333,7	287,3	122,6	279,4	352,0
Karbonati, mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0
Ugljen-dioksid, mg/l	36,2	13,8	50,0	60,0	45,0	17,1	13,2	45,8
Vodonik-sulfid, mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Metan, mg/l	<0,02	0,06	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07
Uk.isp.ost. na 105 °C, mg/l	358	312	230	314	266	167	229	254
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	303,68	204,77	247,95	264,02	268,02	137,45	185,22	244,43
Kalcijum, mg/l	90,27	50,23	81,87	80,83	91,43	46,13	56,28	70,96
Magnezijum, mg/l	19,01	19,27	10,57	15,10	9,65	5,41	10,85	16,33
Natrijum, mg/l	36,72	36,68	9,75	5,19	11,70	8,51	29,31	6,58
Kalijum, mg/l	1,48	3,94	2,43	1,01	<1	1,01	1,90	1,80
Gvožđe (II), mg/l	0,10	<0,1	3,90	3,90	0,13	3,65	0,32	4,70
Gvožđe, ukupno, mg/l	0,10	1,01	6,87	3,95	0,20	6,18	0,82	4,75
Mangan, mg/l	0,30	0,36	2,82	<0,005	<0,005	1,40	0,57	<0,005
Uk. org. ugljenik, mg/l	2,73	2,32	0,55	1,37	0,69	0,83	2,47	0,95

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 15. Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Jadar (van aluvijona) prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br.18 /92)

LOKACIJA	JDRHG001-PZ	JDRHG002PZ	JDRHG003-PZ	JDRHG-004PZ	JDRHG-005PZ	JDRHG-006PZ	JDRHG-007PZ	JDRHG008-PZ	JDRHG009-PZ	JDRHG010-PZ	JDRHG 012-PZ	JDRHG 013-PZ
Temperatura vode, °C	19,8	21,0	21,7	17,4	21,5	20,3	18,5	18,1	20,1	20,6	18,3	20,1
pH vrednost	8,63	8,98	8,28	9,57	9,49	9,56	9,42	9,76	9,81	9,70	10,00	9,59
Elektroprovodljivost, µS/cm	14100	14100	17160	2148	16100	11240	5310	22000	16550	15540	15820	18230
Sadržaj kiseonika, mg/l	1,17	2,65	2,11	1,80	0,89	1,77	0,80	0,40	0,90	0,37	0,72	1,49
Redoks potencijal (Eh), mV	-51,1	-17,9	254,2	-21,6	181,3	10,6	-26,0	-132,7	-68,3	-62,7	-32,3	27,6
Amonijum ion, mg/l	3,43	7,22	7,06	5,06	0,32	5,90	5,87	1,76	4,41	3,36	0,50	0,53
Nitrati, mg/l	0,05	0,05	0,09	0,33	0,73	0,14	0,51	0,96	0,39	0,47	0,41	0,25
Hloridi, mg/l	3058,9	3836,7	4671,9	17,2	2275,9	1033,6	286,1	1192,8	31,8	519,4	1096,2	1811,3
Sulfati, mg/l	2296,06	1208,18	1232,62	990,40	300,15	71,83	22,02	556,64	107,44	48,63	144,09	73,70
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	1353	640,0	734,0	321,0	13725	9880	4675	26850	24550	19375	16050	19500
Bikarbonati, mg/l	527,7	42,7	895,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karbonati, mg/l	552	363	0	81	5610	3600	2520	12930	9780	7920	5760	9780
Ugljen-dioksid, mg/l	0	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vodonik-sulfid, mg/l	<0,04	2,52	<0,04	5,6	0,52	2,20	6,2	15,80	7,10	1,68	0,47	1,28
Metan, mg/l	<0,02	0,09	0,18	<0,02	0,83	3,89	6,76	7,38	6,21	76,24	18,33	4,36
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	11260	10140	23280	2206	28129	16980	7090	42360	37720	34080	31660	34140
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	194,64	183,56	246,08	589,18	32,05	17,10	11,01	30,35	25,62	91,78	21,73	10,15
Kalcijum, mg/l	21,99	26,47	65,99	222,04	9,15	5,20	2,55	3,20	7,65	31,47	7,05	2,42
Magnezijum, mg/l	33,93	28,52	19,75	8,44	2,23	<1	1,13	5,43	1,58	3,20	<1	<1
Natrijum, mg/l	3481,83	3509,76	3977,28	116,61	5420,88	2437,34	1403,99	6984,85	5530,18	5281,02	5290,30	6510,22
Kalijum, mg/l	49,70	40,40	24,12	157,72	45,27	26,63	22,27	209,69	26,11	18,38	34,05	36,43
Gvožđe (II), mg/l	0,25	2,85	0,17	1,53	0,44	0,47	1,61	1,62	0,50	0,82	0,80	0,75
Gvožđe, ukupno, mg/l	0,27	2,94	7,84	3,24	1,25	0,57	1,67	1,65	3,01	2,32	0,83	1,22
Mangan, mg/l	0,09	0,04	0,10	0,01	0,02	0,01	0,01	0,08	0,03	0,06	0,04	0,03
Uk. org. ugljenik, mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	2,91	13,23	14,48	3,75	119,40	38,40	83,00	11,10	9,45

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 15 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Jadar (van aluvijona) prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br.18 /92)

LOKACIJA	JDRHG 014-PZ	JDRHG015-PZ	JDRHG 016-PZ	JDRHG017-PZ	JDRHG021-PZ	JDRHG022-PZ	JDRHG023-PZ	JDRHG 024-PZ	JDRHG-025PZ	JDRHG026-PZ	JDRHG-029PZ
Temperatura vode, °C	21,9	18,4	18,6	18,6	21,1	17,7	19,0	18,7	24,8	23,2	24,0
pH vrednost	9,76	9,40	9,92	9,83	9,55	9,65	9,44	9,76	9,69	8,69	8,71
Elektroprovodljivost, µS/cm	16510	16490	16120	15660	17300	15290	4070	13570	11344	2141	3520
Sadržaj kiseonika, mg/l	1,03	2,01	0,71	0,68	2,97	0,82	1,20	2,28	1,21	3,22	3,66
Redoks potencijal (Eh), mV	-52,1	87,7	27,1	-7,9	174,4	-97,8	24,7	-27,2	-89,4	267,6	62,1
Amonijum jon, mg/l	0,90	0,39	1,01	1,01	0,21	6,35	1,69	1,07	3,39	0,39	1,80
Nitrati, mg/l	0,39	0,47	0,33	0,54	0,31	0,17	0,16	0,05	0,05	0,07	0,05
Hloridi, mg/l	185,3	566,64	407,2	25,2	1323,3	381,1	6,3	23,8	41,6	25,5	67,1
Sulfati, mg/l	81,15	466,64	233,81	54,41	359,23	54,95	16,91	226,73	96,49	141,82	166,99
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	23125	24875	20950	22925	15950	19875	3605	17800	15620	1522,5	6275
Bikarbonati, mg/l	0	4727,5	0	0	0	0	0	0	0	1271,9	0
Karbonati, mg/l	10080	12600	8730	9600	8550	8220	2064	6996	5196	288	3180
Ugljen-dioksid, mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vodonik-sulfid, mg/l	3,80	1,02	0,95	2,24	1,04	4,30	2,10	4,30	7,60	<0,04	0,27
Metan, mg/l	10,7	9,74	13,51	6,24	4,28	17,88	8,58	1,10	3,50	<0,02	0,16
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	33560	32700	33220	35840	31540	40100	5328	35740	29240	1479	3886
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	28,62	41,97	21,79	27,25	13,96	12,41	9,13	43,28	16,56	11,73	8,02
Kalcijum, mg/l	5,65	7,25	5,82	6,41	3,94	3,32	2,01	12,24	4,98	3,05	1,56
Magnezijum, mg/l	3,52	5,80	1,76	2,73	<1	<1	<1	3,09	<1	<1	<1
Natrijum, mg/l	5345,59	5229,04	5121,69	5012,80	5520,71	5682,53	1033,56	4789,51	3957,48	541,71	853,86
Kalijum, mg/l	17,83	202,36	74,97	27,38	54,18	34,72	6,52	38,99	16,72	5,99	11,78
Gvožđe (II), mg/l	1,51	1,52	1,31	1,62	0,24	0,24	0,19	0,38	0,20	0,13	0,14
Gvožđe, ukupno, mg/l	1,59	12,30	2,81	1,63	1,01	0,99	1,37	1,53	1,16	3,55	0,25
Mangan, mg/l	0,02	0,27	0,16	0,18	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Uk. org. ugljenik, mg/l	43,60	34,00	25,00	32,40	7,55	27,40	4,61	14,40	18,80	0,74	2,38

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 15 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Jadar (van aluvijona) prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br.18 /92)

LOKACIJA	JDRHG030TW	JDRGT022-WE	JDRGT036-WE	JDRGT 052-PZ1	JDRGT 053-WE	JDRGT-54PZ	JDRGT-64PZ	JDRGT-066PZ	JDR-57-PZ	JDR_168-PZ	JDR_169-PZ
Temperatura vode, °C	17,0	16,6	15,9	13,5	14,2	15,3	14,0	15,7	17,9	24,7	21,6
pH vrednost	9,31	8,95	7,92	11,96	7,49	7,34	6,93	7,33	8,82	9,56	9,86
Elektroprovodljivost, µS/cm	4430	318	539	961	340	334	270	355	1253	5550	20570
Sadržaj kiseonika, mg/l	0,18	2,62	0,62	0,16	0,25	0,29	0,23	0,70	3,67	1,03	1,59
Redoks potencijal (Eh), mV	339,2	368,6	349,0	268,3	351,4	378,6	410,6	290,9	338,8	-46,8	371,7
Amonijum jon, mg/l	0,97	0,12	0,76	4,64	0,44	0,31	0,18	0,47	0,22	0,34	0,18
Nitrati, mg/l	0,16	0,18	0,33	0,06	0,06	0,74	0,26	0,42	0,40	0,05	0,20
Hloridi, mg/l	245,9	5,7	6,0	6,5	17,0	3,6	5,2	5,2	5,7	309,0	2296,8
Sulfati, mg/l	74,05	1,51	29,66	72,30	33,33	21,56	31,06	16,17	427,80	18,97	400,47
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	4035	262,0	420,0	319,0	234,5	225,5	169,5	279,5	470,5	5035	20350
Bikarbonati, mg/l	0	198,9	512,4	0	286,1	275,1	206,8	341,0	133,6	0	915,0
Karbonati, mg/l	1734	59,4	0	63	0	0	0	0	216,6	1788	11760
Ugljen-dioksid, mg/l	0	0	10,1	0	15,2	20,6	39,8	26,1	0	0	0
Vodonik-sulfid, mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	2,55	1,40
Metan, mg/l	3,06	<0,02	<0,02	0,07	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,02	4,48	7,55
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	7035	223	376	520	230	217	175	203	1377	8468	39260
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	14,57	99,38	338,37	230,41	177,82	214,96	140,40	233,01	150,46	19,92	34,12
Kalcijum, mg/l	3,45	8,71	100,16	90,63	57,66	63,80	34,77	68,90	29,09	3,81	11,58
Magnezijum, mg/l	1,45	18,85	21,43	<1	8,22	13,51	13,01	14,80	18,90	2,52	1,26
Natrijum, mg/l	1244,41	41,10	18,30	72,80	23,68	19,16	17,32	16,93	244,62	1449,40	5922,79
Kalijum, mg/l	11,64	2,29	2,15	8,92	<1	<1	<1	<1	1,95	8,13	55,12
Gvožđe (II), mg/l	0,19	2,43	0,18	0,85	0,56	0,24	0,45	1,71	4,74	0,62	0,50
Gvožđe, ukupno, mg/l	0,42	2,45	0,66	0,87	0,65	2,02	0,85	1,90	4,76	0,98	0,55
Mangan, mg/l	0,06	0,02	0,05	0,02	0,82	0,19	0,50	1,04	0,06	0,08	0,01
Uk. org. ugljenik, mg/l	17,60	0,86	1,43	7,56	3,02	3,34	1,12	<0,5	0,87	4,13	26,40

Tabela 16. Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzoraka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzoraka na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92)

LOKACIJA	KOR 003 PZ1	KOR 003 PZ2	KOR 005 PZ1	KOR 006 PZ	KOR 007 PZ1	KOR 007 PZ2	KOR 008 PZ1	KOR 008 PZ2	KOR 009 PZ1	KOR 009 PZ2	KOR 010 PZ1	KOR 010 PZ2
Temperatura vode, °C	14,6	13,6	14,2	14,1	14,2	13,7	15,8	13,1	15,0	15,2	14,7	14,5
pH vrednost	7,66	7,90	7,79	9,01	7,70	8,19	7,92	8,11	7,75	7,59	7,27	7,61
Elektroprovodljivost, µS/cm	502	578	404	470	425	430	488	451	482	469	503	498
Sadržaj kiseonika, mg/l	3,18	0,53	1,85	3,36	6,13	6,80	2,29	0,32	2,56	2,28	4,76	5,70
Redoks potencijal (Eh), mV	340,1	207,4	158,4	244,1	307,4	407,5	279,7	252,9	444,6	26,5	153,8	228,4
Amonijum ion, mg/l	0,43	0,25	0,19	0,05	0,05	0,13	0,19	0,21	0,05	0,05	0,14	0,25
Nitrati, mg/l	0,11	0,11	0,67	0,05	0,70	0,52	0,54	0,21	0,48	0,05	0,13	0,46
Hlondi, mg/l	18,69	3,08	6,26	3,76	2,98	3,24	4,18	3,55	4,02	2,45	3,92	4,23
Sulfati, mg/l	58,45	66,87	2,32	53,05	10,33	12,67	35,30	20,68	25,70	27,56	15,99	56,08
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	190,0	242,0	216,0	222,5	224,0	219,0	227,0	220,0	236,0	228,0	255,5	218,0
Bikarbonati, mg/l	231,8	295,2	263,5	240,95	273,3	267,2	276,9	268,4	287,9	278,2	311,7	266,0
Karbonati, mg/l	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Ugljen-dioksid, mg/l	8,3	6,1	7,0	0	8,9	2,8	5,5	3,4	8,4	11,7	27,4	10,7
Vodonik-sulfid, mg/l	0,04	3,8	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,11	0,04	0,20	0,04
Metan, mg/l	0,02	0,32	0,42	0,37	0,02	0,02	0,02	0,58	0,02	0,36	0,52	0,52
Uk. isp. ost. na 105°C, mg/l	343	292	206	272	221	221	278	228	245	238	261	216
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	257,83	298,76	223,90	230,10	241,87	285,82	248,20	225,38	222,27	204,48	269,98	274,47
Kalcijum, mg/l	74,81	95,12	30,91	73,94	68,71	65,70	75,43	72,00	63,49	57,38	91,38	99,36
Magnezijum, mg/l	17,25	14,87	35,63	11,04	17,07	29,57	14,53	11,07	15,48	14,86	10,15	6,40
Natrijum, mg/l	9,46	6,73	3,24	13,62	2,45	2,21	14,24	8,97	12,09	8,84	2,78	4,28
Kalijum, mg/l	8,41	1,33	2,22	2,32	1,00	1,00	1,43	1,75	2,40	1,28	2,00	1,00
Gvožđe (II), mg/l	2,94	5,13	3,35	0,11	0,29	1,14	5,49	1,66	1,24	3,52	3,85	4,58
Gvožđe, ukupno, mg/l	3,04	13,70	11,13	1,19	1,45	32,39	10,49	2,98	2,33	3,62	4,51	32,08
Mangan, mg/l	0,31	0,43	0,07	0,07	0,10	2,62	0,10	0,02	0,005	0,005	0,10	1,91
Uk. org. ugljenik, mg/l	1,47	0,50	0,5	0,50	2,11	0,60	0,43	0,64	0,70	0,54	0,84	0,89

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 16 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92

LOKACIJA	KOR 011 PZ1	KOR 011 PZ2	KOR 012 PZ1	KOR 012 PZ2	KOR 013 PZ1	KOR 013 PZ2	KOR 014 PZ1	KOR 014 PZ2	KOR 015 PZ2	KOR 016A PZ	KOR 019 PZ1	KOR 019 PZ2	KOR 020 PZ1
Temperatura vode, °C	16,7	16,5	16,0	14,8	19,1	18,6	16,6	16,1	15,8	16,2	14,0	13,7	13,3
pH vrednost	7,29	7,00	7,16	7,40	11,60	7,94	7,50	7,29	7,10	7,47	8,14	9,52	7,78
Elektrovodljivost, µS/cm	507	2143	681	672	573	858	628	746	687	582	442	472	417
Sadržaj kiseonika, mg/l	4,35	3,92	4,17	0,33	4,28	4,85	4,42	3,30	3,80	7,23	6,69	3,23	4,62
Redoks potencijal (Eh), mV	251,1	183,3	268,9	38,7	146,0	301,7	150,0	137,8	-	244,3	122,0	423,6	243,1
Amonijum ion, mg/l	0,05	0,05	0,06	1,19	0,34	0,34	0,84	0,24	0,12	0,22	0,05	0,05	0,05
Nitrati, mg/l	0,36	0,30	0,05	0,05	0,09	0,46	0,74	0,65	1,96	0,73	0,80	0,78	0,05
Hloridi, mg/l	3,71	3,86	4,12	2,77	5,38	6,79	10,75	16,39	10,75	3,81	4,38	3,97	5,01
Sulfati, mg/l	27,47	753,16	55,37	69,15	50,13	87,60	50,99	60,08	40,30	50,56	51,94	52,86	51,54
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	240,0	369,0	310,0	293,0	173,0	370,0	275,5	325,0	317,5	262,0	180,0	206,5	166,5
Bikarbonati, mg/l	292,8	450,2	378,2	357,5	0	451,4	336,1	396,5	387,4	319,6	219,6	234,85	203,1
Karbonati, mg/l	0	0	0	0	12,0	0	0	0	0	0	0	8,4	0
Ugljen-dioksid, mg/l	24,6	73,8	42,9	23,3	0	8,5	17,4	33,3	50,4	17,8	2,6	0,1	5,5
Vodonik-sulfid, mg/l	0,04	0,26	0,04	13,60	0,05	0,04	2,75	2,82	0,04	0,15	0,04	0,04	0,04
Metan, mg/l	0,02	0,02	0,35	1,34	0,02	0,35	1,10	0,38	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Uk. isp. ost. na 105°C, mg/l	258	2090	348	340	290	539	316	401	347	293	260	238	212
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	225,73	945,14	333,69	6,62	302,83	379,34	275,38	396,84	370,54	297,42	237,96	247,34	165,98
Kalcijum, mg/l	69,93	266,70	121,76	112,30	109,63	123,91	85,17	130,38	127,84	88,28	88,68	93,29	58,16
Magnezijum, mg/l	12,41	67,80	7,20	18,26	1,00	16,98	15,23	17,31	12,47	18,70	4,01	3,50	5,04
Natrijum, mg/l	4,18	3,62	2,93	3,32	15,46	37,32	28,07	4,02	4,12	3,70	3,53	1,66	2,68
Kalijum, mg/l	1,11	2,26	14,79	1,00	1,42	5,84	2,36	2,42	1,05	1,04	1,05	1,00	1,00
Gvožđe (II), mg/l	0,97	4,50	0,14	2,74	1,09	1,22	4,62	4,61	0,35	0,43	0,10	0,10	0,25
Gvožđe, ukupno, mg/l	2,05	4,67	5,22	132,34	2,46	7,32	4,63	4,62	5,27	1,29	1,35	3,69	0,26
Mangan, mg/l	0,005	0,014	0,33	4,17	0,01	0,10	0,07	0,01	0,10	0,04	0,12	0,41	0,005
Uk. org. ugljenik, mg/l	0,56	0,69	1,09	1,78	0,79	2,04	3,47	1,47	0,5	0,50	0,94	0,65	0,58

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 16 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92

LOKACIJA	KOR 021 PZ1	KOR 022 PZ2	KOR 027 PZ1	KOR 027 PZ2	KOR 028 PZ1	KOR 028 PZ2	KOR 029 PZ1	KOR 029 PZ2	KOR 031 PZ1	KOR 031 PZ2
Temperatura vode, °C	18,0	15,9	19,5	22,8	17,2	15,6	14,3	14,2	19,0	17,9
pH vrednost	12,62	9,67	8,85	8,91	10,73	7,78	7,20	6,87	11,68	7,57
Elektroprovodljivost, µS/cm	2210	507	538	495	285	487	717	998	872	343
Sadržaj kiseonika, mg/l	2,26	2,26	1,80	2,75	2,43	2,47	5,90	3,70	3,13	2,89
Redoks potencijal (Eh), mV	231,7	65,2	175,3	280,3	-45,8	224,3	-	-	67,8	123,4
Amonijum jon, mg/l	0,62	0,20	0,76	0,46	1,69	0,23	0,33	0,35	2,91	0,22
Nitrati, mg/l	0,05	0,79	8,10	7,36	0,32	0,69	0,10	0,11	0,52	0,32
Hloridi, mg/l	21,04	6,68	11,43	2,87	9,14	9,40	6,14	5,93	14,36	4,59
Sulfati, mg/l	75,80	42,76	2,04	55,40	35,28	32,64	55,83	66,82	4,17	13,41
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	543,0	234,0	299,5	248,0	127,5	221,0	325	402	357,5	170,0
Bikarbonati, mg/l	0	254,98	301,95	220,82	0	269,6	396,5	490,4	0	207,4
Karbonati, mg/l	33,6	15	31,2	40,2	97,8	0	0	0	234,6	0
Ugljen-dioksid, mg/l	0	0	0	0	0	7,3	41,0	108,5	0	9,2
Vodonik-sulfid, mg/l	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,25	0,04	0,04	0,22	0,26
Metan, mg/l	0,02	0,35	0,77	0,39	0,35	0,37	-	-	1,90	0,50
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	1110	320	299	279	147	246	366	503	678	174
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	591,39	193,37	204,18	182,59	67,05	213,11	311,67	349,92	211,03	158,74
Kalcijum, mg/l	235,19	58,64	58,94	44,10	25,20	52,21	89,13	102,8	71,35	37,51
Magnezijum, mg/l	1,00	11,40	13,84	17,60	1,00	20,09	21,64	22,64	7,98	15,80
Natrijum, mg/l	36,96	36,37	37,52	37,16	37,01	28,45	30,20	80,31	37,26	8,39
Kalijum, mg/l	1,44	1,38	1,58	6,10	6,34	4,87	8,03	6,02	77,97	6,02
Gvožđe (II), mg/l	0,10	2,13	0,51	0,52	1,56	4,65	3,18	2,14	0,88	3,29
Gvožđe, ukupno, mg/l	0,26	3,68	1,03	0,87	1,67	19,02	12,96	2,54	3,81	15,60
Mangan, mg/l	0,01	0,11	0,03	0,01	0,02	0,68	0,40	0,38	0,08	0,31
Uk. org. ugljenik, mg/l	1,70	0,98	4,52	1,21	7,79	0,59	0,51	1,02	76,4	0,54

Knjiga 6: Analiza i ocena agresivnosti podzemnih voda na projektnim područjima Jadar i Korenita

Tabela 16 Nastavak - Rezultati fizičko-hemijskih parametara kvaliteta relevantnih za analizu agresivnosti uzorka podzemnih voda na osnovu kojih je izvršena klasifikacija agresivnosti uzorka na području Korenita prema Pravilniku o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine, Sl. Glasnik SRJ br. 18/92

LOKACIJA	KOR 033 PZ1	KOR 033 PZ2	KOR 033 PZ3	KOR 034 PZ1	KOR 034 PZ2	KOR 035 PZ1	KOR 035 PZ2	KOR 036 PZ1	KOR 036 PZ2
Temperatura vode, °C	18,9	14,8	17,8	16,9	15,0	18,8	17,0	17,4	15,0
pH vrednost	8,50	7,22	7,23	11,05	7,43	10,14	7,29	12,32	11,60
Elektroprovodljivost, µS/cm	610	858	831	513	714	503	607	5520	691
Sadržaj kiseonika, mg/l	1,60	2,46	3,63	3,93	1,18	3,80	3,96	4,63	5,42
Redoks potencijal (Eh), mV	154,0	291,8	141,7	144,8	321,9	24,2	152,3	83,9	202,6
Amonijum ion, mg/l	1,32	0,12	0,28	1,73	0,05	2,49	0,27	2,49	1,46
Nitrati, mg/l	1,77	0,21	0,86	0,08	0,82	1,33	1,63	0,05	1,57
Hloridi, mg/l	5,74	2,61	5,95	7,83	8,40	6,94	8,35	3,39	6,94
Sulfati, mg/l	26,86	121,8	127,60	54,40	16,20	35,83	16,93	50,25	32,1
Alkalitet, mgCaCO ₃ /l	318,5	343,0	308,5	165,0	357,5	277,0	300,5	1775,0	181,5
Bikarbonati, mg/l	356,85	418,5	376,4	0	436,2	0	366,6	0	0
Karbonati, mg/l	15,6	0	0	55,2	0	132,0	0	222,0	36,0
Ugljen-dioksid, mg/l	0	41,3	36,3	0	26,6	0	30,8	0	0
Vodonik-sulfid, mg/l	0,30	0,61	0,04	0,16	0,04	0,39	0,31	0,04	0,04
Metan, mg/l	1,28	0,35	0,02	0,35	0,02	0,02	0,39	0,38	0,35
Uk.isp.ost. na 105°C, mg/l	149	518	417	260	429	346	307	2770	348
Ukupna tvrdoća, mgCaCO ₃ /l	268,74	455	441,77	150,31	374,87	70,03	314,72	493,88	129,63
Kalcijum, mg/l	75,50	132,78	132,24	55,62	67,43	24,21	91,90	196,14	49,70
Magnezijum, mg/l	19,48	29,93	27,09	2,78	50,14	2,33	20,70	1,00	1,34
Natrijum, mg/l	24,91	3,95	8,22	35,78	5,08	37,17	12,12	37,14	26,65
Kalijum, mg/l	6,08	2,49	1,00	4,72	4,81	52,33	5,97	1,58	39,81
Gvožđe (II), mg/l	1,68	1,03	1,26	1,69	0,28	0,51	2,59	0,30	0,10
Gvožđe, ukupno, mg/l	5,43	1,52	4,06	12,06	1,27	2,19	4,35	0,35	0,67
Mangan, mg/l	0,16	0,05	0,14	0,53	0,05	0,05	0,52	0,01	0,02
Uk. org. ugljenik, mg/l	2,26	1,81	0,54	1,22	0,5	0,71	0,71	1,12	2,87

PRILOG:

**OBIM AKREDITACIJE LABORATORIJE
INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU „JAROSLAV ČERNI“**



Акредитационо тело Србије

Accreditation Body of Serbia



Београд

Belgrade

додељује
awards

01904

СЕРТИФИКАТ О АКРЕДИТАЦИЈИ

Accreditation Certificate

којим се потврђује да тело за оцењивање усаглашености
confirming that Conformity Assessment Body

Институт за водопривреду
„Јарослав Черни“ АД Београд
Лабораторија „Јарослав Черни“
Београд-Пиносава

акредитациони број

accreditation number

01-382

задовољава захтеве стандарда

fulfils the requirements of

SRPS ISO/IEC 17025:2017

(ISO/IEC 17025:2017)

те је компетентно за обављање послова испитивања

and is competent to perform testing activities

који су специфицирани у важећем издању Обима акредитације

as specified in the valid Scope of Accreditation

Важеће издање Обима акредитације доступно је на интернет адреси: www.ats.rs

Valid Scope of Accreditation can be found at: www.ats.rs

Акредитација додељена
Date of issue

04.12.2020.

Акредитација важи до
Date of expiry

03.12.2024.



Acting Director
prof. Aco Janićijević, PhD

Акредитационо тело Србије је потписник Мултилатералног споразума о признавању еквивалентности система акредитације Европске организације за акредитацију (EA MLA) и ILAC MRA споразума у овој области. / ATS is a signatory of the EA MLA and ILAC MRA in this field.



АКРЕДИТАЦИОНО
ТЕЛО
СРБИЈЕ

ATC

Акредитациони број/Accreditation No:
01-382

Датум прве акредитације/
Date of initial accreditation: 04.12.2012.

Ознака предмета/File Ref. No.:
2-01-435
Важи од/
Valid from:
04.12.2020.
Замењује Обим од:
Replaces Scope dated:
01.11.2019.

ОБИМ АКРЕДИТАЦИЈЕ

Scope of Accreditation

Акредитовано тело за оцењивање усаглашености/ *Accredited conformity assessment body*

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД Београд

Лабораторија „Јарослав Черни“

Београд - Пиносава, Јарослава Черног 80

Стандард / Standard:

SRPS ISO/IEC 17025:2017

(ISO/IEC 17025:2017)

Скраћени обим акредитације / *Short description of the scope*

- физичка, хемијска и сензорска испитивања: воде (површинске воде, воде за пиће, подземне воде, отпадне воде) / *physical, chemical and sensory testing of water (surface water, drinking water, underground water, wastewater);*
- физичка и хемијска испитивања: седимента (речни седимент, седимент из акумулација) и активног муља (муљ-канализација) и земљишта/ *physical and chemical testing of sediments (river sediment, sediment accumulation), activated sludge (sludge-sewage system) and soil,*
- микробиолошка и биолошка испитивања: воде (површинске воде, подземне воде, отпадне воде), седимент и активни муљ / *microbiological and biological testing of water (surface water, underground water, wastewater), sediments and activated sludge;*
- узорковање: воде (вода за пиће- изворске и стоне воде, подземне воде, базени и отворена купалишта, отпадне воде, површинске воде), седимента и земљишта / *sampling of water (drinking water- spring water and stable water, underground water, swimming pool water and public swimming areas, wastewater, surface water), sediments and soil*



Детаљан обим акредитације/Detailed description of the scope

Место испитивања: у лабораторији Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште				
Р. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Воде Површинске воде Воде за пиће Подземне воде Отпадне воде	Одређивање UV екстинкције у води (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,001-1,000) cm ⁻¹	SMEWW 23 rd метода 5910 B
		Одређивање боје (UV-VIS спектрофотометрија)	(1-500) Co-Pt	SMEWW 23 rd метода 2120 C
		Одређивање силиката (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,1 mg/l	SMEWW 23 rd метода 4500-SiO ₂ C
		Одређивање флуорида (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,05-50) mg/l F-	Приручник ¹⁾ метода P-V-15/B
		Одређивање амонијака без дестилације (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,05 mg N/l	Приручник ¹⁾ метода P-V-2/B
		Одређивање нитрата (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,05 mg N/l	DMJČ-052
		Одређивање нитрита (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,005 mg N/l	SMEWW 23 rd метода 4500-NO ₂ ⁻ B
		Одређивање ортофосфата (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,01 mg P/l	SMEWW 23 rd метода 4500-P E
		Одређивање укупног фосфора (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,01 mg P/l	DMJČ-051
		Одређивање шестовалентног хрома (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 10 µg/l	SMEWW 23 rd метода 3500-Cr B
		Одређивање двовалентног гвожђа (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,1 mg/l	SMEWW 23 rd метода 3500-Fe B
		Одређивање хемијске потрошње кисеоника (HPK) (UV-VIS спектрофотометрија)	>10 mg/l O ₂	SMEWW 23 rd метода 5220 D
		Одређивање фенола (UV-VIS спектрофотометрија)	≥ 0,001 mg/l	SMEWW 23 rd метода 5530 C



Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опис мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Вода Површинске воде, Воде за пиће, Подземне воде, Отпадне воде <i>наставак</i>	Одређивање анјонских детерцената (UV-VIS спектрофотометрија)	$\geq 0,02 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 5540 C
		Одређивање резидуалног (укупног) хлора (волуметрија)	(0,05-10) mg/l	SMEWW 23 rd метода 4500-Cl B
		Одређивање алкалитета, карбоната и бикарбоната (волуметрија)	$\geq 5 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$	SMEWW 23 rd метода 2320 B
		Одређивање укупне и карбонатне тврдоће (волуметрија)	$\geq 2 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$	SMEWW 23 rd метода 2340 C
		Одређивање садржаја калцијума (волуметрија)	$\geq 1 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 3500-Ca B
		Одређивање садржаја угљен-диоксида у води (волуметрија)	$>1 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 4500-CO ₂ C
		Одређивање потрошње калијум перманганата (волуметрија)	$\geq 0,05 \text{ mg/l}$	Приручник ¹⁾ метода P-IV-9a
		Одређивање хлорида (волуметрија)	$\geq 5 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 4500-Cl ⁻ C
		Одређивање амонијака после дестилације (волуметрија)	$\geq 1 \text{ mg N/l}$	DMJČ-049
		Одређивање садржаја водоник-сулфида (волуметрија)	$>0,2 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 4500-S ²⁻ F
		Одређивање азота по Kjeldahl-y (волуметрија)	$>2 \text{ mg N/l}$	DMJČ-053
		Одређивање остатка суспендованих материја на 105°C (гравиметрија)	$>1,5 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 2540 D
		Одређивање остатка после испаравања на 105°C (гравиметрија)	$>1 \text{ mg/l}$	SMEWW 23 rd метода 2540 B



Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште

Р. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опис мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Вода Површинске воде, Воде за пиће, Подземне воде, Отпадне воде <i>наставак</i>	Одређивање губитка жарењем на 550°C (гравиметрија)	>10 mg/l	SMEWW 23 rd метода 2540 E
		Одређивање остатка после испаравања на 180°C (гравиметрија)	>1 mg/l	SMEWW 23 rd метода 2540 C
		Одређивање концентрације водоникових јона-рН (електрохемија)	2-12	SMEWW 23 rd метода 4500-H ⁺ B
		Одређивање електролитичке проводљивости (електрохемија)	(0,1-10 000) µS/cm	SMEWW 23 rd метода 2510 B
		Одређивање биохемијске потрошње кисеоника (BPK ₅) (електрохемија)	>0,1 mg/l O ₂	SMEWW 23 rd метода 5210 B
		Одређивање садржаја кисеоника (електрохемија)	(0,1-20) mg/l O ₂	SMEWW 23 rd метода 4500-O G
		Одређивање % засићења кисеоником (електрохемија)		SMEWW 23 rd метода 4500-O G
		Одређивање мутноће воде (турбидиметрија)	0-1000 NTU	SMEWW 23 rd метода 2130 B
		Одређивање сулфата (турбидиметрија)	(2-40) mg/l SO ₄ ²⁻	US EPA 375.4:1978
		Одређивање температуре воде	(0-100) °C	SMEWW 23 rd метода 2550 B
		Одређивање таложних материја по Imhoff-y	(0,7-1000) ml/l	SMEWW 23 rd метода 2540 F
		Одређивање садржаја магнезијума (рачунска метода)	≥ 0,25 mg/l	SMEWW 23 rd метода 3500-Mg B





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Вода Површинске воде, Воде за пиће, Подземне воде, Отпадне воде <i>наставак</i>	Одређивање садржаја елемената (ICP-OES)	Ag ≥ 20 µg/l Al ≥ 40 µg/l As ≥ 10 µg/l B ≥ 100 µg/l Ba ≥ 20 µg/l Be ≥ 20 µg/l Bi ≥ 25 µg/l Ca ≥ 0,50 mg/l Co ≥ 2 µg/l Cd ≥ 2 µg/l Cr ≥ 2 µg/l Cu ≥ 3 µg/l Fe ≥ 10 µg/l K ≥ 0,50 mg/l Li ≥ 5 µg/l Mn ≥ 5 µg/l Mo ≥ 20 µg/l Mg ≥ 0,50 mg/l Na ≥ 0,50 mg/l Ni ≥ 5 µg/l Pb ≥ 10 µg/l Sb ≥ 10 µg/l Se ≥ 10 µg/l Si ≥ 1 mg/l Sn ≥ 10 µg/l Sr ≥ 50 µg/l Tl ≥ 20 µg/l V ≥ 5 µg/l Zn ≥ 10 µg/l P ≥ 0,03 mg/l S ≥ 1 mg/l	SMEWW 23 rd метода 3120 B
		Одређивање укупног органског угљеника (TOC) и раствореног органског угљеника (DOC) (UV персулфатна оксидација)	≥ 0,5 mg/l	SMEWW 23 rd метода 5310 C





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опис мерења (где је примењиво)	Референтни документ
2.	Седимент, Активни муљ Речни седимент Седимент из акумулација Муљ (канализација)	Одређивање амонијака после дестилације (волуметрија)	(10-400) mg N/kg	DMJČ-054
		Одређивање азота по Kjeldahl- у (волуметрија)	(0,03-5) g N/kg	DJMČ-050
		Таложивост муља (волуметрија)	(100-1000)ml	SMEWW 23 rd метода 2710 C
		Одређивање укупног фосфора (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,001-10) g P/kg	DMJČ-055
		Одређивање хемијске потреби кисеоника (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,90-100) g/kg	DMJČ-048
		Одређивање влаге, садржаја суве масе и губитка жарењем (гравиметрија)	(1-100)%	SMEWW 23 rd метода 2540 G
		Индекс запремине муља (гравиметрија)		SMEWW 23 rd метода 2710 D
		Одређивање 15-минутне потреби кисеоника (електрохемија)		SMEWW 23 rd метода 2710 B





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муль и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
3.	Седимент, активни муль, земљиште Речни седимент Седимент из акумулација Муль (канализација), земљиште	Одређивање садржаја елемената (ICP-OES)	Ag: (5-200) mg/kg Al: (20-200) mg/kg As: (10-200) mg/kg B: (10 -1000) mg/kg Ba (3 – 100) mg/kg Be: (4-100) mg/kg Ca (30 – 20000) mg/kg Cd (1 -100) mg/kg Co (3 -100) mg/kg Cr: (3-100) mg/kg Cu: (3-100) mg/kg Fe (10 – 800) mg/kg K: (30-4000) mg/kg Li (3 – 100) mg/kg Mg (20 – 200) mg/kg Mn (2 - 400) mg/kg Mo: (3-100) mg/kg Na (50 -1000) mg/kg Ni: (0,5-100) mg/kg P (15 – 5000) mg/kg Pb: (1,5-100) mg/kg Sb: (3-100) mg/kg Se: (3-100) mg/kg Sn: (4-100) mg/kg Sr (15 - 1000) mg/kg S (30 – 5000) mg/kg V (1 – 50) mg/kg Zn (1 – 500) mg/kg	DMJČ-003





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни муљ и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
4.	Седимент, земљиште	Одређивање полицикличних ароматичних угљоводоника (PAH*) (GC/MS) Напомена: PAH Naphthalene, Acenaphthene, Acenaphthylene, Fluorene, Anthracene, Phenanthrene, Fluoranthene, Pyrene, Benz(a)anthracene, Crysene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, Dibenz(a,h)anthracene, Benzo(ghi)perylene	(0,01 – 20) mg/kg	DMJČ-001
		Одређивање селективних полихлорованих бифенила (PCB) (GC/MS)	PBC-28,PBC-52, PBC-101, PBC- 118, PBC- 138,PBC-153, PBC-180 ≥0,01mg/kg	DMJČ-002
		Одређивање садржаја угљоводоника у опсегу од C ₁₀ до C ₄₀ (GC/MS)	(50-10000) mg/kg	DMJČ-019
		Одређивање концентрације водоникових јона – pH и pH _{KCl} (електрохемија)	2-12	SRPS ISO 10390:2007
		Одређивање гранулометријског састава (гравиметрија)	(0-100)%	SRPS ISO 17892-4:2017





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мулт и земљиште

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опис мерења (где је примењиво)	Референтни документ
5.	Земљиште	Одређивање електропроводљивости (електрохемија)	(0 – 2000) mS/cm	SRPS ISO 11265:2007
		Одређивање влаге и садржаја суве масе (гравиметрија)	(1 – 100)%	DMJČ-037
		Одређивање садржаја растворног калцијума и магнезијума у воденом екстракту (волуметрија)	(5 – 150) mg/kg	DMJČ-089
		Одређивање садржаја калцијум-карбоната (волуметрија)	(0,2 – 100)%	DMJČ-066
		Одређивање садржаја растворних јона натријума и калијума (пламена емисиона спектрометрија)	≥ 0,5 mg/l	DMJČ-091
		Одређивање лако приступачног фосфора – P ₂ O ₅ (UV-VIS спектрофотометрија)	(5 – 40) mg/100g	DMJČ-071
		Одређивање лако приступачног калијума – K ₂ O (фотометрија)	(5 – 40) mg/100g	
		Одређивање садржаја органског угљеника и органске материје (хумуса) (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,2 – 8)%	SRPS ISO 14235:2005





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: на терену

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања воде

P. Б	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Вода	Одређивање концентрације водоникових јона-рН (електрохемија)	2-12	SMEWW 23 rd метода 4500-H ⁺ B
	Површинске воде	Одређивање електролитичке проводљивости (електрохемија)	(0,1-10 000) µS/cm	SMEWW 23 rd метода 2510 B
	Воде за пиће	Одређивање оксидоредукционог потенцијала (електрохемија)		SMEWW 23 rd метода 2580 B
	Подземне воде	Одређивање садржаја кисеоника (електрохемија)	(0,1-20) mg/l O ₂	SMEWW 23 rd метода 4500-O G
	Отпадне воде	Одређивање % засићења кисеоником (електрохемија)		SMEWW 23 rd метода 4500-O G
		Одређивање температуре воде	(0-100) °C	SMEWW 23 rd метода 2550 B
		Одређивање провидности воде (метода мерења видљивости секидиска) (сензорска метода)		SRPS EN ISO 7027:2009





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Микробиолошка и биолошка испитивања: вода, седимент и активни муљ

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Воде Површинске воде Подземне воде Отпадне воде	Одређивање укупног броја аеробних мезофилних бактерија, cfu.mL ⁻¹ /35°C/48h		SMEWW 23 rd метода 9215 В
		Одређивање укупног броја хетеротрофних бактерија, сапрофита, cfu.mL ⁻¹ /22-26°C/5-7 дана		SMEWW 23 rd метода 9215 В
		Квалитет воде-Одређивање колиформних бактерија и <i>E.coli</i> , МПН број у 100 ml, (дефинисан супстрат, Colilert)		SRPS H.Z1.309:2010
		Одређивање <i>Enterococcus sp.</i> . MPN број у 100 ml, (дефинисан супстрат, Enterolert-E)		DMJČ-004
	Површинске воде Подземне воде	Одређивање укупног броја факултативно олиготрофних бактерија, cfu.mL ⁻¹		Приручник ³⁾ стр. 26-47
		Однос FO/H (рачунска метода)		Приручник ³⁾ стр. 26-47
	Површинске воде	Одређивање концентрације хлорофила А		ISO 10260:1992(E)
	Подземне воде	Одређивање гвожђевитих бактерије IRB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		IRB-BART Protocol DBISOP051 May 3, 2005
		Одређивање сулфатредукујућих бактерија SRB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		SRB-BART Protocol DBSSOP06 May 5, 2006
		Одређивање слуз продукујућих бактерија SLYME-BART (реакциони тестови биолошке активности)		SLYM-BART Protocol DBLSOP05 March 9, 2005





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Место испитивања: у лабораторији**Област испитивања:** Микробиолошка и биолошка испитивања: вода, седимент и активни муљ

P. Б.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опис мерења (где је примењиво)	Референтни документ
1.	Воде Подземне воде наставак	Одређивање хетеротрофних бактерија HAB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		HAB-BART Protocol DBHSOP06 May 4, 2006
		Одређивање флуоресцентних Pseudomonas врста FLOR-BART (реакциони тестови биолошке активности)		FLOR -BART Protocol DBIMANG06 December 20, 2006
		Одређивање денитрификационих бактерија DN-BART (реакциони тестови биолошке активности)		DN-BART Protocol DBDNSOP06 April 2, 2006
		Одређивање нитрификационих бактерија N-BART (реакциони тестови биолошке активности)		N-BART Protocol DBNSOPO6, August, 2006
		Одређивање феругиноза (гвожђевите бактерије - техника мембранске филтрације)		DMJČ-056
2.	Активни муљ	Филаментозне бактерије (микроскопско испитивање)		EPA, Summary Report, ELB 004/383 Chapter 5, 33-41 pp
3.	Седимент	Одређивање укупних колиформних бактерија и E.coli, MPN број у 100g (дефинисан супстрат Colilert)		DMJČ-005
		Одређивање укупних термотolerантних бактерије, MPN број у 100g (дефинисан супстрат Colilert)		DMJČ-006
		Одређивање Enterococcus sp., MPN број у 100g (дефинисан супстрат Enterolert-E)		DMJČ-007





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Узорковање

Р. Б.	Предмет узорковања материјал/ производ	Врста узорковања	Референтни документ
1.	Вода Вода за пиће (Природне, изворске, минералне и стоне воде)		SMEWW 23 rd 1060 A, B(изузев т.3b и 3c), C, Приручник ¹⁾
	Подземне воде	Узимање узорака за: физичко –хемијска испитивања	SMEWW 23 rd 1060 A, B(изузев т.3b и 3c), C Приручник ³⁾ SRPS EN ISO 5667-1:2008 (изузев т.12.8)
	Базени и отворена купалишта	Узимање узорака за: физичко –хемијска испитивања	SMEWW 23 rd 1060 A, B(изузев т.3b и 3c), C Приручник ³⁾ SRPS EN ISO 5667-1:2008 (изузев т.12.8)
	Отпадне воде		SRPS EN ISO 5667-1:2008 (изузев т.12.8) SRPS ISO 5667-10:2007 (изузев т. 4.2.2)
	Површинске воде	Узимање узорака за: - физичко –хемијска испитивања - микробиолошка испитивања - биолошка испитивања	SMEWW 23 rd 1060 A, B(изузев т.3b и 3c), C Приручник ³⁾ SRPS EN ISO 5667-1:2008 (изузев т.12.8) SRPS ISO 5667-4:2019 SRPS EN ISO 19458:2009
2.	Седимент	Узимање узорака за: - физичко –хемијска испитивања - микробиолошка испитивања	SMEWW 23 rd , 1060 A, B (изузев т.3b и 3c), C 9060, A (т1,т3,е,г) SRPS ISO 5667-12:2019
3.	Земљиште из урбаних и индустриских подручја	Ручно узорковање поремећених узорака за: - физичко –хемијска испитивања	ISO 18400-101:2017 ISO 18400-102:2017





ATC

Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Легенда:

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
SMEWW 23 rd	Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF
SMEWW 19 th	SMEWW 19 th , Standard methods for Examination of Water and Wastewater 19 th Edition 1995, APHA, AWWA, WEF, Plankton – 10200, Fungi – 9610
TCW	Toxic Cyanobacteria in Water: Chorus I., Bartram J., WHO 1999. Cyanophyta,: Cvijan M., Blaženčić J. Flora algi Srbije, Naučna knjiga, Beograd, 1996.
Приручник ¹⁾	Вода за пиће, Стандардне методе за испитивање хигијенске исправности, Савезни завод за здравствену заштиту, НИП "Привредни преглед", Београд, 1990.
Приручник ³⁾	Микробиолошко испитивање квалитета површинских вода, 3-3, стр. 26-47, Олга Петровић, Славка Гајин, Милан Матавуљ, Зорица Свирчев, Драган Радновић, Институт за биологију, Нови Сад 1998. Факултативно олиготрофне бактерије.
Приручник ⁴⁾	Приручник за испитивање земљишта, Књига II, Микробиолошке методе испитивања земљишта и вода, Југословенско друштво за проучавање земљишта, Београд, 1966.
IRB-BART Protocol DBISOP051 May 3 2005	Droycon Bioconcepts Inc., Canada, 2002: DBI ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION of the IRB-BART TM testers for the detection and evaluation of Iron bacteria in water, at the semi-quantitative and semi-qualitative levels of precision. Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI-Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 2.0 IRON RELATED BACTERIA, IRB-BARTTM 16 -22 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. By: D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
SRB-BART Protocol DBSSOP06 May 5, 2006	Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 3.0 SULFATE REDUCING BACTERIA, SRB-BARTTM 24-27 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
SLYM-BART Protocol DBLSOP05 March 9, 2005	Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 4.0 SLIME FORMING BACTERIA, SLYM-BART™ 28-31 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
HAB-BART Protocol DBHSOP06 May 4, 2006	Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 5.0 HETEROTROPHIC AEROBIC BACTERIA, HAB-BART™ 33-34 pp Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
	Investigations of Microbiological Activities. By: D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
FLOR-BART Protocol DBIMANG06 December 20, 2006	Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 6.0 FLUORESCING PSEUDOMONADS, FLOR-BART™ 36-39 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. By: D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
DN-BART Protocol DBDNSOP06 April 2, 2006	Droycon Bioconcepts Inc., Canada: DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 7.0 DENITRIFYING BACTERIA, DN-BART™ 40-43 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. By: D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
N-BART Protocol DBIMANG06 December 20, 2006	Droycon Bioconcepts Inc., Canada : DBI- Biological Activity Reaction Test BART™ User Manual © 2004 Edition: 8.0 NITRIFYING BACTERIA, N-BART™ 44-46 pp. Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities. D. Roy Cullimore PhD Registered Microbiologist (CCM) Droycon Bioconcepts Inc 315 Dewdney Avenue, Regina, Saskatchewan, Canada S4N 0E7
DMJČ-001	ISO 18287:2006 – Soil quality – Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)-Gas Chromatographic method with mass spectrometric detection (GC&MS) <i>Application Note 313</i> : Extraction of PAHs from Environmental Samples by Accelerated Solvent Extraction (ASE), Dionex Corporation, June 1994; <i>Application Note 316</i> : Extraction of PCBs from Environmental Samples by Accelerated Solvent Extraction (ASE), Dionex Corporation, December 1994
DMJČ-002	SRPS EN 15308:2010– Карактеризација отпада-Одређивање одабраних полихлорованих бифенила (PCB) у чврстом отпаду помоћу гасне хроматографије са детектором захвата електрона или масене спектрометрије.
DMJČ-003	EPA Method 6010C:2007 INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-ATOMIC EMISSION SPECTROMETRY, Revision 3, February 2007
DMJČ-004	Enterococcus sp. , MPN број u 100 ml, Enterolert у води Harlan J. Falejczyk., 2003: An Analysis of False Positives in the Enterolert Test Under Turbid Conditions, App. Microbiology, 2003 Author(s) APHA, AWWA & WEF: Source Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition (on-line edition only) Date August 2009: Inclusion of Enterolert® in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater as an acceptable method for the detection of Enterococcus sp. in water samples: Title 9230 FECAL ENTEROCOCCUS/STREPTOCOCCUS GROUPS http://www.standardmethods.org/viewArticle.cfm?articleID=92 An ISO/TR 13843 Method Performance Validation for the Enterolert*-DW and Quant-



Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
	Tray* System for the Quantitative Detection of Enterococci in Drinking Water, IDEXX Laboratories, USA, APRIL 2010. K. Clive Thompson, Richard Shepherd, Andrew Hockin, 2005. ASTM (2000). D6503-99: Standard test method for enterococci in water using Enterolert. Annual Book of ASTM Standards – Water and Environmental Technology. Section 11.02. West Conshohoken, PA: American Society for Testing and Materials. Issued April 2000.
DMJČ-005	Укупне колиформне бактерије E. coli у седименту, MPN број у 100 g, Kolilert. Testing waste water for Fecal coliforms and&or E. coli using Colilert and Colilert /18 Quanti-Tray, Gil Dichter, World Wide technical Support Manager, Water, www.idexx.com/water R.W. Muirhead, R.P. Littlejohn, P.J. Bremer (2004): Evaluation of the effectiveness of a commercially available defined substrate medium and enumeration system for measuring Escherichia coli numbers in faeces and soil samples, Letters in Applied Microbiology, Volume 39, Issue 4, pages 383-387, Oktobar 2004. K. Clive, Thompson Richard Shepherd, Andrew Hockin: Hygienic Parameters Feasibility of Horizontal Standards for Escherichia coli and Salmonella spp. in Sludges, Soil, Soil Improvers, Growing Media and Biowastes: ALcontrol Laboratories. Timothy A. Kramer and Jie Liu: Enumeration of Coliform Bacteria in Wastewater Solids Using Defined Substrate Technology IDEXX Summary, October 2011. Приручник (4): Приручник за испитивање земљишта, Књига II, Микробиолошке методе испитивања земљишта и вода, Југословенско друштво за проучавање земљишта, Београд, 1966.
DMJČ-006	Укупне термотolerантне бактерије у седименту, MPN број у 100 gr , Kolilert . Letters in Applied Microbiology, Volume 39, Issue 4, pages 383-387, Oktobar 2004R.W. Muirhead, R.P. Littlejohn, P.J. Bremer (2004) : Evaluation of the effectiveness of a commercially available defined substrate medium and enumeration system for measuring Escherichia coli numbers in faeces and soil samples Methods for the Examination of Waters and Associated Materials The Microbiology of Sewage Sludge (2003) - Part 3 - C The enumeration of Escherichia coli by a defined substrate most probable number technique Bram Sercua,b,* , Laurie C. Van De Werfhorsta,b, Jill L.S. Murrayc, Patricia A. Holdenb: Cultivation-independent analysis of bacteria in IDEXX Quanti-1 Tray/2000 fecal indicator assays. IDEXX Colilert*-18 and Quanti-Tray* Test Method for the Detection of Fecal Coliforms in Wastewater, Gil Dichter, Date October 2011. Приручник 4, Приручник за испитивање земљишта, Књига II, Микробиолошке методе испитивања земљишта и вода, Југословенско друштво за проучавање земљишта, Београд, 1966.
DMJČ-007	Enterococcus sp. у седименту, MPN број у 100 g, Enterolert E EPA-600/8-78, December 1978, Microbiological methods for monitoring the environment, Water and Wastes. Sarah L. Warnes and C.William Keevil : Feasibility of horizontal standard methods for detection of Clostridium perfringens and Enterococci in Sludges, Soil, Soil Improvers, Growing Media and Biowastes ALcontrol Laboratories UK. Validation of Enterolert E/Quanti-Tray® for the Enumerationof Enterococci from Water, IDEXX, 2010. W.Donderski, I.Wilk (2001): Bacteriological studies of Water and Bottom Sediments of the Vistula

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
	River between Wyszogrod and Torun. Polish Jurnal of Environmental Studies Vol.11, No.1, 33-40 pp. Harlan J. Falejczyk., 2003: An Analysis of False Positives in the Enterolert Test Under Turbid Conditions, App. Microbiology, 2003. Приручник 4, Приручник за испитивање земљишта, Књига II, Микробиолошке методе испитивања земљишта и вода, Југословенско друштво за проучавање земљишта, Београд, 1966. IDEXX summary: Yakub.GP. et al.: Evaluation of Colilert and Enterolert defined substrate methodologs for Wastewater application.
DMJČ-019	SRPS EN 14039:2012: Карактеризација отпада - Одређивање садржаја угљоводоника у опсегу од C10 до C40 гасном хроматографијом; AOAC official methods of analysis (2012) guidelines for standard method performance requirements, www.eoma.aoac.org/app_f.pdf EURACHEM/CITAC Guide Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement Third Edition, QUAM:2012.P1; Extraction of Total Petroleum Hydrocarbon Contaminants (Diesel and Waste Oil) in Soils by Accelerated Solvent Extraction (ASE), Application Note 338, Dionex; Accelerated Solvent Extraction of Hydrocarbon Contaminants (BTEX, Diesel, and TPH) in Soils, Application Note 338, Bruce Richter Thermo Fisher Scientific, Salt Lake City, UT, USA Dionex
DMJČ-021	SMEW 21 st , Standard Methods for the Examination of water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 3120 А и В, метода 3030F и H. EPA method 3051 A: Revision 1, February 2007-Microwave assisted acid digestion od sediments, sludges, soils and oils
DMJČ-037	SRPS ISO 11465:2002, Квалитет земљишта – Одређивање садржаја суве материје и воде у облику масене фракције – гравиметријска метода; Method 1684 – Total, Fixed and Volatile Solids in water, Solids and Biosolids, EPA-821-R-01-015, January 2001
DMJČ-048	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 5220 D
DMJČ-049	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-NH3 C
DMJČ-050	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-Norg B
DMJČ-051	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-P B и E
DMJČ-052	SMEWW 19 th , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, метода 419 D
DMJČ-053	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-Norg B
DMJČ-054	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-NH3 C
DMJČ-055	SMEWW 23 rd , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 23 rd Edition 2017 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-P B и E
DMJČ-056	SMEWW 23 rd , метода 9240 B, R.Culimor (2000): Microbiology of water well biofouling . AC press 153-157





ATC

Акредитациони број/ Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 04.12.2020.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 01.11.2019.

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
DMJČ-066	SRPS ISO 10693:2005 Квалитет земљишта Одређивање садржаја карбоната – Волуметријска метода; Eijkelkamp, Soil and water manual, Calcimetar; М. Живковић, А. Ђорђевић, Педологија, Пољопривредни факултет, Београд, 2003.; М. Јаковљевић, М. Пантовић, С. Благојевић, Практикум из хемије земљишта и вода, Пољопривредни факултет, Београд, 1995.
DMJČ-071	Egnér, H., Riehm, H. and Domingo, W.R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbruks högskolans Annaler, 26, 199-215
DMJČ-089	SRPS-ISO 6058 -Квалитет воде – Одређивање садржаја калцијума EDTA титриметријска метода; Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, section 1000 - 3000.; United States Salinity Laboratory Staff, (USDA). Agriculture Handbook No.60. (1969): (Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils); John Ryan, George Estefan and Abdul Rashid (1977): Soil and Plant Analysis Laboratory Manual Chapman, H.D. and Pratt, P.F (1978): Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters; Methods of soil and plant analysis, p. 30
DMJČ-091	Procedures for soil analysis, 6 th ed .(2002) ISRIC, part 135.4.2 - Soluble K and Na; Живковић М. Ђорђевић А.(2003) Предологија, Београд Пољопривредни факултет Земун; Јаковљевић М., Пантовић М., Благојевић С. (1995) Практикум из хемије земљишта и вода, Београд Пољопривредни факултет Земун; FAO Peech, in Black(1965), Part 2, p 914

Овај Обим акредитације важи само уз Сертификат о акредитацији број 01-382

This Scope of accreditation is valid only with Accreditation Certificate No 01-382

Акредитација важи до: 03.12.2024.

Accreditation expiry date: 03.12.2024.

