



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
„JAROSLAV ČERNI“

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. GODINU -



Naručilac:

Rio Sava Exploration d.o.o

RioTinto

Beograd, februar 2020.



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
„JAROSLAV ČERNI“

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. GODINU –

RUKOVODIOCI PROJEKTA

Dragana Ninković, dipl.građ.inž

Anđelka Petkovic, dipl.inž.tehn.

IZVRŠNI DIREKTOR

Dušan Đurić, dipl.građ.inž.

Beograd, februar 2020.



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU
„JAROSLAV ČERNI“

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. 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

Prilog: Obim akreditacije laboratorije Instituta za vodoprivredu „Jaroslav Černi“

Monitoring voda za područje budućeg jalovišta Rakovica (TSF) sprovodi se u skladu sa prihvaćenom ponudom Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi" AD, Beograd, Jaroslava Černog 80 (br. 2449/03 od 15.7.2019, interni ugovor br. 31/19/99/03) i PO dokumentom Rio Sava Exploration DOO, Resavska 23, Beograd (PO 3103933978 od 13.9.2019).

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.
Dimitrije Mladenović, mast.inž.građ.
Predrag Vojt, dipl.građ.inž.
Jovan Velojić, el.inž.
Luka Bujas, majstor

Uzorkovanje kvaliteta vode

Marko Marjanović, dipl. anal. zašt. živ. sred.
Jasna Čolić, dipl. inž. tehn.
Tatjana Mitrović, dipl. inž. tehn.
Tanja Arizanović, master hemičar
Milan Rula, dipl. građ. inž.
Jovan Velojić, el.inž.
Dragan Aleksić, tehničar
Snežana Popović, tehničar
Igor Ljumović, tehničar
Đorđe Ljumović, tehničar
Srđan Ostojić, tehničar
Luka Bujas, saradnik
Dobrivoje Pavlović, saradnik.

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, mast. mikrobiolog

OPŠTI DEO:

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



5000155605520

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

Е- 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	160-0051800014313-43 375-1101290000695-61 160-0000000334580-92 160-0000000014091-95 160-0051800013996-24 160-0051800013961-32 160-0000000014092-92 375-1101200000707-40 840-0000000108723-73 160-0051800013953-56 160-0000000275497-25 160-0051800013988-48 375-0000000002722-83 160-0050800007949-31
Контакт подаци	
Телефон 1	3906469
Телефон 2	3907976
Интернет адреса	www.jcerni.rs
Подаци о статуту / оснивачком акту	
Датум важећег статута	02.07.2018
Датум важећег оснивачког акта	28.06.2012

Законски (статутарни) заступници		
Физичка лица		
1.	Име	Презиме
	Дејан	Дивац
	ЈМБГ	0406961710134
	Функција	генерални директор
	Ограниччење супотписом	не постоји ограничење супотписом
Остали заступници		
Физичка лица		
1.	Име	Презиме
	Марина	Бабић - Младеновић
	ЈМБГ	1701957715097
	Ограниччење супотписом	не постоји ограничење супотписом

2. Име	Душан	Презиме	Ђурић
ЈМБГ	1604967710020		
Ограничење 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	Марина	Презиме	Бабић - Младеновић
ЈМБГ	1701957715097		
3. Име	Милан	Презиме	Радовановић
ЈМБГ	0608954710171		
4. Име	Дејан	Презиме	Дивац
ЈМБГ	0406961710134		
5. Име	Дејан	Презиме	Вучковић
ЈМБГ	0308960710104		
6. Име	Никола	Презиме	Миливојевић
ЈМБГ	0809973720027		

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

износ

датум

Уплаћен: 5.931.261,39 RSD

31.12.1997

Регистратор, Миладин Маглов



PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. GODINU -

KNJIGA 1: MONITORING KOLIČINA POVRŠINSKIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 1:

1	Uvod	1
2	Program monitoringa količina vode	1
2.1	Prethodni program monitoringa	1
2.2	Program monitoringa za 2018/2019. godinu	2
3	Merna oprema	5
4	Rezultati realizovanih osmatranja u 2019. godini	6
1.1	Lokacija SM_01 Rakovica (prilog 1)	8
1.2	Lokacija SM_02 Popadića potok (prilog 2)	8
1.3	Lokacija SM_05 Rakovica (prilog 3)	8
1.4	Lokacija SM_08 potok Štavice (prilog 4)	8
1.5	Lokacija SM_09 Rakovica (prilog 5)	9
1.6	Lokacija SM_13 Žuta reka (prilog 6)	9
5	Zaključci i preporuke za dalja osmatranja	9

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 ovog Izveštaja su osmatranja količina površinskih voda, sprovedena tokom 2019. godine i odgovarajući rezultati i analize.

Svi radovi na hidrološkom monitoringu prikazani su detaljno u kvartalnim izveštajima koji su dostavljeni Naručiocu (4 izveštaja).

Izveštaj se predaje u štampanoj i elektronskoj formi. Elektronska forma sadrži i osmotrene podatke u xls formatu i skenirane formulare sa zabeleženim vrednostima vodostaja na vodomernim letvama u predmetnom periodu.

U nastavku su prikazani program monitoringa količina površinskih voda realizovan tokom 2019. godine, podaci o mernoj opremi i lokacijama monitoringa i rezultati realizovanih osmatranja u 2019. godini i odgovarajuće analize, zaključci i preporuke.

2 PROGRAM MONITORINGA

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

Prvobitni program monitoringa obuhvatio je ukupno 15 lokacija na području sliva reke Rakovice i susednog sliva potoka Krlagan (slika 1):

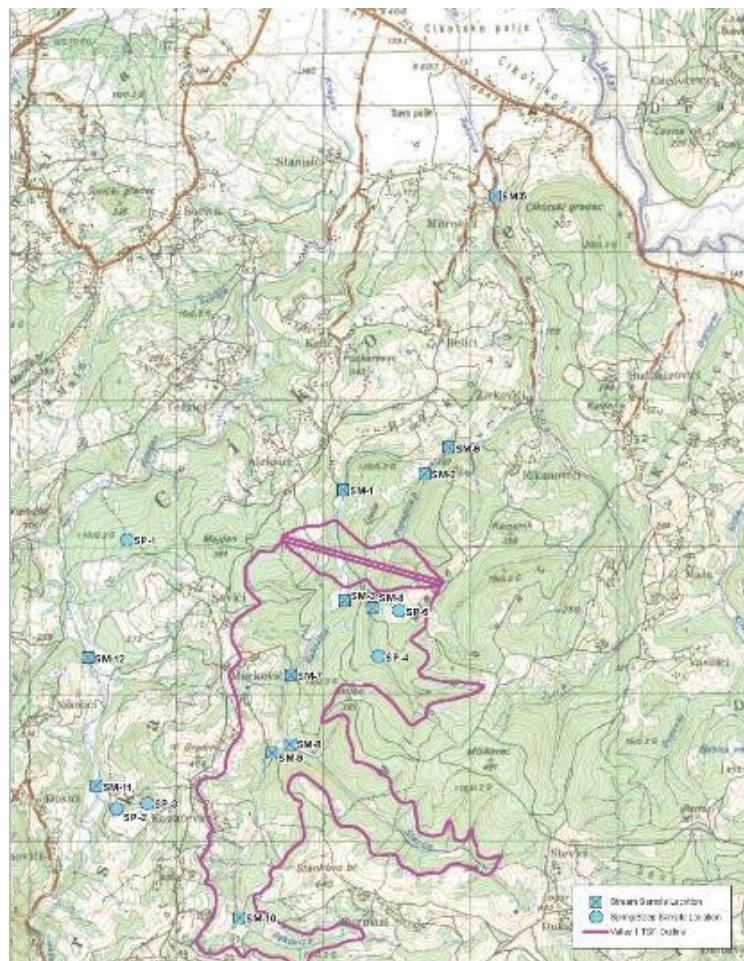
- 12 lokacija na vodotocima:
 - o 10 lokacija na slivu Rakovice (SM1-SM10) i
 - o 2 lokacije na slivu Krlagana (SM11 i SM12),
 - o 1 lokacija na Žutoj reci, najnizvodnijoj desnoj pritoci Rakovice, koja nije bila predviđena u dokumenotm AECOM-a;
- 5 lokacija na izvorima:
 - o 2 lokacije na slivu Rakovice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

Programom je predviđeno uzorkovanje kvaliteta vode i utvrđivanje proticaja na svim lokacijama. 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

¹ jalovište (na engleskom):tailing storage facility

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

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

2.2 Program monitoringa za 2018/2019. godinu

U skladu sa iskustvima iz prethodnog perioda i potrebama Naručioca, definisan je program monitoringa površinskih voda za 2018. godinu, koji se primenjuje i tokom 2019. godine.

Programom je obuhvaćeno 6 lokacija na vodotocima na slivu Rakovice (SM-1, SM-2, SM-5, SM-8, SM-9, SM-13) i 5 lokacija na izvorima na slivovima Rakovice i Krlagana (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4, SP-5). 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.

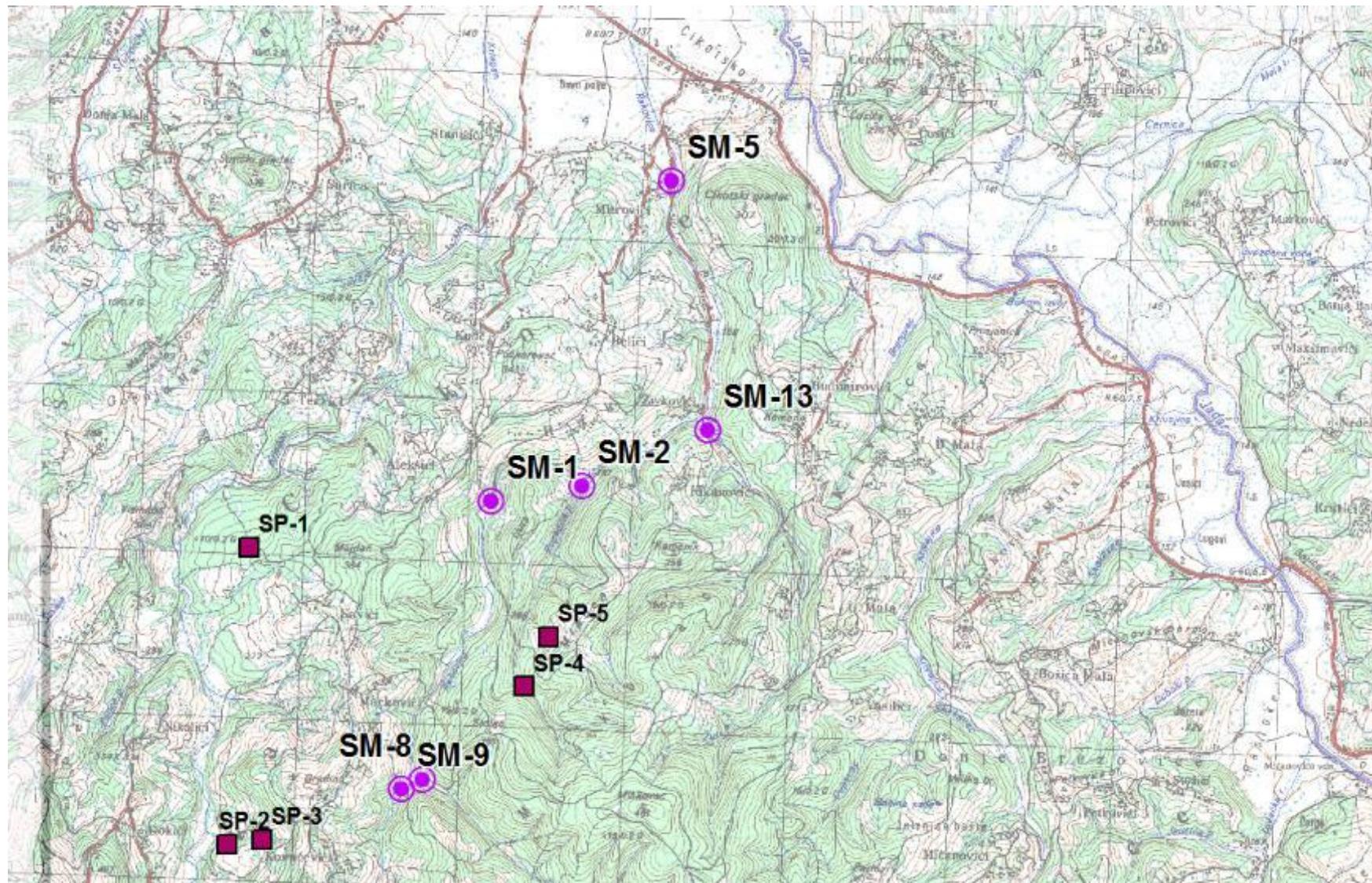
Rezultati analize kvaliteta vode izvora dati su u Knjizi 2.

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 za 2019. godinu

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
SP-1	sliv Krlagana	7372010,27	4926364,42	6610667,28	4926046,65		
SP-2	sliv Krlagana	7371872,64	4924541,19	6610596,61	4924219,70		
SP-3	sliv Krlagana	7372084,17	4924572,82	6610806,82	4924259,05		
SP-4	sliv Rakovice	7373691,19	4925509,39	6612378,35	4925253,87		
SP-5	sliv Rakovice	7373840,02	4925815,39	6612515,86	4925565,12		



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).

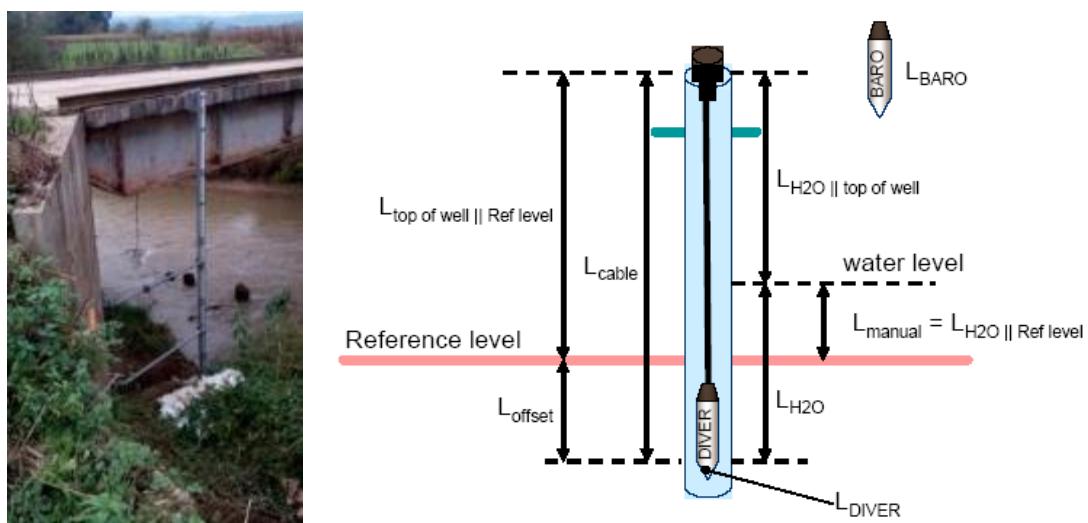
Vodomerne letve su izrađene od aluminijumske legure debljine 6 mm, širine 11,5 cm i dužine 1 m. Podatak letve je 2 cm, tj. jedno polje letve iznosi 2 cm, a prilikom čitanja, procena se vrši na vrednost od 1 cm.

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

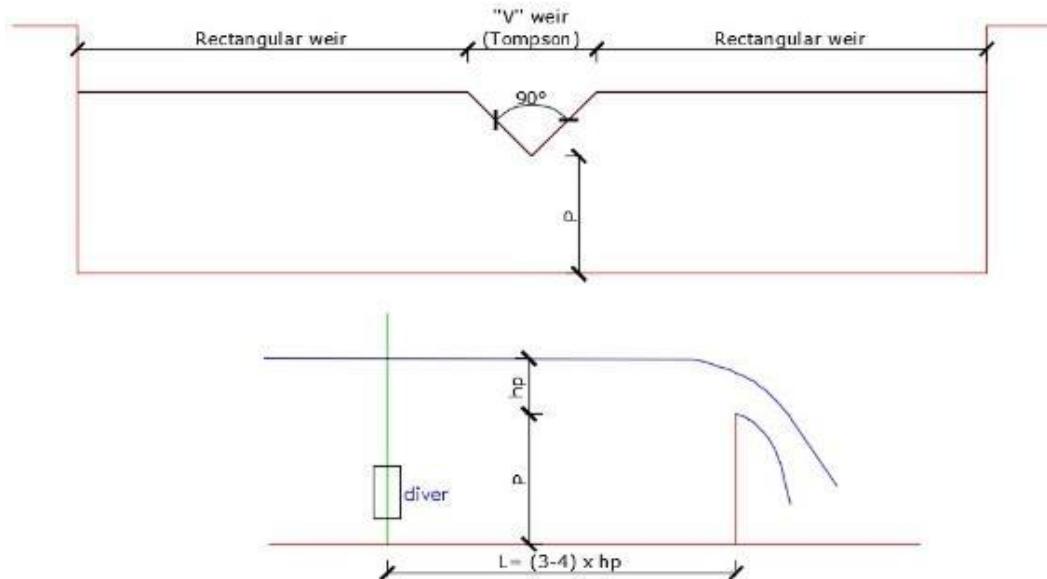


Slika 4. Cev za ugradnju i princip rada dajvera

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:

$$Q = f(h_p)$$

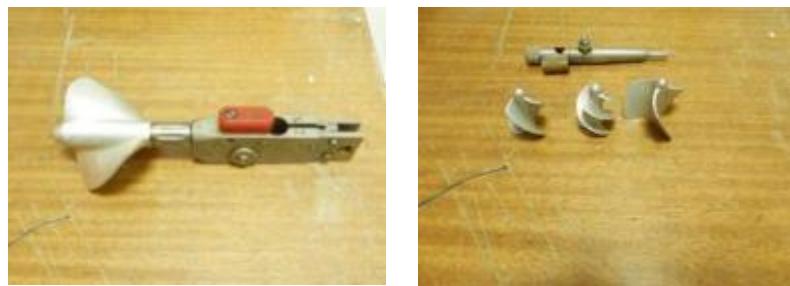
Na ovaj način se za ceo dijapazon nivoa vode u mernom objektu mogu odrediti odgovarajući proticaji. Provera (kalibracija) jednačine prelivanja se vrši kvartalno, hidrometrijskim merenjima i/ili drugom metodom određivanja proticaja (volumetrija i sl.).



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 2019. GODINI

U nastavku teksta i grafičkim prilozima prikazani su rezultati sprovedenih merenja za svaku lokaciju pojedinačno, u skladu sa programom monitoringa za 2019. godinu:

- vodostaji zabeleženi na vodomernim letvama i dajverima tokom 2019. godine,
- dnevne sume padavina na stanicu MS-TSF tokom 2019. godine,
- krive proticaja i vrednosti izmerenih proticaja tokom 4 sprovedene kampanje.

Napomene:

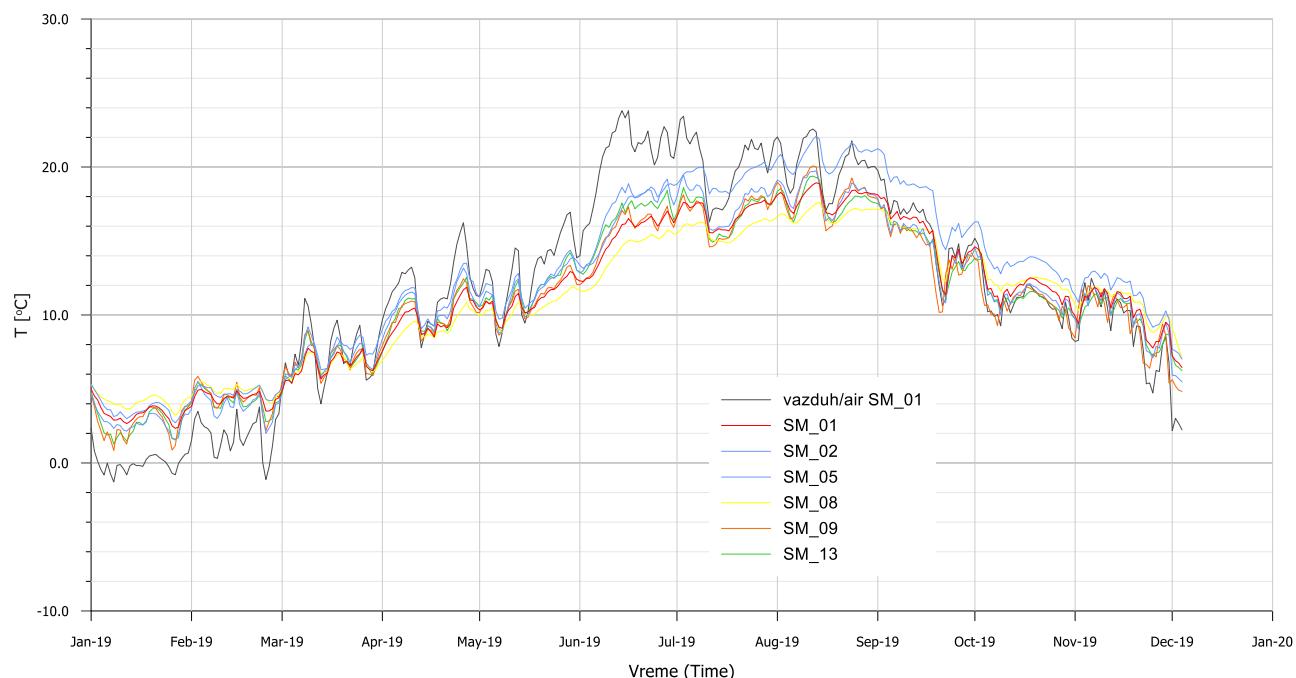
- kampanje monitoringa su sprovedene u malovodnim periodima pri veoma malim brzinama vode, tako da na nekim lokalitetima nije uvek bilo moguće uraditi hidrometrijsko merenje; u tim uslovima je proticaj meren volumetrijskom metodom.

Dinamika sprovedenih merenja tokom 2019. godine prikazana je u tabeli 2.

Tabela 2. Dinamika sprovedenih hidrometrijskih merenja:

Lokacija	Mart 2019	Jun 2019	Septembar 2019	Decembar 2019
SM_01	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019
SM_02	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019
SM_05	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019
SM_08	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019
SM_09	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019
SM_13	19.03.2019	11.06.2019	10.09.2019	05.12.2019

Izmerene temperature vode na dajverima tokom 2019. 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 2019. godine

Padavine merodavne za područje TSF se registriraju na meteorološkoj stanici Naručioca (MS-TSF), lociranoj u gornjem delu sliva Rakovice. Podaci o dnevnim sumama padavina preuzeti su sa linka <http://www.meteos.rs/ams/ms-tsf/ams.html>.

U sprovedenim merenjima i analizama korišćene su sledeće oznake:

Dijagrami	SM_xy	oznaka lokaliteta na vodotocima
	SP_xy	oznaka lokaliteta na izvorima
	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

1.1 Lokacija SM_01 Rakovica (prilog 1)

Lokacija se nalazi na reci Rakovici, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta za branu za jalovište.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 214,48 do 214,92 m nJm, sa prosečnom vrednošću 214,66 m nJm.

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

Proticaji dobijeni na osnovu hidrometrijskih merenja i/ili volumetrijskom metodom kreću se u rasponu od 1,44 l/s (septembar 2019) do 16,0 l/s (jun 2019).

Pprimećeno je da tokom malovodnog perioda (21-23.8, 31.8, 2-3.9. i 17-18.9) voda koja dotiče do mernog objekta, ponire pre nego što uđe u prelivni bazen i vraća se u korito Rakovice na nekoj lokaciji nizvodno.

1.2 Lokacija SM_02 Popadića potok (prilog 2)

Lokacija se nalazi na Popadića potoku, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta za branu za jalovište.

Tokom perioda monitoringa registrovane su kote nivoa vode od 191,78 do 192,13 m nJm, sa prosečnom vrednošću 191,84 m nJm.

Proticaji su određeni na osnovu hidrometrijskih merenja na profilu uzvodno od mernog objekta (cca 100 m, van uticaja uspora od mernog objekta) i/ili volumetrijskom metodom neposredno na prelivu mernog objekta.

Proticaji dobijeni hidrometrijskim merenjima i/ili volumetrijskom metodom kreću se u rasponu od 0,65 l/s (septembar 2019) do 3,4 l/s (jun 2019).

1.3 Lokacija SM_05 Rakovica (prilog 3)

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

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 registrovane su kote nivoa vode od 139,75 do 140,48 m nJm, sa prosečnom vrednošću 139,97 m nJm.

Proticaji dobijeni hidrometrijskim merenjima i/ili volumetrijskom metodom se kreću u rasponu od 3,0 l/s (septembar 2019) do 38,0 l/s (mart 2019).

Za razliku od uzvodnih deonica Rakovice, u periodu od 21-23.8. na objektu nije bilo tečenja. Uzrok ovome je ili infiltracija ili to što je lokalno stanovništvo zahvatalo vodu za poljoprivredne aktivnosti.

1.4 Lokacija SM_08 potok Štavice (prilog 4)

Lokacija objekta se nalazi na potoku Štavice, gornji deo sliva, pre ušća u Rakovicu.

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 registrovane su kote nivoa vode od 255,85 do 256,20 m nJm, sa prosečnom vrednošću 255,92 m nJm.

Proticaji dobijeni hidrometrijskim merenjima i volumetrijskom metodom se kreću u rasponu od 1,1 l/s (septembar 2019) do 5,1 l/s (jun 2019).

1.5 Lokacija SM_09 Rakovica (prilog 5)

Lokacija objekta se nalazi na reci Rakovici, u gornjem delu sliva, pre ušća potoka Štavice.

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 registrovane su kote nivoa vode od 255,07 do 255,68 m nJm, sa prosečnom vrednošću 255,42 m nJm.

Proticaji dobijeni hidrometrijskim merenjima i volumetrijskom metodom se kreću u rasponu od 0,5 l/s (septembar 2019) do 10,0 l/s (mart 2019).

Prilikom malovodnog perioda primećeno je da sav doticaj provire ispod desnog gabiona i da ponovo izvire na nizvodnom kraju objekta. Ovo proviranje je uočeno u više navrata tokom avgusta, septembra, oktobra i novembra.

1.6 Lokacija SM_13 Žuta reka (prilog 6)

Lokacija objekta se nalazi na Žutoj reci, najnizvodnijoj desnoj pritoci Rakovice.

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 registrovane su kote nivoa vode od 174,48 do 175,10 m nJm, sa prosečnom vrednošću 174,67 m nJm

Proticaji dobijeni hidrometrijskim merenjima i volumetrijskom metodom se kreću u rasponu od 0,12 l/s (septembar 2019) do 4,8 l/s (mart 2019).

Tokom 2019. 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).

5 ZAKLJUČCI I PREPORUKE ZA DALJA OSMATRANJA

Program monitoringa količina površinskih voda na području budućeg jalovišta Rakovica, sproveden je u periodu januar – decembar 2019. godine. Monitoringom su obuhvaćeni vodotoci Rakovica (3 lokacije) i potoci Popadića potok, Štavice i Žuta reka (po 1 lokacija). Ukupno je sprovedeno 4 kvartalna merenja i to u martu, junu, septembru i decembru 2019. godine, u skladu sa dinamikom koju je diktirao Naručilac.

Merenja tokom 2019. godine su obuhvatila:

- praćenje vodostaja na vodomernim letvama (dva puta sedmično) i dajverima (kontinualno, na 15 minuta), ugrađenim na mernim objektima za merenje proticaja,
- 4 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 2019. godine, opisana su u 4 kvartalna izveštaju koji su dostavljeni Naručiocu.

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 sumi padavina registrovanih na meteorološkoj stanci Naručioca (WS-TSF) tokom 2019. godine,
- računskih krivih proticaja i izmerenih podataka za krivu proticaja Q-Z, tabelarno i grafički;.

Iz nivograma i dijagrama dnevnih suma padavina vidi se da su promene vodostaja u direktnoj vezi sa padavinama. U drugoj polovini 2019. godine uočavaju se, generalno, niži vodostaji sa manjim varijacijama, u odnosu na period januar-jun.

Na osnovu rezultata monitoringa tokom 2019. godine može se zaključiti:

- kao i tokom 2018, hidrometrijska merenja za određivanje proticaja (Q_{FR}) su vršena samo pri niskim vodostajima (nedovoljna dubina vode u koritu) što ne obezbeđuje dobre uslove za pouzdana hidrometrijska merenja; zbog toga su sprovedena i kontrolna merenja proticaja volumetrijskom metodom (Q_v);
- na lokacijama SM_02 i SM_08 izmerene vrednosti proticaja generalno odgovaraju računskoj krvi proticaja;
- na ostalim lokacijama (SM_01 u martu, junu i decembru, SM_05 u martu i decembru, SM_09 u junu i SM_13 u junu i septembru) izmereni proticaji odstupaju od računskih krivih proticaja, kako zbog nepovoljnih uslova za merenje (nedovoljna dubina vode u koritu, kako je napred navedeno), tako i zbog procurivanja vode ispod mernih objekata;
- povišenje vodostaja kao odgovor na veće padavine uglavnom traje veoma kratko što je u skladu sa bujičnim karakterom ovih malih vodotoka;
- na lokacijama SM_01, SM_09 i SM_13 uočeno je procurivanje vode ispod mernih objekata.

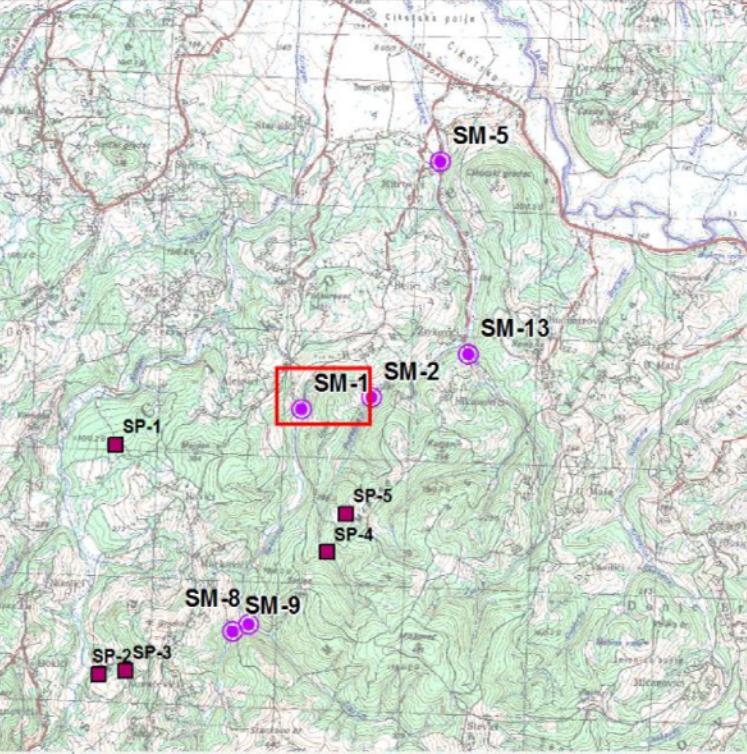
U skladu sa navedenim, i s obzirom na svrhu monitoringa površinskih voda na području TSF, preporučuje se da se **nastavi sa kvartalnim praćenjem količina vode** na svim mernim objektima na području TSF. U cilju kvalitetnije kontrole računskih krivih proticaja, potrebno je sprovesti merenja tokom **viših vodostaja** (odnosno, neposredno posle padavina, ukoliko je moguće).

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

- na svim lokacijama isprati dajverske cevi vodom pod pritiskom da bi se odstranio istaloženi nanos;
- zameniti vodomerne letve zaprljane algama i muljem i
- preduzeti mere za sprečavanje procurivanja na lokacijama SM_01, SM_09 i SM_13.

GRAFIČKI PRILOZI

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



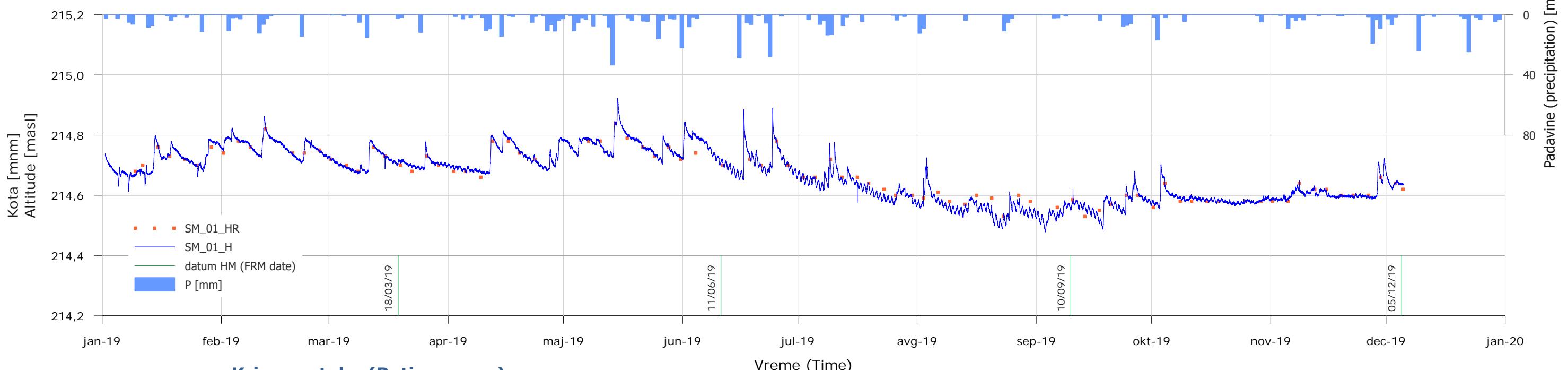
Prilog 1: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_01 (Rakovica)

Lokacija: Rakovica, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

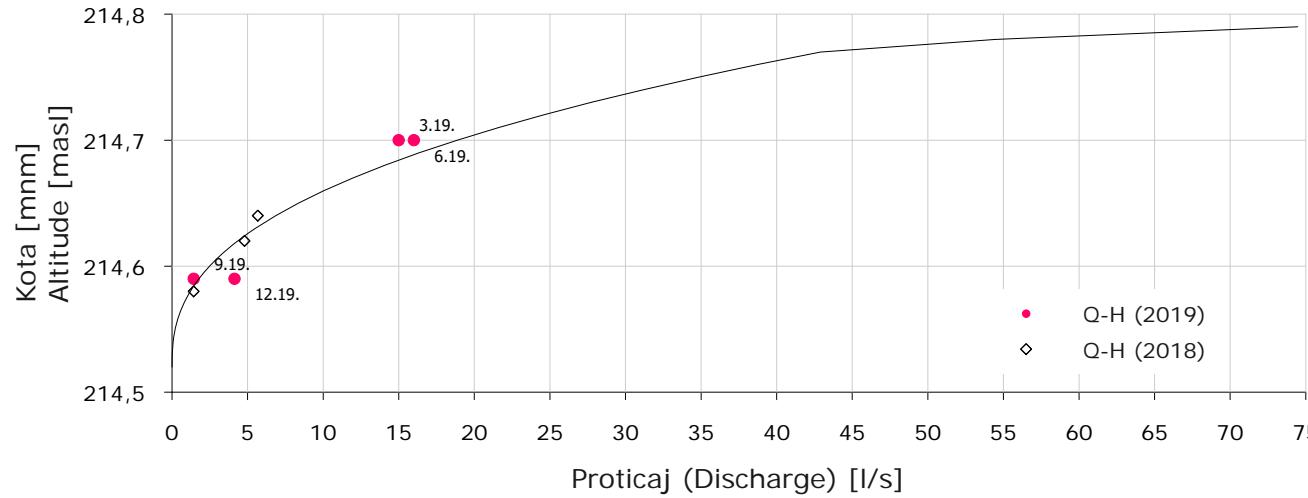
Location: Rakovica river, immediately downstream from the future tailings dam
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



Kriva protoka (Rating curve)

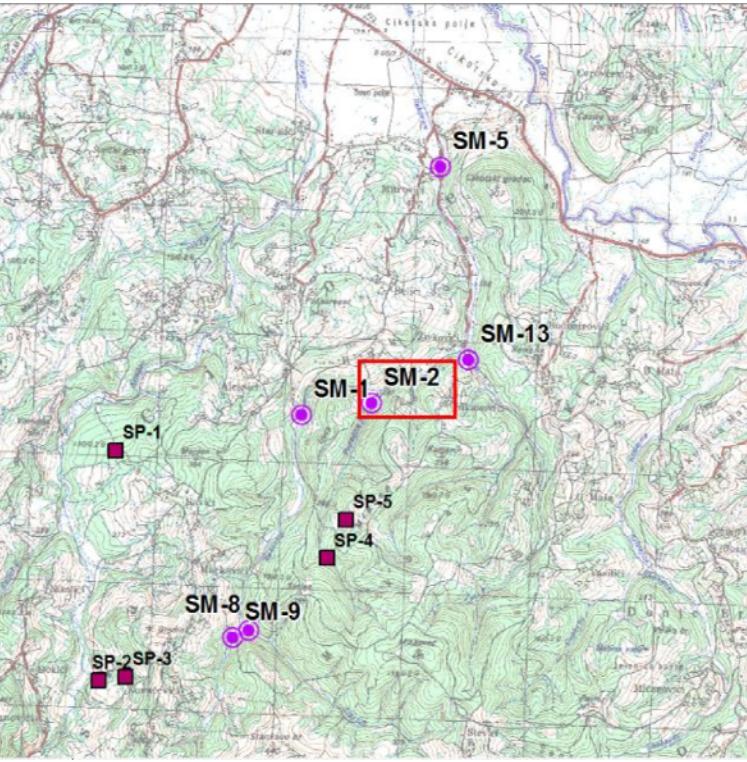


Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_01
(Results of flow rate measurements on site SM_01)

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m ²)	hsr (m)	vsr (m/s)	vmax (m/s)
19.03.2019	-	15,00	0,60	0,04	0,07	0,34	0,67
11.06.2019	-	16,00	0,70	0,04	0,06	0,41	0,84
10.09.2019	1,60	1,44	0,20	0,01	0,04	0,19	0,26
05.12.2019	4,41	4,13	0,50	0,02	0,05	0,17	0,39

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)

Lokacija: Popadoća protok, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta

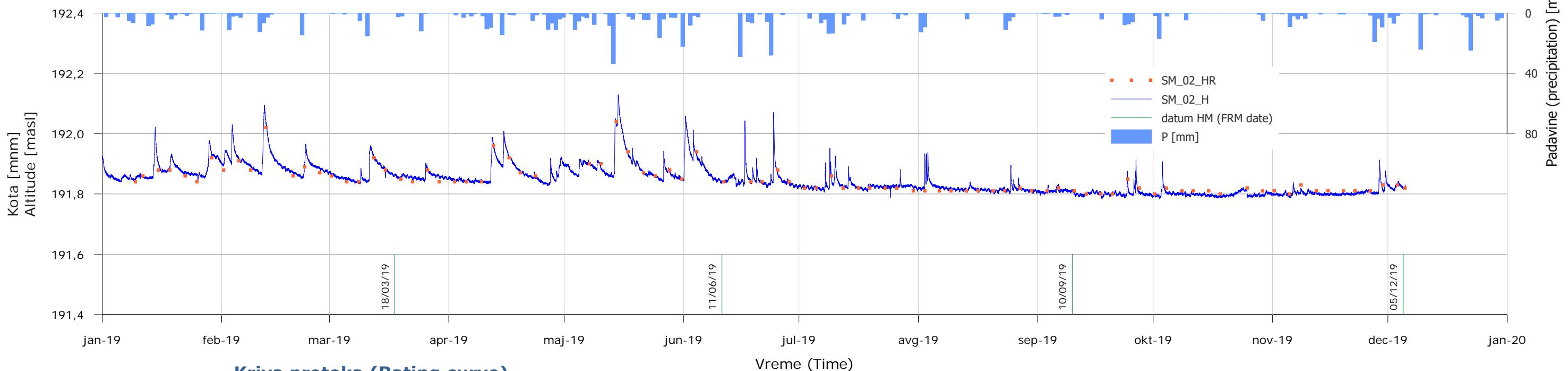
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

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

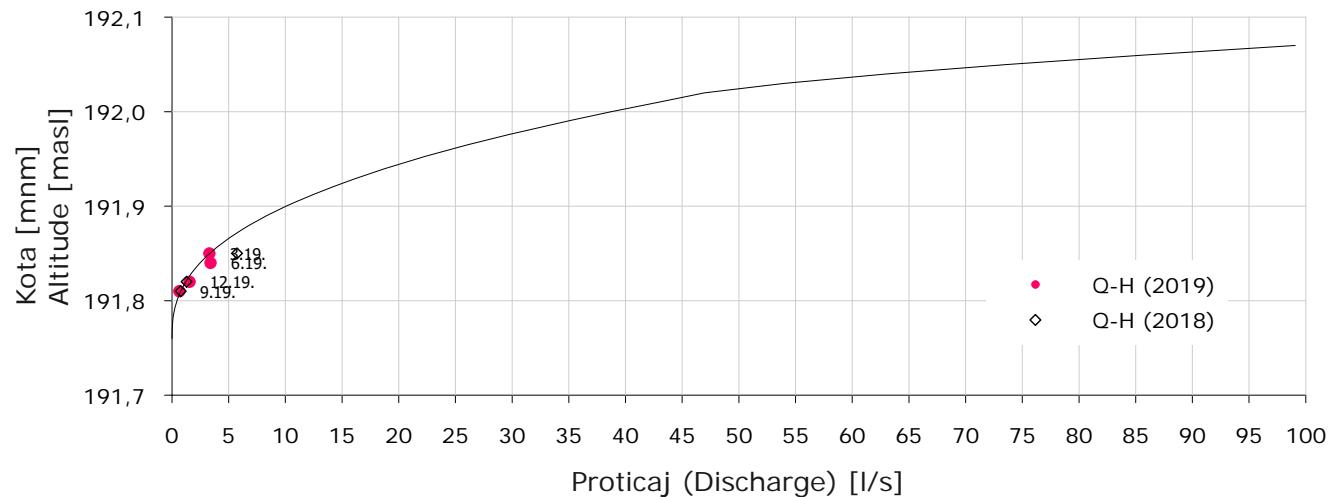
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



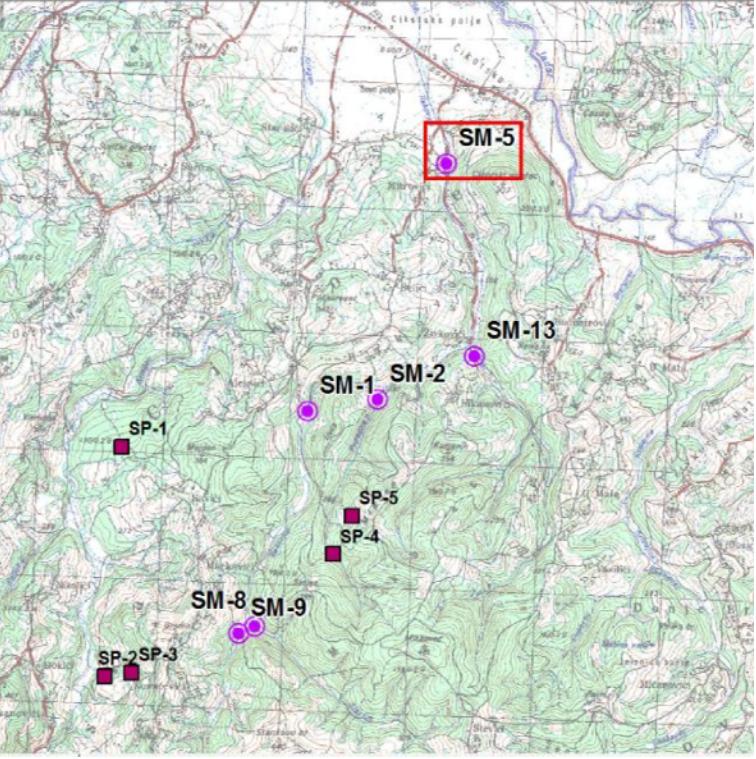
Kriva protoka (Rating curve)



Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_02 (Results of flow rate measurements on site SM_02)

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m²)	hsr (m)	vsr (m/s)	vmax (m/s)
19.03.2019	3,36	3,30	0,50	0,02	0,04	0,16	0,26
11.06.2019	2,86	3,40	0,70	0,03	0,04	0,13	0,23
10.09.2019	0,65				-		
05.12.2019	1,22	1,55	0,55	0,02	0,03	0,10	0,24

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)

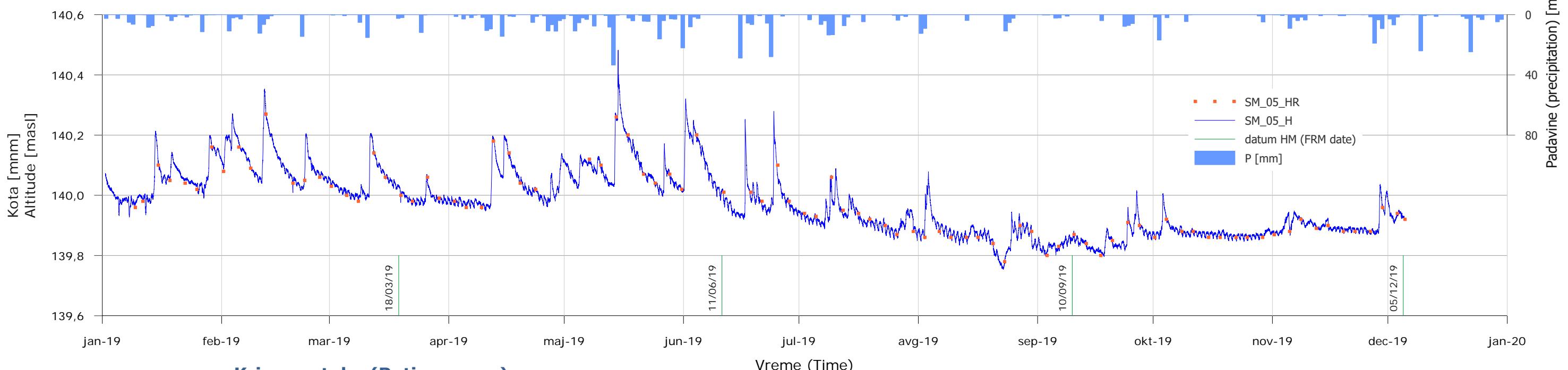
Lokacija: Rakovica, pre ušća u Jadar

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

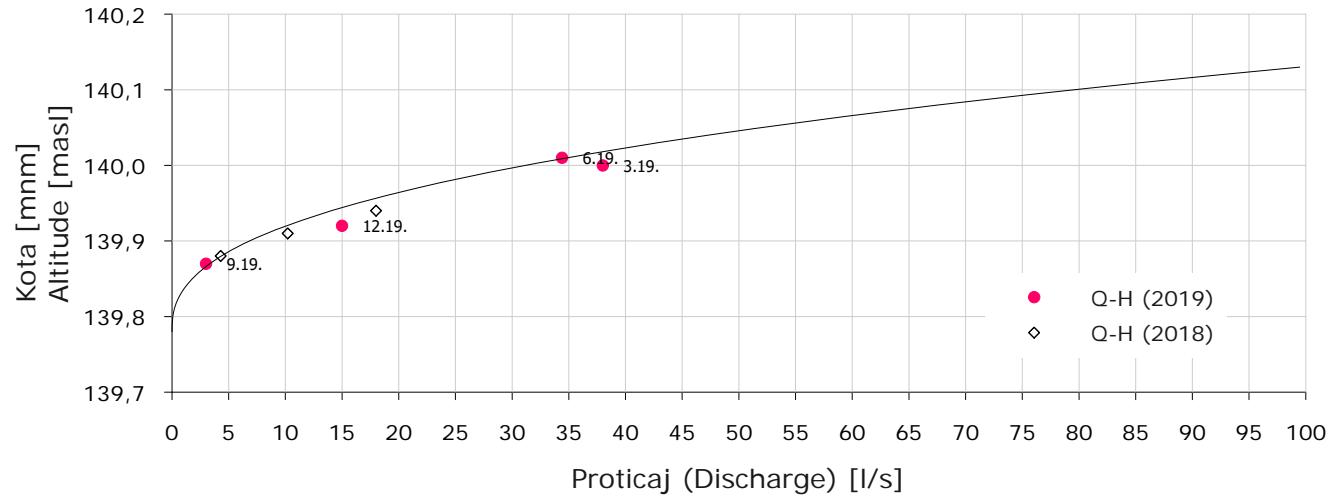
Location: Rakovica river, before the confluence with Jadar
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



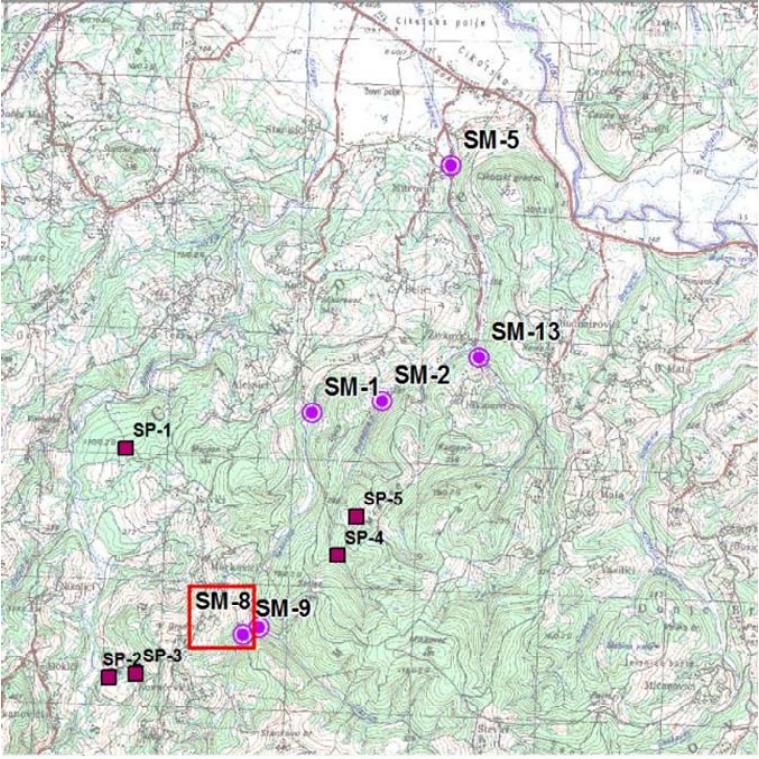
Kriva protoka (Rating curve)



Rezultati hidrometrijskih merenja na lokaciji SM_05
(Results of flow rate measurements on site SM_05)

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m ²)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
19.03.2019	-	38,00	1,80	0,15	0,08	0,26	0,39
11.06.2019	-	34,00	1,20	0,10	0,08	0,34	0,72
10.09.2019	3,04	3,00	1,20	0,03	0,03	0,09	0,12
05.12.2019	-	15,00	1,40	0,08	0,06	0,18	0,28

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



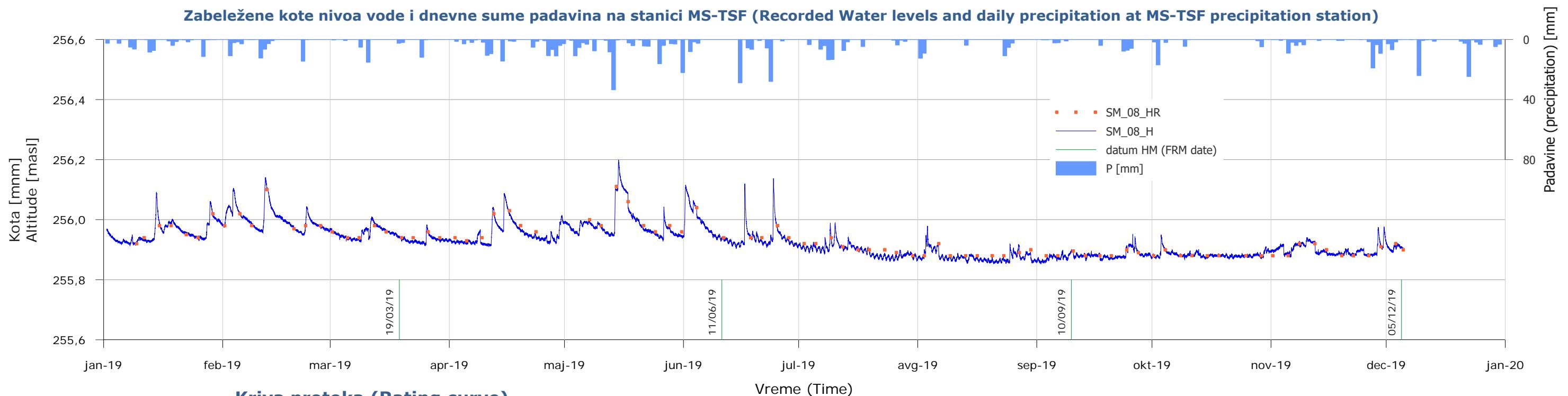
Prilog 4: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_08 (Potok Štavice)
Appendix 4: Monitoring results at location SM_08 (Štavice stream)

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

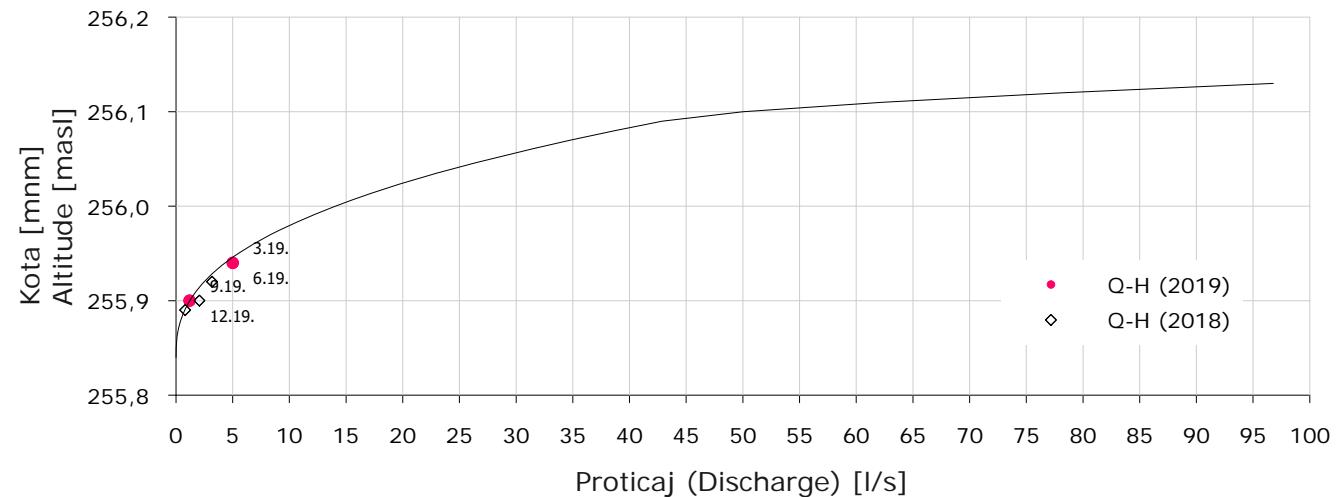
Location: Štavice stream, before the confluence with Rakovica
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



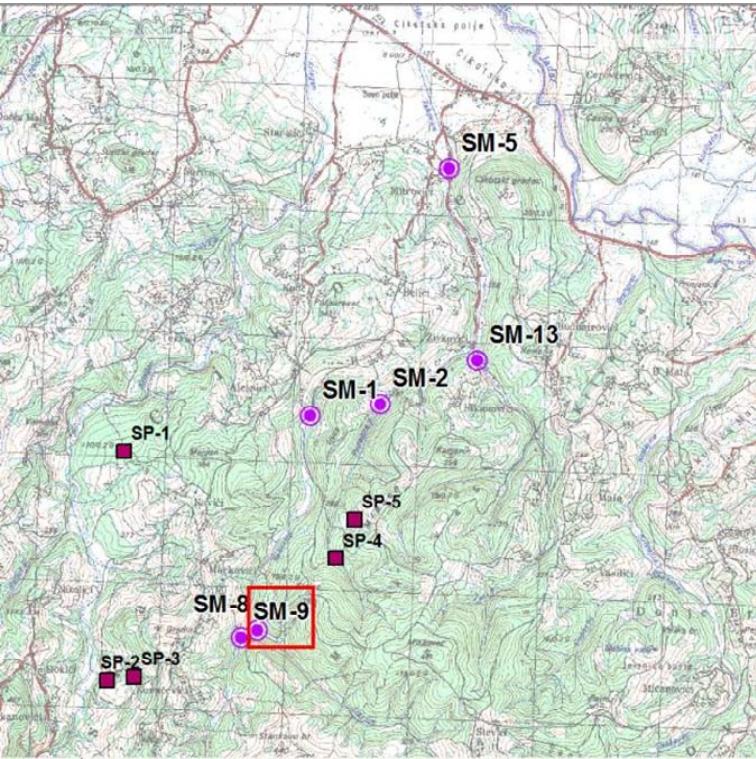
Kriva protoka (Rating curve)



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

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m²)	hsr (m)	vsr (m/s)	vmax (m/s)
19.03.2019	5,10	5,00	0,80	0,03	0,04	0,16	0,35
11.06.2019	4,80	5,00	0,70	0,03	0,05	0,16	0,26
10.09.2019	1,10	1,20	0,35	0,01	0,03	0,12	0,20
05.12.2019	1,30	1,20	0,35	0,01	0,03	0,12	0,20

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



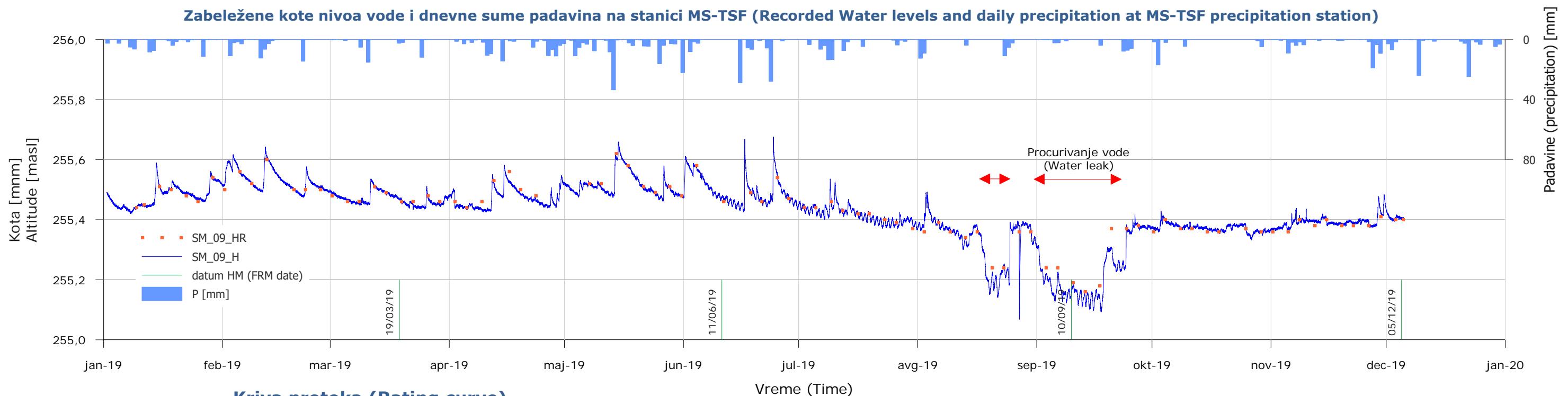
Prilog 5: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_09 (Rakovica)
Appendix 5: Monitoring results at location SM_09 (Rakovica)

Lokacija: Rakovica, gornji deo sliva pre sastava sa potokom Štavice
Predviđena merenja: vodostaj (vodometnom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

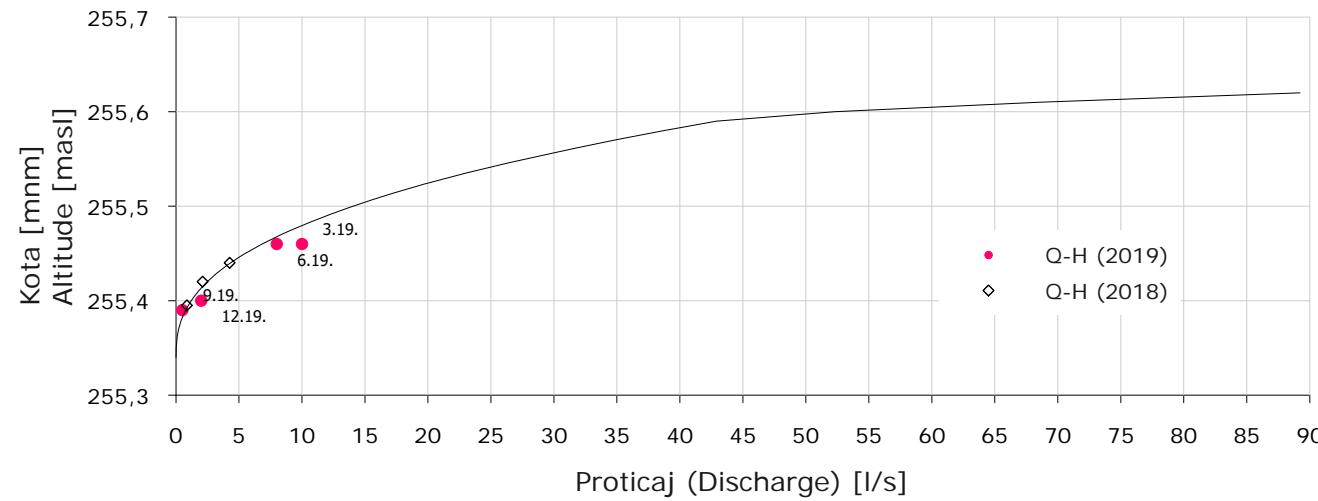
Location: Rakovica, before the confluence with Štavice stream
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



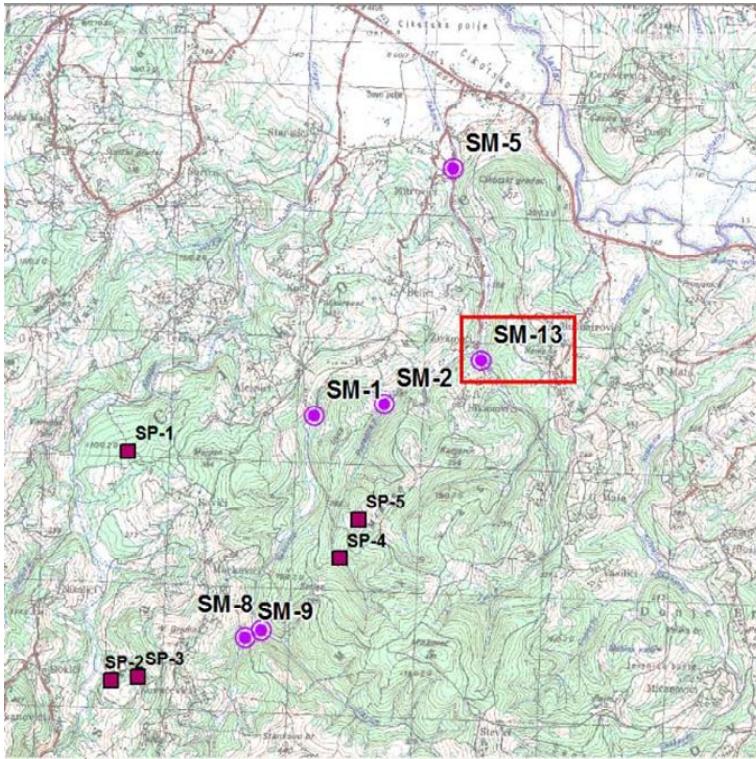
Kriva protoka (Rating curve)



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

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m ²)	hsr (m)	v _{sr} (m/s)	v _{max} (m/s)
19.03.2019	9,60	10,00	1,00	0,07	0,07	0,14	0,35
11.06.2019	9,10	8,00	2,40	0,12	0,05	0,07	0,21
10.09.2019	-	0,50	0,20	0,004	0,02	0,12	0,16
05.12.2019	1,80	2,00	0,30	0,01	0,03	0,19	0,33

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



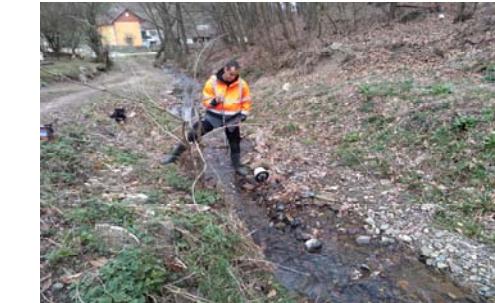
Prilog 6: Rezultati monitoringa na lokaciji SM_13 (Žuta reka)
Priloga 6: Results of monitoring at location SM_13 (Yellow River)

Lokacija: Žuta reka

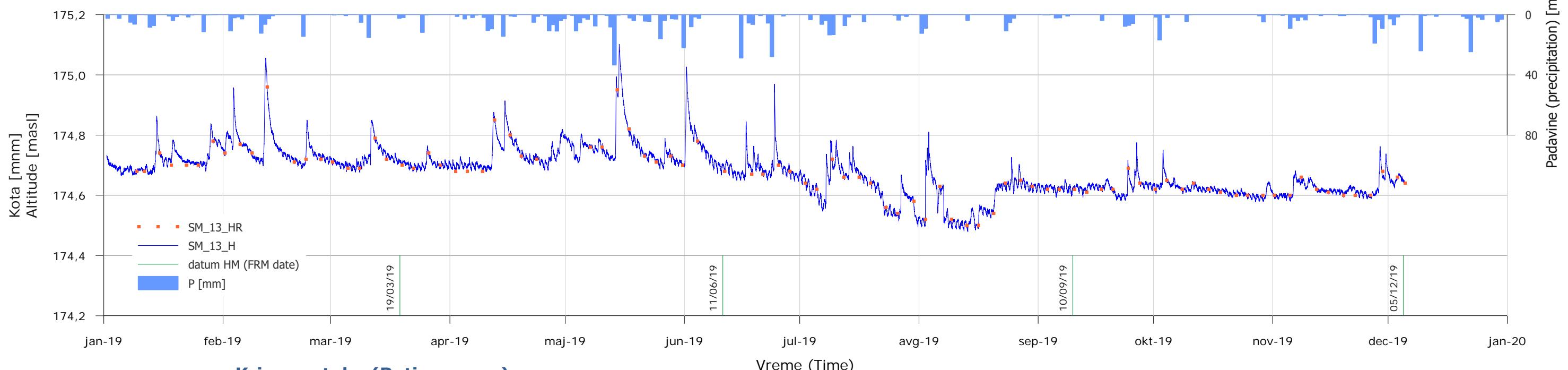
Predviđena merenja: vodostaj (vodomernom letvom i dajverom) i hidrometrijsko merenje (HM)

Location: Žuta reka

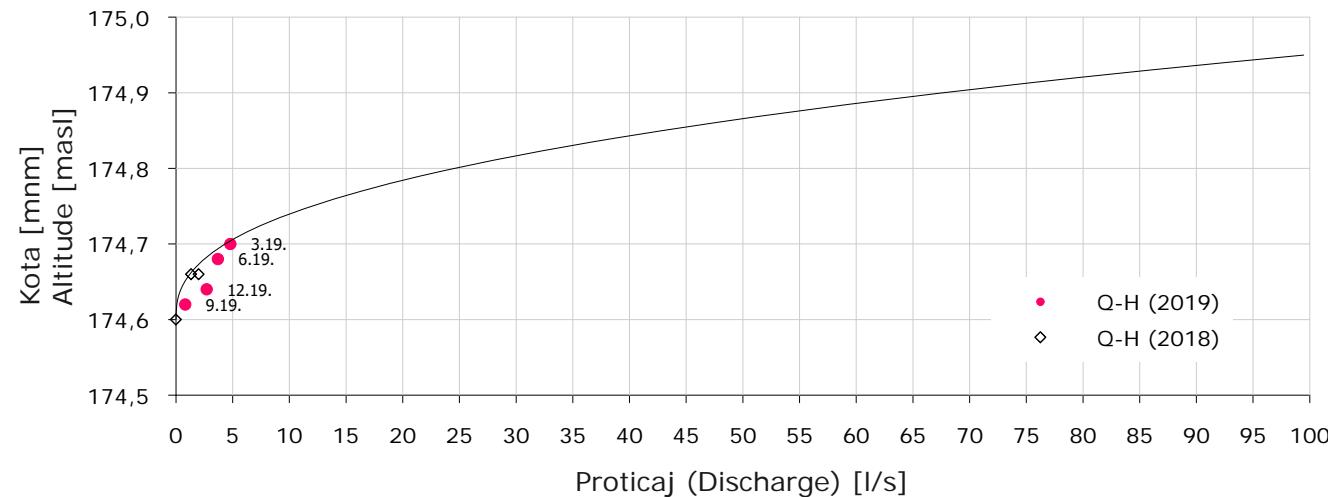
Monitoring program: water level observation (staff gauge and diver) and flow rate measurements (FRM)



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



Kriva protoka (Rating curve)



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

Datum (Date)	Qv (l/s)	QFR (l/s)	B (m)	F (m²)	hsr (m)	vsr (m/s)	vmax (m/s)
19.03.2019	4,64	4,80	0,50	0,02	0,04	0,16	0,26
11.06.2019	2,63	3,70	0,70	0,03	0,04	0,13	0,23
10.09.2019	0,12				-		
05.12.2019	0,82	2,70	0,55	0,02	0,03	0,10	0,24

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. GODINU -

KNJIGA 2: MONITORING KVALITETA POVRŠINSKIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 2:

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
4.1.1	Kontrola procesa uzorkovanja terenu n	5
4.1.2	Kontrola metoda ispitivanja - preciznost i tačnost laboratorijskog ispitivanja.....	6
4.2	Kontrola kvaliteta mikrobioloških parametara	10
5	REZULTATI MONITORINGA	11
5.1	Rezultati fizičko- hemijskog ispitivanja	11
5.1.1	Merni profil SP-1.....	12
5.1.2	Merni profil SP-2.....	13
5.1.3	Merni profil SP-3.....	14
5.1.4	Merni profil SP-4	14
5.1.5	Merni profil SP-5.....	15
5.1.6	Merni profil SM-1.....	16
5.1.7	Merni profil SM-2.....	16
5.1.8	Merni profil SM-5.....	17
5.1.9	Merni profil SM-8.....	18
5.1.10	Merni profil SM-9.....	18
5.1.11	Merni profil SM-13.....	19
5.2	Mikrobiološki kvalitet vode na određenim lokalitetima TSF-a	19
6	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	29

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:

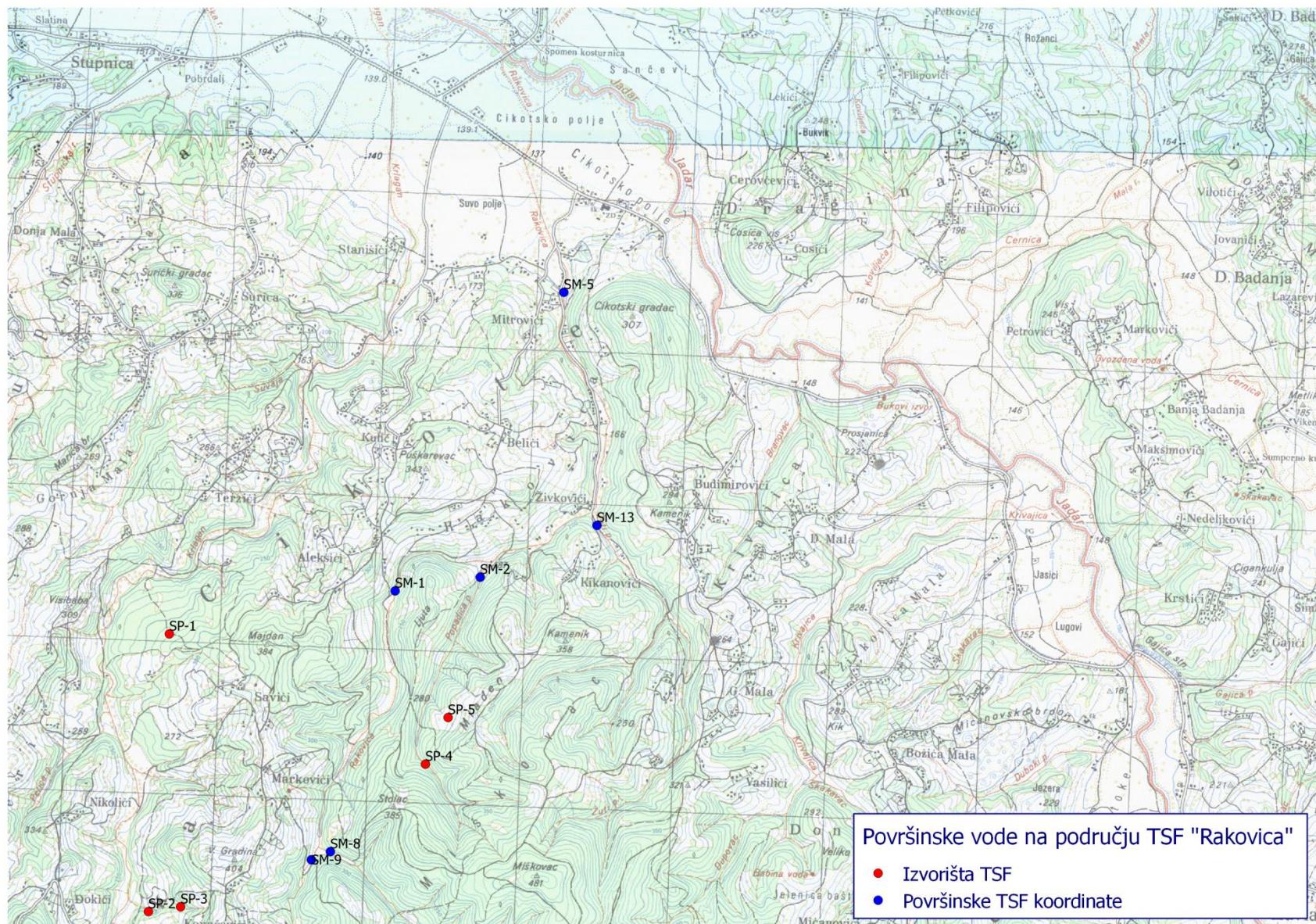
- Zakon o vodama („Službeni glasnik RS“, br. 30/10, 93/12 i 95/18);
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 50/2012);
- Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i hazardnih supstanci 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 2019. godine sproveden je u okviru četiri kampanje, u martu, junu, septembru i decembru. Monitoringom je obuhvaćeno ukupno 11 mernih mesta, od toga 5 izvora (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4 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

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, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta	SM-1	7373455,67	4926485,56
Popadića potok, neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta	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

3 METODE UZORKOVANJA I ANALIZE

Uzorkovanje za fizičko-hemijske i mikrobiološke 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
- SRPS EN ISO 19458:2009 - Kvalitet vode - Uzimanje uzoraka za mikrobiološke analize.

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 21 st , 2550 B
pH	-	2	6,5 – 8,5	SMEWW 21 st , 4500-H ⁺ B
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	0,1	1000	SMEWW 21 st , 2510 B
Rastvoren kiseonik	mgO ₂ /l	0,1	min 7,0	SMEWW 21 st , 4500-O G
Utrošak KMnO ₄	mg/l	0,05	-	Priručnik ¹ , P-IV-11
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mg/l	0,1	5,0	SMEWW 21 st , 5210 B
Amonijum ion (NH ₄)	mgN/l	0,02	0,10	Priručnik ¹ , P-V-2/B
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	0,005	0,03	SMEWW 21 st , 4500-NO2- 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 21 st , 2320 B
Bikarbonati	mg/l	0	-	SMEWW 21 st , 2320 B
Karbonati	mg/l	0	-	SMEWW 21 st , 2320 B
Hloridi (Cl)	mg/l	0,5	100	SMEWW 21 st , 4500-Cl ⁻ C
Sulfati (SO ₄)	mg/l	2	100	SMEWW 21 st , 4500-SO ₄ ²⁻ E
Ortofosfati	mgP/l	0,01	0,03	SMEWW 21 st , 4500-P E
Ukupan fosfor	mgP/l	0,01	0,20	SMEWW 21 st , 4500-P B i E
Fluoridi	mg/l	0,05	-	Priručnik ¹ , P-V-15/B
Bromidi	mg/l	0,04	-	ISO 10304-1:1995
Cijanidi	mg/l	0,010	-	EPA 335:2:1980
Suspendovane materije	mg/l	1,5	25	SMEWW 21 st , 2540 D
Ostatak posle isparavanja na 105°C	mg/l	1	1000	SMEWW 21 st , 2540 B
Hrom (VI)	mg/l	0,01	-	SMEWW 21 st , 3500-Cr B
Gvožđe (II)	mg/l	0,1	-	SMEWW 21 st , 3500-Fe B
Gvožđe (III)	mg/l	0,1	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kalcijum (Ca)	mg/l	1	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Magnezijum (Mg)	mg/l	0,25	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Natrijum (Na)	mg/l	0,05	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kalijum (K)	mg/l	0,05	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Gvožđe (Fe)	mg/l	0,005	0,5	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Mangan (Mn)	mg/l	0,005	0,1	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Cink (Zn)	µg/l	2	2000 (T=500)	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bakar (Cu)	µg/l	2	112 (T=300)	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Hrom (Cr)	µg/l	2	50	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Olovo (Pb)	µg/l	2	14	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Nikl (Ni)	µg/l	2	34	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kadmijum (Cd)	µg/l	0,8	1,5	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije	Referentna vrednost*	Metoda
Aluminijum (Al)	µg/l	40	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Arsen (As)	µg/l	10	10	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Živa (Hg)	µg/l	0,2	0,07	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Antimon (Sb)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Litijum (Li)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bor (B)	µg/l	10	1000	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Barijum (Ba)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Silicijum (Si)	µg/l	10	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Molibden (Mo)	µg/l	4	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Selen (Se)	µg/l	10	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Stroncijum (Sr)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kobalt (Co)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Berilijum (Be)	µg/l	5	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Telur (Te)	µg/l	0,0089	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Talijum (Tl)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kalaj (Sn)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Vanadijum (V)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Srebro (Ag)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bizmut (Bi)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Galijum (Ga)	µg/l	0,0071	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Germanijum (Ge)	µg/l	0,0055	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Uran (U)	µg/l	0,0046	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Ukupan organski ugljenik (TOC)	mg/l	0,5	6,0	SMEWW 21 st , 5310C
Adsorbovani organski halogeni (AOX)	µg/l	10	50	SRPS ISO 9562:2008
Ukupni ugljovodonici	mg/l	0,10	-	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 prioritetnih 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

Pouzdanost i kontrola kvaliteta (QA&QC) monitoringa površinskih voda sa lokacije TSF sprovodi se u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Kriterijumi prihvatljivosti za QA&QC definisani su u laboratorijskim procedurama za uzorkovanje i ispitivanje, a u skladu sa Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, (SMEWW 21st) i Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Laboratorija “Jaroslav Černi” ima obučeno osoblje za uzorkovanje, in-situ merenja i fizičko-hemijska ispitivanja u laboratoriji u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017, a prema definisanim procedurama i uputstvima.

Metode ispitivanja prikazane su u tabeli 2.

U laboratoriji “Jaroslav Černi” uzorci su ispitani primenom ukupno 24 metode ispitivanja. U ovom izveštaju obrađeni su podaci duplih merenja za 18 metoda fizičko-hemijskih ispitivanja, a 4 metoda fizičko-hemijskih ispitivanja rađene su kod ugovaračkih laboratorija.

4.1.1 Kontrola procesa uzorkovanja na terenu

Kvalitet procesa uzorkovanja kontroliše se na osnovu duplih uzoraka za koje se odredi relativna procentna razlika (RPD) za parametre tako da budu obuhvaćene sve tehnike ispitivanja (poddiscipline) u laboratoriji.

Monitoring kvaliteta površinskih voda na području TSF obuhvatio je 11 mernih mesta a za potrebe kontrole i potvrde kvaliteta uzorkovanja, uzorkovan je dupli uzorak za jednu lokaciju (SM-13) u skladu da procedurom obezbeđenje validnosti rezultata laboratorijskog ispitivanja.

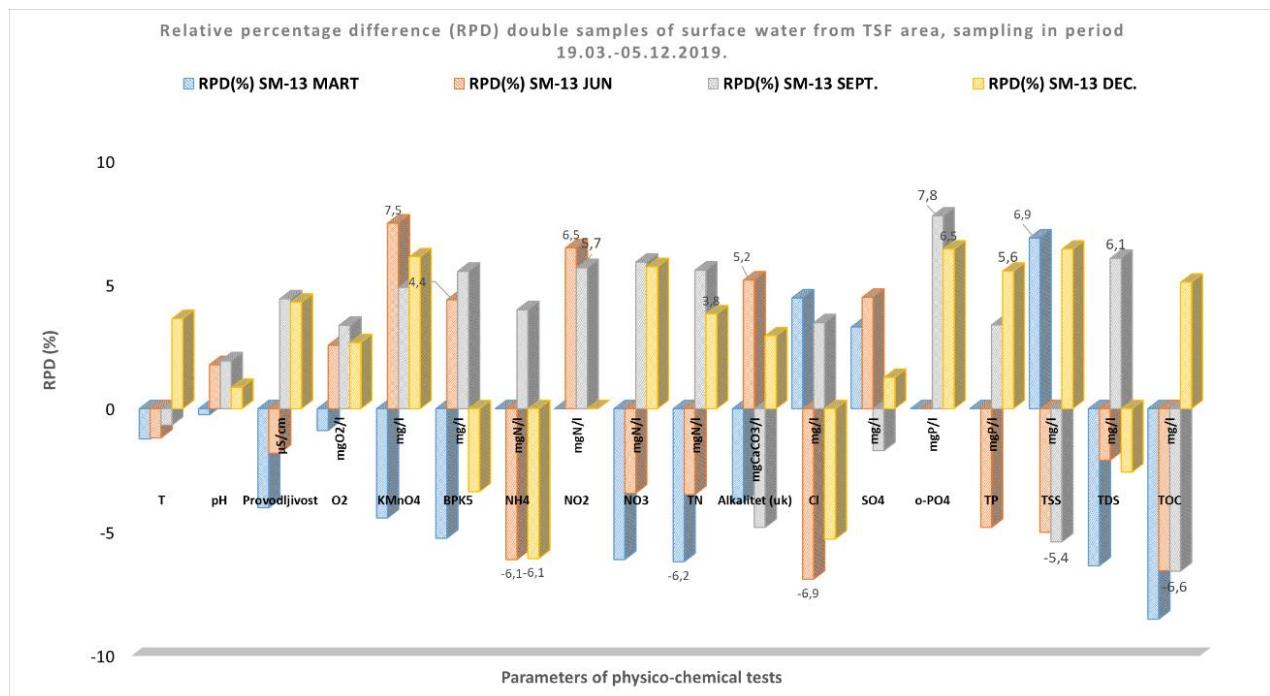
Reproducibilnost uzorkovanja se može proveriti preko RPD vrednosti koja se određuje prema sledećoj jednačini:

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

gde je:

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

Na osnovu RPD vrednosti uzorka površinske vode SM-13 uzorkovanog u duplikatu (slika 2) u četiri kampanje u 2019. godini konstatiše se da maksimalna relativna razlika između duplih iznosi 7,8% za parametar ortofosfati. Variranje razlike u izmerenim vrednostima za duple uzorce sa profila SM-13 je ujednačeno i ne prelazi 10% što je pokazatelj sasvim zadovoljavajuće pozdanosti merenja.



Slika 2. Relativna procentna razlika (RPD %) duplih uzoraka površinskih voda SM -13 sa područja TSF, uzorkovanih u periodu 19.03.-05.12.2019.

Metode ispitivanja grupisane su u sledeće poddiscipline – tehnike (tabela 3.): senzorske (temperatura vode), elektrohemiske (El.HEMA), volumetrija (VOL), gravimetrija (GRAV), UV-VIS, UV-persulfatna oksidacija (TOC), ICP-OES (metali).

Tabela 3. Metode ispitivanja Laboratorije "Jaroslav Černi" po tehnikama (poddisciplinama)

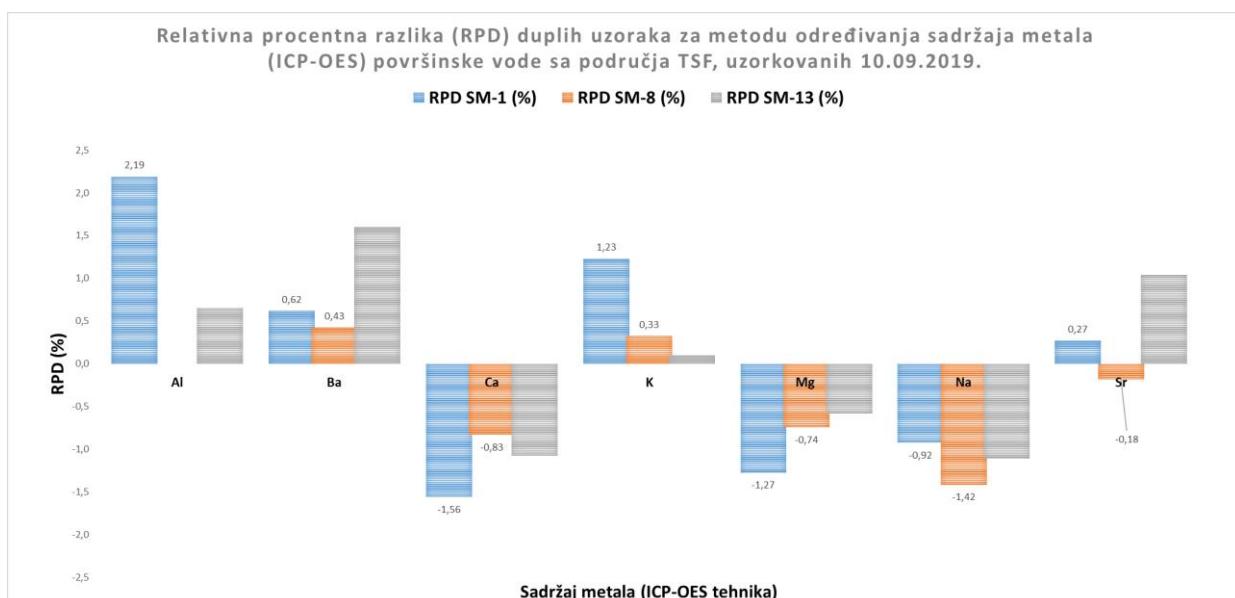
Tehnika laboratorijskog ispitivanja	Metoda ispitivanja	Kriterijum prihvatljivosti
Senzorska	Temperatura vode	RPD \leq 5%
EL.HEMA.	pH Provodljivost Rastvoreni kiseonik BPK ₅	
VOL.	Hloridi Alkalitet KMnO ₄	
GRAV	TDS (ukupni isparni ostatak) na 105°C TSS (ukupne suspendovane)	RPD \leq 20%
TURB	Sulfati	
UV-VIS	Amonijum-jon Nitрати Nitрити ortofosfati	
UV-persulfatna oksidacija	TOC	
ICP-OES	metali	

Sa aspekta ispunjenosti kriterijuma RPD od $\pm 20\%$ može se konstatovati da je pozdanost uzorkovanja površinskih voda sa područja TSF sasvim zadovoljavajuća.

4.1.2 Kontrola metoda ispitivanja - preciznost i tačnost laboratorijskog ispitivanja

Preciznost metode ispitivanja proverava se duplim merenjima koja se sprovode za svaku sekvencu od dvadeset uzoraka odnosno jednom ukoliko je broj uzoraka u sekvenci manji. Ocena preciznosti određuje preko RPD (jed.1).

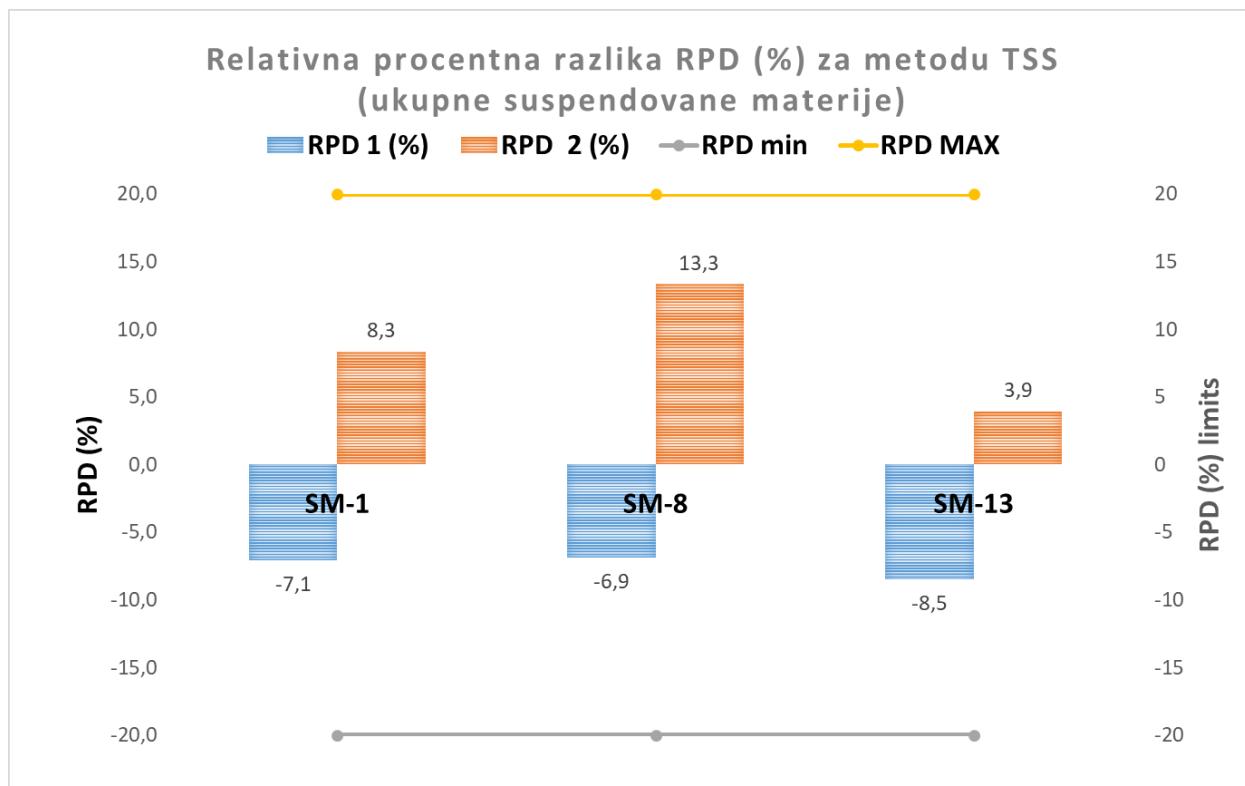
Na slici 3 prikazana je ocena preciznosti za poddisciplinu ICP-OES – određivanje sadržaja metala, preko RPD-vrednosti (%) uzoraka površinske vode SM-1, SM-8 i SM-13 sa područja TSF, uzorkovanih u duplikatu 10.09.2019.godine.



Slika 3. Relativna procentna razlika (RPD %) za sadržaj metala: Al, Ba, Ca, Mg, Na, K, i Sr (ICP-OES), duplih uzoraka površinskih voda SM-1, SM-8 i SM-13 sa područja TSF, uzorkovanih 10.09.2019.

Na osnovu merenja duplih uzoraka, prikazanih na slici 3. može se konstatovati da je preciznost metoda za određivanje sadržaja ukupnih metala (SMEWW 21st 3120 B) izuzetno visoka, maksimalna RPD vrednost iznosila je 2,19% za metal aluminijum na profilu SM-1 (kriterijum prihvatljivosti RPD=±20%).

Na slici 4 prikazan je primer ocene preciznosti za poddisciplinu gravimetrija - metoda određivanja ukupnog sadržaja suspendovanih materija -TSS (SMEWW 21st. 2540 D).



Slika 4. Relativna procentna razlika (RPD %) za metodu TSS - određivanja ukupnih suspendovanih materija (GRAVIMETRIJA) duplih uzoraka površinskih voda SM-1, SM-8 i SM-13 sa područja TSF, uzorkovanih 10.09.2019.

RPD-vrednosti najviše variraju za profil SM-8 od -6,9% do +13,3% za uzorkovan duplikat u istom vremenu ali su unutar zadatog kriterijuma od ±20% iz referentne literature (AOAC).

Može se konstatovati da je preciznost za metode koje pripadaju poddisciplini gravimetrija, pod kontrolom.

Ocena tačnost metoda ispitivanja sprovodi se merenjem "rikaverija" RM (referentnog materijala), CRM (sertifikovani referentni materijal) odnosno RM-PT (referentnog materijala - ostatka od PT-šeme u duplikatu).

„Rikaveri“ CRM ili RM-PT određuje se prema sledećoj jednačini:

$$\% R(recovery) = 100 \cdot \frac{[X_{measured}]}{[X_{actual}]} \quad (\text{jed. 2})$$

X_{measured} – izmerena vrednost uzorka

X_{actual} – tačna vrednost uzorka (CRM,RM)

Potvrda krajnjeg rezultata vrši se na osnovu kriterijuma prihvatljivosti zadatog pri validaciji odnosno verifikaciji analitičke metode. Za potvrdu krajnjeg rezultata analiziraju se i uzimaju u obzir sledeća merenja: laboratorijski duplikat, CRM, RM-PT.

Metode ispitivanja koje su korišćene za ispitvanje uzorka sa područja Jadar potvrđene su periodičnim učešćem u međunarodnim međulaboratorijskim ispitivanjima (PT-šeme) kod ovlašćenih provajdera, a rezultati učešća dati su u tabeli 4.

Rezultati z-score grupisani su za svaku poddisciplinu, izračunata je srednja vrednost z-score (apsolutne vrednosti) za metode koje pripadaju dotoj poddisciplini, a koje su bile prijavljene u 2018. i 2019. godini (slika 5).

z-score se računa prema jednačini:

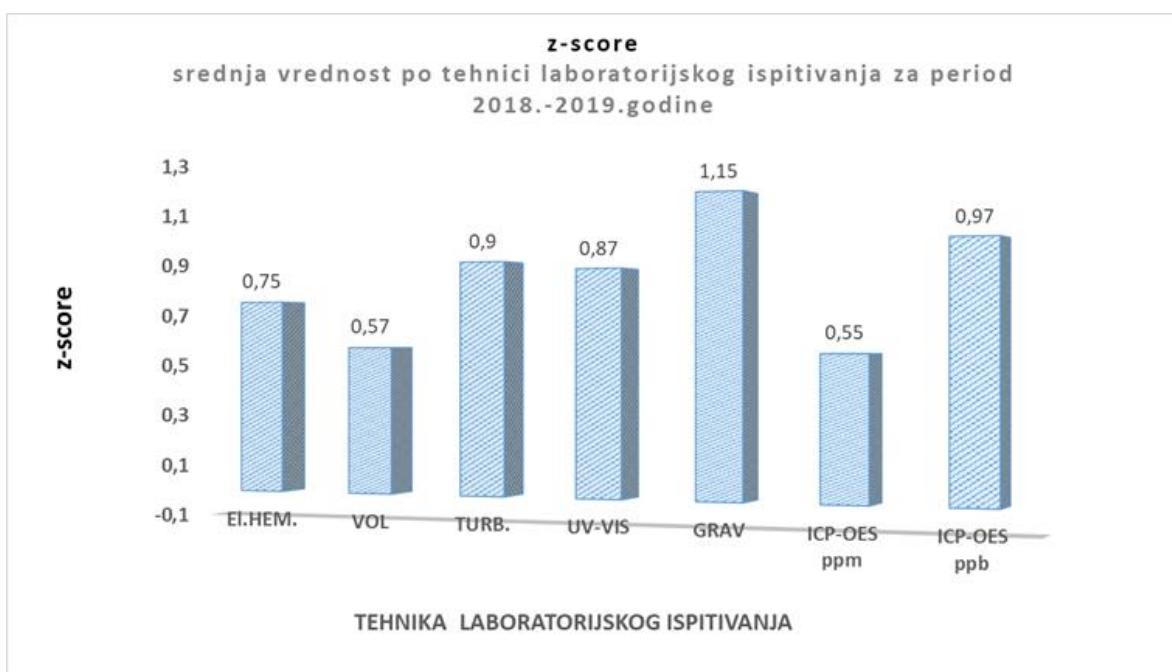
$$z - score = \frac{(X_{lab} - X_{PT})}{SDPA} \quad (\text{jed.3.})$$

gde je:

X_{lab} -izmerenja vrednost u laboratoriji

X_{PT} -vrednost PT šeme – dodeljena vrednost (podatak iz izveštaja PT provajdera)

sdpa-standardna devijacija PT-šeme (podatak iz izveštaja PT provajdera)



Slika 5. z-score – srednja vrednost po tehnici (poddisciplini) za period 2018 - 2019.godine

Na osnovu slike 5 može se konstatovati da je $z-score > 1$ samo za tehniku gravimetrija (prijavljene 3 metode) i iznosi 1,15. Ostale tehnike ispitivanja u laboratoriji imaju srednju vrednost $z-score < 1$ što ukazuje na visok stepen pouzdanosti rezultata laboratorijskog ispitivanja koja se sprovode u laboratoriji „Jaroslav Černi“.

Tabela 4. Učešće na međunarodnim laboratorijskim ispitivanjima-PT-šema period 2016 -2019. god. Kriterijum (z-score $\leq \pm 3$).

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score	
20.05.2016 .	LGC-PT AQ504 sample 5G Toxic metals in water	ICP-OES	Cd	2,4	2,59	-0,73	
			Pb	22,8	28,0	-2,48	
			Ni	12,6	15,4	-1,82	
			As	10,2	9,0	1,33	
			Sb	2,10	2,2	-0,4	
			Hg	2,12	2,73	-2,23	
			Co	5,6	5,25	0,44	
			V	4,7	4,81	-0,15	
			Cr	13,3	13,25	0,03	
			Mo	19,7	21,2	-0,71	
			Sn	13,6	18,2	-1,05	
			BPK5	4,80	4,56	0,53	
21.12.2017 2018	BIPEA34a sample 27 0234	Elektrohemija	Provodljivost $\mu\text{S}/\text{cm}$	645	662	-1,05	
			pH	8,1	8,0	0,67	
			Volumetrija	Hloridi (mg/l)	26,9	26,2	0,64
	BIPEA-34a sample 27 0234			KMnO ₄ (mg/l)	14,00	12,87	0,29
	UV-VIS	NO ₃ ⁻ (mg/l)	29,6	28,3	1,08		
		BIPEA-34a sample 27 0234		NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,25	0,26	-0,33
				boja	17	17	0
		BIPEA-34a sample 10 1734	NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,16	0,12	2	
		BIPEA-34a sample 10 1734	Ukupni P (mg/l)	0,136	0,125	0,92	
2019	BIPEA-34a sample 27 0234	TURB	Mutnoća (NTU)	58	51,5	0,74	
	BIPEA-34a sample 10 1734		SO ₄ ²⁻ (mg/l)	25,1	23,4	1,06	
	BIPEA-34a sample 27 0234		ICP-OES	Si (mg/l)	11,5	11,5	0,0
	BIPEA-34a sample 27 0234	ICP-OES	Na (mg/l)	9,9	10,6	-1,00	
	BIPEA-34a sample 10 1734		Ca (mg/l)	93,9	98	-0,87	
	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		Sb (ppb)	36,4	41	-1,15	
			As (ppb)	22,5	23	-0,25	
			Ba (ppb)	117,4	124	-1,10	
			Be (ppb)	50,14	56	-1,47	
			B (ppm)	0,072	0,083	-1,38	
			Cd (ppb)	2,36	2,6	-1,20	
			Co (ppb)	78,8	81	-0,55	
			Cu (ppb)	84,3	82	+0,46	
			Mn (ppb)	24,0	28,0	-2,00	
			Mo (ppb)	25,1	27	-0,95	
			Ni (ppb)	77,4	81	-0,72	
			P (ppb)	370	346	0,77	
			Pb (ppb)	48	54	-1,5	
			Se (ppb)	38	45	-0,88	
			Sr (ppb)	420	382	2,00	
2019	BIPEA-34 sample 09-3734-0064		V (ppb)	21,7	22	-0,15	
			Zn (ppb)	79	91	-1,71	
			Al (ppb)	22	16	1,5	
			As (ppb)	1,9	1,8	+0,5	
			Co (ppb)	3,11	3,3	-0,95	
			Cu (ppb)	3,5	4,1	-0,86	
			Li (ppb)	5,7	6,0	-0,50	
2019	BIPEA-34 sample 09-3434-0049		Ni (ppb)	8,8	8,7	+0,14	
			V (ppb)	6,8	7,4	-1,20	
			Zn (ppb)	15,6	17	-0,70	
2019	BIPEA-34 sample 09-3434-0049		Ag (ppb)	32	36	-0,50	

4.2 Kontrola kvaliteta mikrobioloških parametara

Varijabilnost mikrobioloških parametara kvaliteta se prirodno dešava u potocima, jezerima i rekama, ali nastaje takođe i u toku sakupljanja, transporta i analize uzorka vode.

U Laboratoriji "Jaroslav Černi" iz Beograda, u cilju osiguranja kvaliteta merenja (MQOs-measurment quality objectives) i kvaliteta podataka (DQO data quality objectives) mikrobioloških analiza, sprovode se i kombinuju se, kako bi se osiguralo da rezultati programa monitoringa budu tačni, reprezentativni i pouzdani:

1. stalna interna kontrola kvaliteta i
2. verifikacije procesa uzorkovanja.

Verifikacija procesa uzorkovanja vrši se u skladu sa dizajnom programa kontrole kvaliteta Laboratorije, prikupljanjem kontrolnih uzoraka (QC uzorci), paralelno sa redovnim uzorcima koji su podrazumevali:

- Blanks QC uzorce sa terena (uzorkovanja na terenu), uzorce bez analita koji se pripremaju na terenu i koji su izloženi uticaju okruženja i uzorkovanja na lokaciji i tretiraju su kao "pravi" uzorak i analiziraju na sve zahtevane mikrobiološke parametre, da bi se dobiti informacije o kontaminaciji iz svih faza uzorkovanja i analize i koji se rade rutinski i frekvencijom u zavisnosti od broja uzoraka, lokaliteta.
- Blanks QC uzorce za uslove transporta za mikrobiološka ispitivanja koji podrazumevaju boćice ispunjene sterilnom vodom koje su pripremljene u laboratoriji i prevoze se do i od mesta uzorkovanja do laboratorije bez otvaranja.
- QC duple uzorake - replike koje se koriste za validaciju i internu kontrolu kvaliteta.
- Primarna metoda koja se koristi kod karakterizacije mikrobioloških parametara su ponovljena merenja, u dizajnu podeljenog nivoa, uzimanjem dva uzorka/poduzorka istog cilja uzorkovanja (dovojno slučajnog), kompletним duplim izvođeljem procedure uzorkovanja i/ili svaki uzorak se analizira najmanje dva puta. Čitav eksperimentalni postupak se sprovodi dupliranjem čitavog analitičkog procesa, u uslovima intermedijerne preciznosti i za svaku metodu ispitivanja za ovaj tip uzorka, procenjena je srednja relativna operativna nesigurnost U₀ rel. (varijansa unutarlaboratorijske reproducibilnosti, varijansa distribucije).

Stalna interna kontrola kvalitete je podrazumevala je i obuhvatala je i:

- Kontrolu pripreme uzorka, QC-medija (npr. predtestiranje svakog novog lot-a Kolilert i Enterolert definisanog supstrata (reagenasa) na reproduktivnost, upotrebo propisanih ATCC sojeva bakterija (kao pozitivne i negativne kontrole), pH i sterilnost svih koraka postupka;
- Kontrolu analitičke opreme redovan nadzor i etaloniranje;
- Redovna godišnja interlaboratorijska provera i analiza sertifikovanih referentnih uzoraka (Certified Reference Sample CRS-PT sheme), primenjenim metodama.

Potvrda krajnjeg rezultata verifikuje se procenom :

QA&QC je sastavni deo programa i plana laboratorijskih aktivnosti, utvrđenih radi obezbeđenja poverenja u kvalitet rezultata laboratorijskih ispitivanja. Uzorkovanje i mikrobiološke analze uzoraka izvršene su od strane obučenog osoblja u skladu sa standardom SRPS ISO/IEC 17025:2006/2017, a prema definisanim procedurama i uputstvima. Karakterizacija enumeracionih metoda vršena je, prema zahtevima ISO 29201:2012 dop.2017., ISO 13843:2017, određivanjem unutarlaboratorijske reproducibilnosti-operativne nesigurnosti merenja (srednja relativna operativna nesigurnost), za svaku metodu ispitivanja (U₀,rel) (Tabela 5).

Tabela 5. Parametri karakterizacije primenjenih metoda, unutar laboratorijska reproducibilnost (srednja relativna operativna nesigurnost) i interlaboratorijska reproducibilnost (z-score)

Metode	Ukupan broj aerobnih heterotrofnih bakterija , 22 0C±1, 5 dana,Kohl, 75	Ukupne koliformne bakterije, MPN broj u 100 ml	Ukupne fekalne koliformne bakterije, MPN broj u 100 ml	Fekalne streptokoke (enterokoke), MPN broj u 100 ml
Oznaka metode	SMEWW, 2005, 9215B	SRPS H:21.309:2010	SRPS H:21.309:2010	DMJČ-004
Interlaboratorijska reproduktivnost, Ielab, Alicante , Spain, February 2018. (z skor)	-0.5	-0.10	0.0	
LGC QWAS-277, 17.06.2019. (z skor)		-0.11	0.26	-0.5
Uo real.	0. 1913	0.201	0.325	0.300

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 2019. godine. Rezultati monitoringa su dobijeni analizom uzorka koji su sakupljeni tokom četiri kampanje za fizičko-hemijske i mikrobiološke parametre kvaliteta površinske vode. Na osnovu rezultata ispitivanja definisan je kvalitet u skladu sa važećim zakonskim propisima.

Podaci o kvalitetu vode prikupljeni tokom perioda od marta do decembra 2019. 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.

5.1 Rezultati fizičko- hemijskog ispitivanja

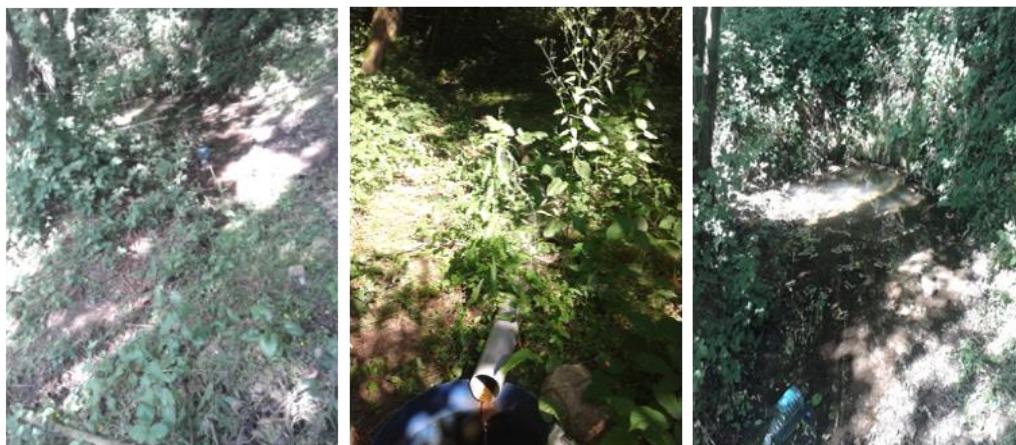
Izveštaji o ispitivanju sa rezultatima za sve četiri kampanje dostavljeni su Naručiocu.

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).

5.1.1 Merni profil SP-1

Merno mesto SP-1 je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 6.

Kvalitet vode na mernom profilu SP-1 definisan je na osnovu merenja fizičko-hemijskih parametara tokom četiri kampanje, od kojih je prva realizovana u martu, druga u junu, treća u septembru i četvrta u decembru 2019. godine.



Slika 6. Merni profil SP-1

Ispitivanjem vode sa mernog profila SP-1 ustanovljene su sporadične varijacije pH vrednosti, kao i sadržaja kiseonika, ukupnog fosfora i arsena.

Vrednost pH je varirala od 6,21 do 6,95. Prosečna vrednost je uznosila 6,55, što je u skladu sa zakonskom regulativom.

Sadržaj kiseonika je u junu (4,64 mgO₂/l) i septembru (5,84 mgO₂/l) bio niži od vrednosti definisane zakonskom regulativom za II klasu voda (min 7,0 mgO₂/l). Prosečna koncentracija od 7,11 mgO₂/l zadovoljavala je zadat kriterijum.

Koncentracija fosfora je u martu, septembru, junu i decembru bila znatno niža od 0,2 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). Ovaj kriterijum nije bio zadovoljen u septembru, kada je izmerena koncentracija fosfora iznosila 1,260 mgP/l. Prosečna vrednost takođe je bila iznad granice propisane Uredbom I iznosila je 0,33 mgP/l.

U tri od četiri kampanje koncentracija arsena je bila niža od limita kvantifikacije (<10 µg/l). Izuzetak je vrednost od 30 µg/l zabeležena u martu 2019. godine.

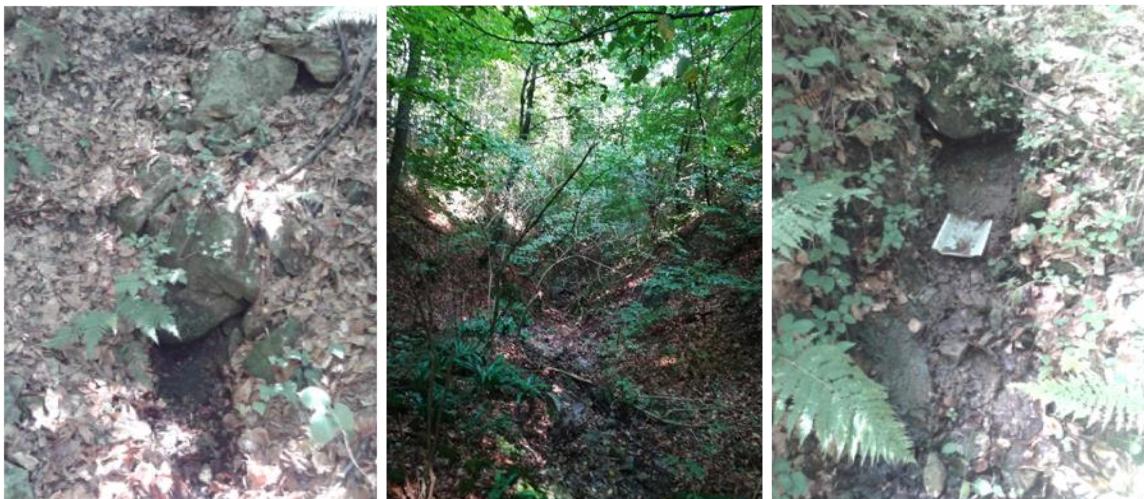
Vrednosti AOX-a izmerene u martu, junu i decembru iznosile su 72 µg/l, 104 µg/l i 93 µg/l respektivno, dok je u septembru koncentracija bila ispod Limita kvantifikacije analitičke metode (<10 µg/l). Srednja godišnja vrednost od 68,5 µg/l takođe je bila iznad granične vrednosti za vode druge klase (50 µg/l).

Prosečne godišnje vrednosti svih analiziranih fizičko-hemijskih parametara osim ukupnog fosfora, arsena 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).

5.1.2 Merni profil SP-2

Merni profil SP-2 je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 7.

Kvalitet vode na mernom profilu SP-2 definisan je na osnovu merenja fizičko-hemijskih parametara tokom tri kampanje koje su realizovane u martu, junu i septembru 2019. godine. U decembru nije izvršeno uzorkovanje na datom profilu jer pristup nije bio bezbedan.



Slika 7. 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.

Koncentracija AOX-a je u martu iznosila $51 \mu\text{g/l}$, u junu $124 \mu\text{g/l}$, dok je u septembru vrednost bila niža od limita kvantifikacije ($<10 \mu\text{g/l}$). Prosečan sadržaj AOX-a u 2019. godini bio je $64,5 \mu\text{g/l}$ i nije zadovoljavao graničnu vrednost za vode II klase ($50 \mu\text{g/l}$).

5.1.3 Merni profil SP-3

Merni profil je izvor na slivu Krlagana i prikazan je na slici 8.



Slika 8. 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 četiri ciklusa ispitivanja i bile su u opsegu od 2,18 mgN/l do 4,01 mgN/l. Prosečna vrednost od 3,28 mgN/l bila je iznad granične vrednosti od 3 mgN/l utvrđene zakonskom regulativom.

Koncentracija žive izmerena u martu, junu i decembru bila je ispod limita kvantifikacije, a vrednost iz septembra od 0,8 µg/l bila je iznad granične vrednosti od 0,07 µg/l, koliko je propisano za vode II klase.

5.1.4 Merni profil SP-4

Merno mesto SP-4 je izvor na slivu Rakovice i prikazano je na slici 9. Analiza uzorka vode sa mernog mesta SP-4 izvršena je u dve kampanje, martu i junu 2019. godine. U septembru i decembru nije izvršeno uzorkovanje jer je izvor presušio.



Slika 9. Merni profil SP-4

Većina analiziranih parametara kvaliteta zadovoljavala je kriterijume Uredbe 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.

U martu je ustanovljen povećan sadržaj suspendovanih materija, 46,0 mg/l, a u julu sadržaj gvožđa, 4,70 mg/l. Sa prosečnom koncentracijom od 26,2 mg/l suspendovane materije su bile veće od maksimalno dozvoljene koncentracije od 25 mg/l. Slično je i sa sadržajem gvožđa, čija prosečna vrednost je iznosila 2,35 mg/l, a granica predviđena pravilnikom 0,5 mg/l.

5.1.5 MERNI PROFIL SP-5

Merni profil SP-5 je izvor na slivu Rakovice i prikazan je prikazan je na slici 10.

Analiza uzorka vode sa mernog mesta SP-5 izvršena je u martu, julu i decembru 2019. godine. U septembru nije izvršeno uzorkovanje jer je izvor presušio.



Slika 10. Merni profil SP-5

Opseg sadržaja kiseonika tokom ispitivanog perioda obuhvatao je interval od 4,10 mgO₂/l do 5,57 mgO₂/l. S obzirom na to da su sve izmerene vrednosti kiseonika niže 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.

Ostali parametri kvaliteta su pokazivali male varijacije koncentracija od marta do decembra 2019. godine i sve prosečne vrednosti su bile u okviru granica za II klasu površinskih voda.

5.1.6 Merni profil SM-1

Merni profil SM-1 (slika 11) nalazi se na reci Rakovici neposredno nizvodno od budućeg pregradnog mesta.



Slika 11. Merni profil SM-1

Koncentracija žive izmerena u martu, junu i septembru bila je ispod limita kvantifikacije. Povećana koncentracija žive u odnosu na graničnu vrednost od $0,07 \mu\text{g/l}$ za vode II klase zabeležena je u septembru i iznosila je $0,4 \mu\text{g/l}$.

Sve prosečne godišnje vrednosti fizičko-hemijskih parametara kvaliteta na mernom profilu SM-1 zadovoljavale su kriterijume Uredbe 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 tokom celog perioda monitoringa u 2019. godini.

5.1.7 Merni profil SM-2

Merni profil SM-2 (slika 12) nalazi se na Popadića potoku, neposredno uzvodno od budućeg pregradnog mesta.



Slika 12. Merni profil SM-2

U septembru su izmerene koncentracije amonijum jona ($0,18 \text{ mgN/l}$) i ortofosfata ($0,036 \text{ mg/l}$) prelazile granične vrednosti za II klasu voda. Maksimalno dozvoljene koncentracije za amonijum ion i ortofosfate iznose $0,10 \text{ mgN/l}$ I $0,03 \text{ mgP/l}$ respektivno. Koncentracije izmerene u martu, junu I decembru 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.

5.1.8 Merni profil SM-5

Merni profil SM-5 nalazi se na reci Rakovici i prikazan je na slici 13.



Slika 13. Merni profil SM-5

Koncentracije većine analiziranih parametara kvaliteta na mernom mestu SM-5 bile su prilično ujednačene u periodu od marta do decembra 2019. godine. Povremena odstupanja su zabeležena za rastvoreni kiseonik, amonijum ion, nitrite, mangan i AOX-e.

Koncentracije nitrita ($0,044 \text{ mgN/l}$) i mangana ($0,24 \text{ mg/l}$) u junu, amonijum jona u septembru ($0,18 \text{ mgN/l}$) i AOX-a ($127 \mu\text{g/l}$) u decembru nisu bile u skladu sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama za II klasu voda. Granične vrednosti za nitrite, mangan, amonijum ion i AOX iznose $0,03 \text{ mgN/l}$, $0,1 \text{ mg/l}$, $0,10 \text{ mgN/l}$ i $50 \mu\text{g/l}$ respektivno. Osim toga, srednja godišnja vrednost AOX-a od $57 \mu\text{g/l}$ takođe nije zadovoljavala graničnu vrednost od $50 \mu\text{g/l}$.

Prosečne vrednosti svih ispitivanih parametara kvaliteta, izuzev AOX-a, bile su 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) tokom sve četiri kampanje u 2019. godini.

5.1.9 Merni profil SM-8

Merni profil SM-8 (slika 14) se nalazi na gornjem delu sliva potoka Štavice pre ulivanja u reku Rakovicu.



Slika 14. Merni profil SM-8

Ispitivanjem kvaliteta vode na mernom profilu SM-8 utvrđeno je da 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 2019. godini.

5.1.10 Merni profil SM-9

Merni profil SM-9 (slika 15) se nalazi na gornjem delu sliva reke Rakovice pre spajanja sa potokom Štavice.

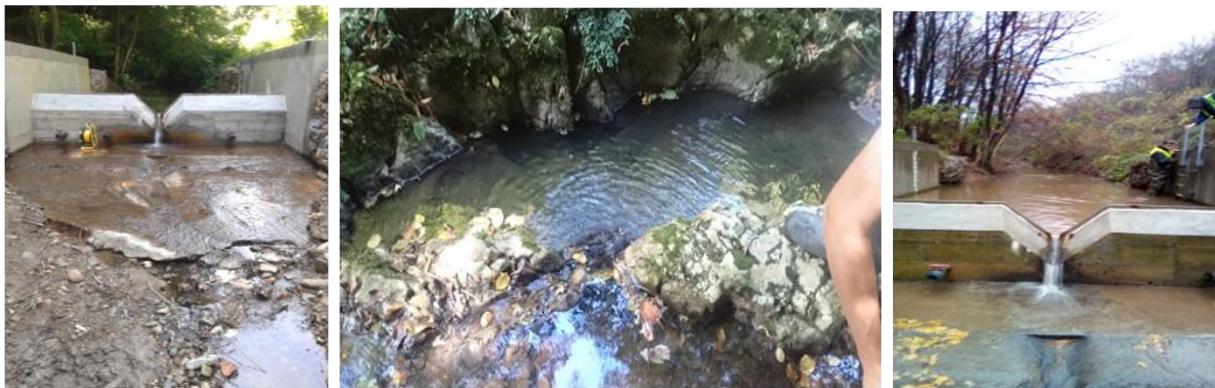


Slika 15. Merni profil SM-9

Porast koncentracija na vrednosti veće od MDK za vode II klase ustanovljen je za amonijum ion ($0,18 \text{ mgN/l}$), gvožđe ($1,12 \text{ mg/l}$) i mangan ($0,78 \text{ mg/l}$) u septembru, a u decembru 2019. godine za AOX ($54 \mu\text{g/l}$). Rezultat je povećana srednja godišnja koncentracija mangana ($0,22 \text{ mg/l}$) u odnosu na graničnu vrednost od $0,1 \text{ mg/l}$ 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.

5.1.11 Merni profil SM-13

Merni profil SM-13 se nalazi na Žutoj reci i prikazan je na slici 16.



Slika 16. 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 martu, junu i decembru. U septembru je konstatovan porast sadržaja amonijum jona ($0,23 \text{ mgN/l}$), ukupnog fosfora ($1,500 \text{ mgP/l}$) i mangana ($0,12 \text{ mg/l}$) u odnosu na granične vrednosti koje iznose $0,10 \text{ mgN/l}$ za amonijum ion, $0,2 \text{ mgP/l}$ za ukupan fosfor i $0,10 \text{ mg/l}$ za mangan. Pretpostavlja se da su ovakve promene posledica uticaja antropogenih faktora. Srednja godišnja vrednost ukupnog fosfora, $0,397 \text{ mgP/l}$, nije bila u skladu sa graničnom vrednošću od $0,2 \text{ mgP/l}$.

Izrazito visoka koncentracija bora od $6020 \text{ } \mu\text{g/l}$ zabeležena je u martu 2019. godine. Posledica toga je i visoka prosečna vrednost bora $3032 \text{ } \mu\text{g/l}$, koja prelazi graničnu vrednost od $1000 \text{ } \mu\text{g/l}$ za vode II klase.

Vrednosti svih srednjih godišnjih vrednosti ispitivanih parametara kvaliteta na mernom profilu SM-13, osim ukupnog fosfora i bora, 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).

5.2 Mikrobiološki kvalitet vode na određenim lokalitetima TSF-a

Uzorkovanje vode za mikrobiološke analize, na profilima od SP-1 do SP-5 vršeno je u martu, junu, septembru i decembru 2019. godine. U septembru, na profilima SP-4 i SP-5 i u decembru mesecu na profilima SP-2 i SP-4, uzorkovanje nije bilo moguće jer su bili bez vode (presušili).

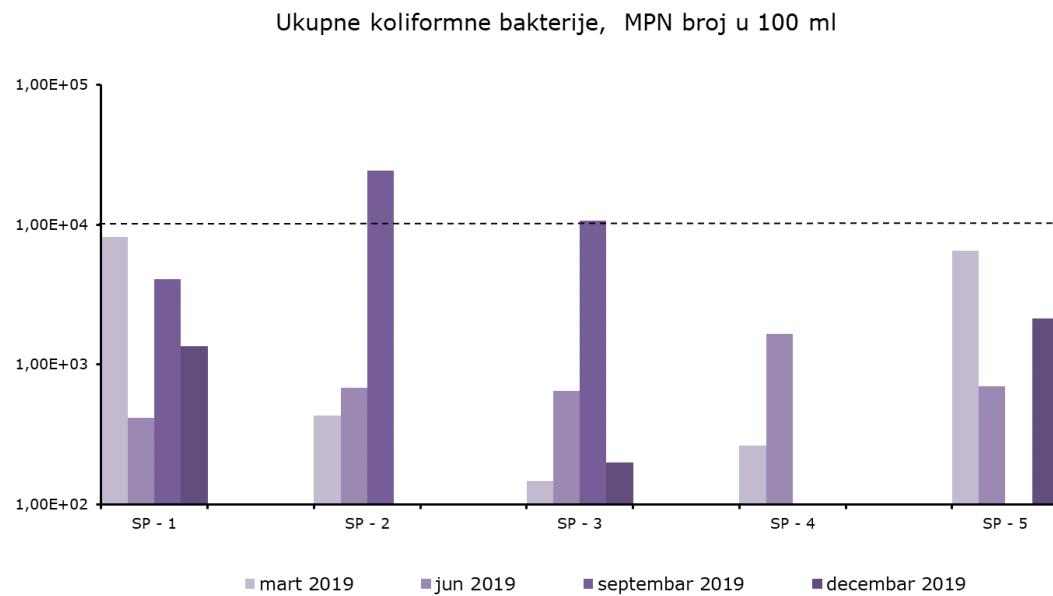
Kvalitet površinskih voda sa područja TSF-a i pripadnost određenoj klasi, prema mikrobiološkim indikatorima, dat je u tabeli 6. Kvalitet vode ocjenjen je, prema rangovima graničnih vrednosti klasa kvaliteta, na osnovu najnepovoljnije vrednosti Uredbom propisanih i analiziranih mikrobioloških parametara (Uredba „Sl. glasnik RS“, br. 50/2012).

Tabela 6. Ocena klase kvaliteta ispitivanih vodotoka prema mikrobiološkim parametrima i Uredbom propisanoj metodologiji ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012.)

Period uzorkovanja	mart 2019	jun 2019	septembar 2019	decembar 2019
Vodotok	Klase vodotoka			
SP - 1	II	I	III	II
SP - 2	IV	II	III	II
SP - 3	I	II	III	I
SP - 4	I	II		
SP - 5	III	II		II

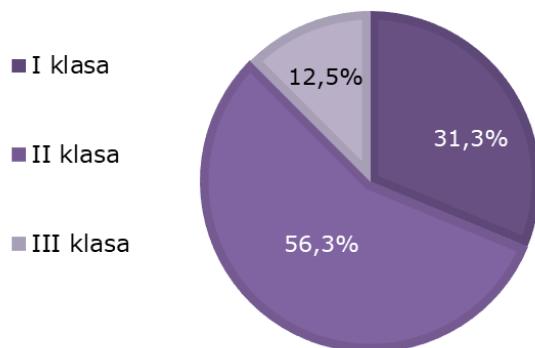
Na slikama 17–24 prikazani su rezultati mikrobioloških ispitivanja kvaliteta vode na određenim lokalitetima TSF-a.

Prema ukupnom broju koliformnih bakterija i graničnim vrednostima za ovaj parametar, u okvirima I klase kvaliteta nalazilo se 31,3% uzoraka, a II klase kvaliteta konstatovana je u 56,3% uzoraka vode sa ovog područja (slika 18). U 12,5% uzoraka, ukupan broj koliformnih bakterija bio je visok i u granicama III klase kvaliteta. Maksimalna brojnost ukupnih koliformnih bakterija, zabeležena je na profilu SP-2, u septembru mesecu (u okvirima III klase) (slika 17).



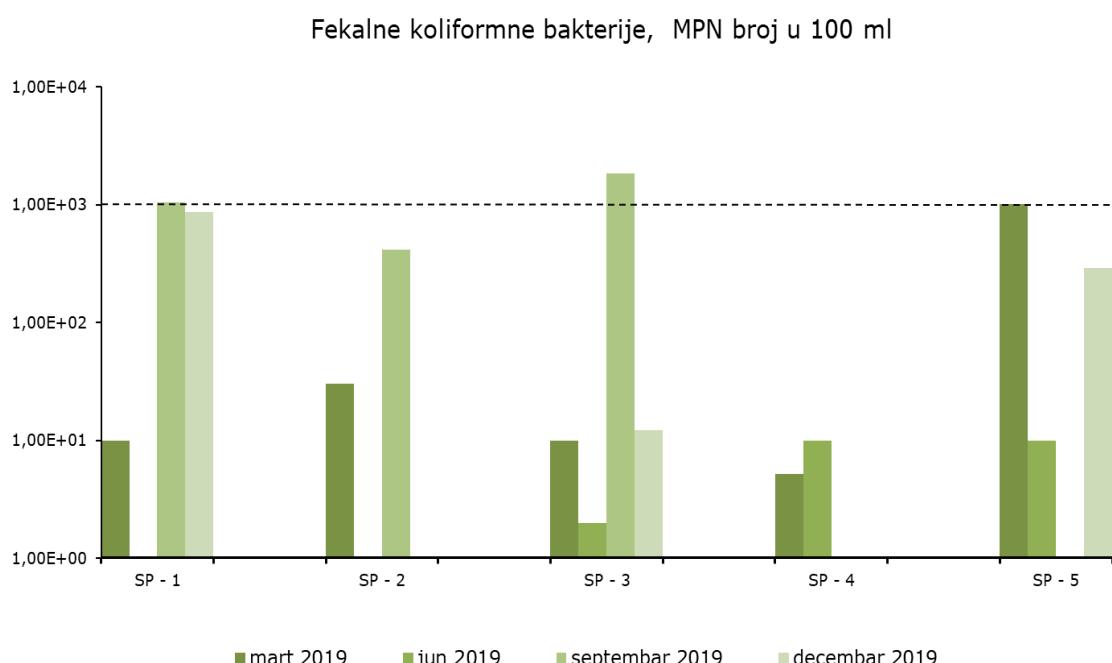
Slika 17. Ukupan broj koliformnih bakterija, kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine

Klasa kvaliteta vode prema Uredbi (Sl. Glasnik RS, br. 50/2012)



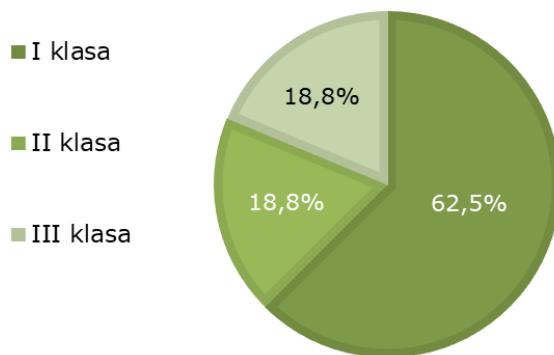
Slika 18. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema ukupnom broju koliformnih bakterija, na ispitivanom području tokom 2019. godine.

U 62,5% uzoraka površinskih voda sa područja TSF-a, ukupan broj termotolerantnih koliformnih bakterija je bio nizak i u okvirima I klase kvaliteta (MPN broj < 100 u 100 mL). U 18,8% uzoraka, detektovan broj fekalnih koliforma se nalazio u rangu II i III klase kvaliteta (slika 20). U uzorku vode SP-3, iz septembra 2019. godine, detektovana brojnost termotolerantnih koliformnih bakterija je bila maksimalna (III klasa), što je indikacija osetljivosti ovog lokaliteta na intezivnije zagađenje otpadnim vodama fekalnog porekla (slika 19).



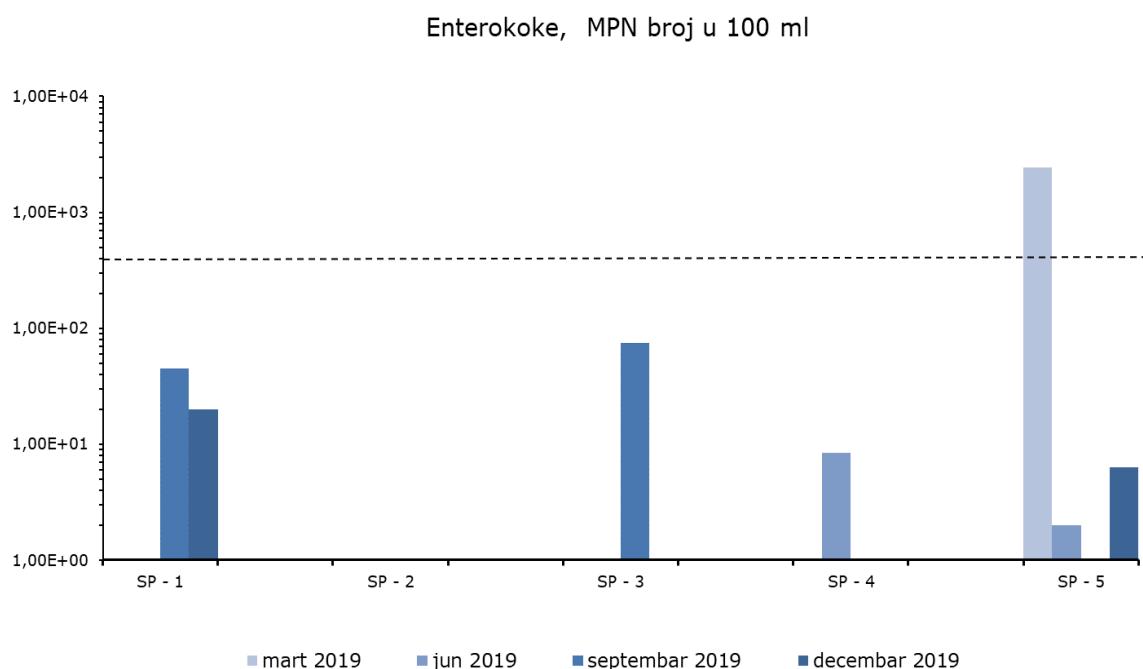
Slika 19. Fekalne koliformne bakterije kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.

**Klasa kvaliteta vode prema Uredbi
(Sl. Glasnik RS, br. 50/2012)**

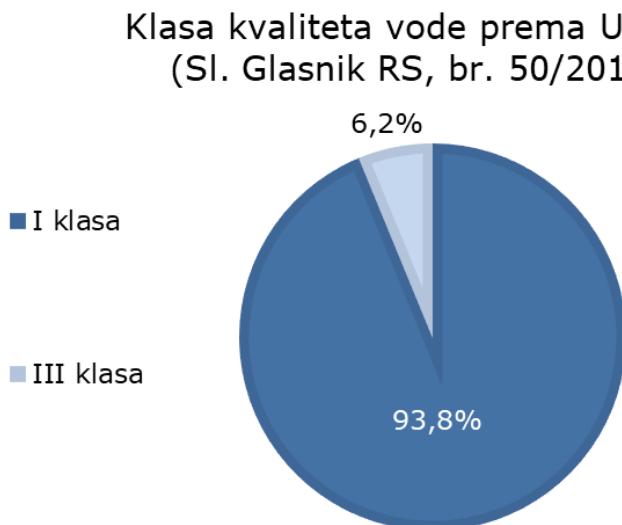


Slika 20. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema broju termotolerantnih (fekalnih) koliformnih bakterija, na ispitivanom području tokom 2019. godine.

Prema najverovatnijem broju enterokoka i graničnim vrednostima datim u važećoj Uredbi ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012), kvalitet vode većine uzoraka, sakupljenih na odabranim lokalitetetima TSF-a, je bio neznatno zagađen i u I klasi kvaliteta, sa relativnom učestalošću od 93,8%. Brojnost enterokoka, karakteristična za III klasu kvaliteta, konstatovana je u 6,2% uzoraka vode (slika 22). Maksimalna brojnost enterokoka zabeležena je u martu mesecu u uzorku vode sa lokalitetom označenog kao SP-5 (slika 21).

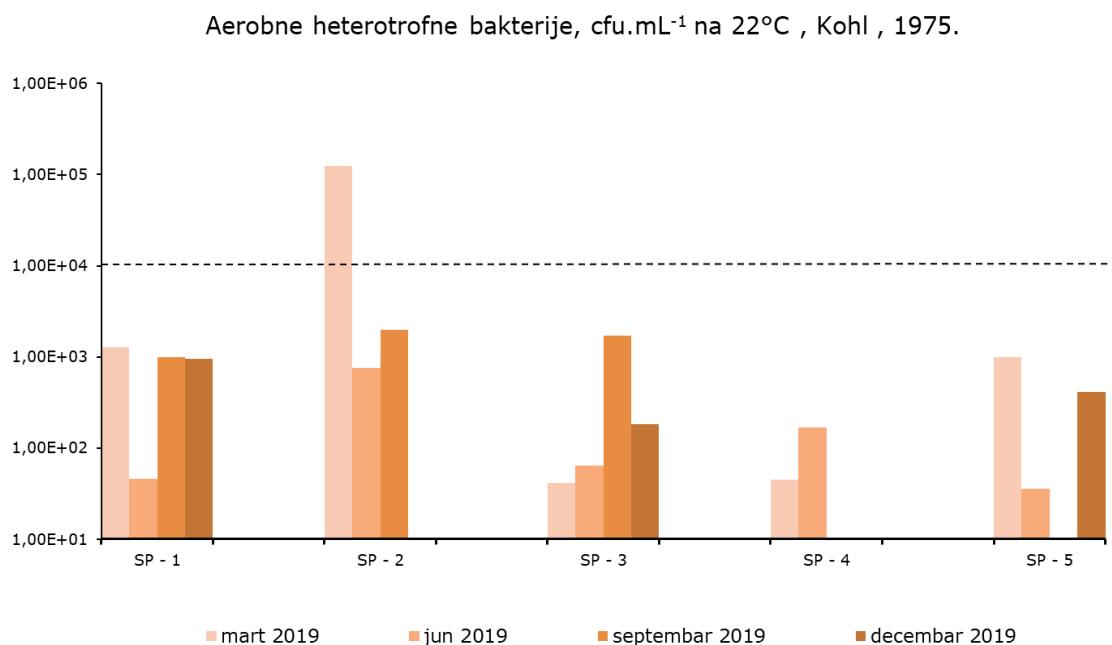


*Slika 21. Brojnost enterokoka (*Enterococcus spp.*), kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.*

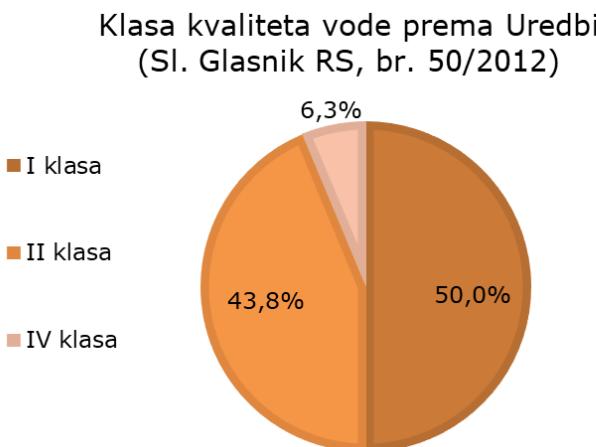


Slika 22. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema brojnosti enterokoka (Enterococcus spp.), na ispitivanom području tokom 2019. godine.

Na osnovu ukupnog broja aerobnih heterotrofnih bakterija, indikatora zagađenja vodnih tela organskim materijama, od ukupno 16 uzoraka vode sa područja TSF-a, 50,0% je bilo umereno zagađeno i u okvirima II klase kvaliteta. Maksimalna vrednost ukupnog broja aerobnih heterotrofnih bakterija, karakteristična za IV klasu kvaliteta i verovatno intenzivnije zagađenje organskim materijama, zabeležena je u martu meseca, u uzorku sa profila SP-2. Minimalna brojnost ove grupe indikatorskih bakterija, zabeležena je uzorku SP-5 iz juna meseca (slike 23 i 24).



Slika 23. Brojnost aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu.mL-1, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.



Slika 24. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema ukupnoj brojnosti aerobnih heterotrofnih bakterija, na području TSF-a tokom 2019. godine.

Uzorkovanje na profilima sa oznakom SM (1,2,5,8,9 i 13) u 2019. godini, kao i ranijih godina, obavljano je u martu, junu, septembru i decembru mesecu.

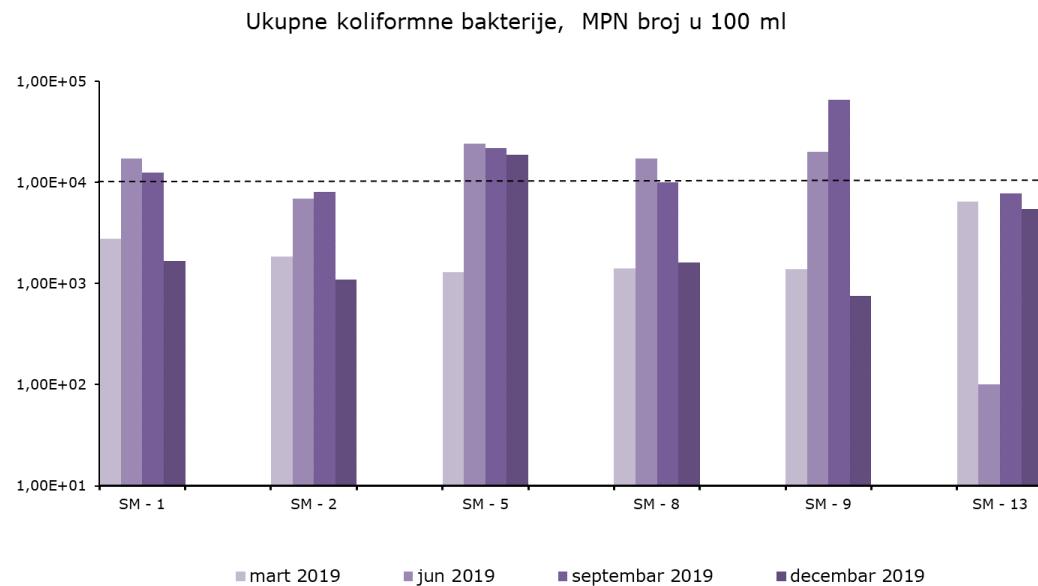
Kvalitet vode i pripadnost određenoj klasi kvaliteta (tabela 7), prema mikrobiološkim indikatorima, određen je na osnovu ranga graničnih vrednosti i najlošije/nepovoljnije vrednost ispitivanih grupa bakterija, prateći metodologiju koja je data u Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012).

Tabela 7. Ocena klase kvaliteta ispitivanih vodotoka prema mikrobiološkim parametrima i Uredbom propisanoj metodologiji ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012.).

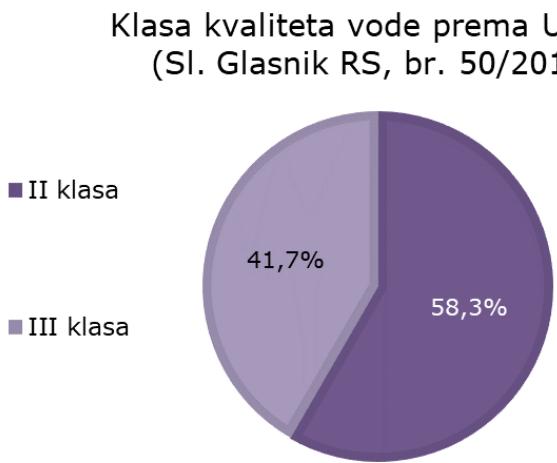
Period uzorkovanja	mart 2019	jun 2019	septembar 2019	decembar 2019
Vodotok	Klasa vodotoka			
SM - 1	II	III	III	II
SM - 2	II	II	III	II
SM - 5	II	II	III	IV
SM - 8	II	III	III	II
SM - 9	II	III	III	II
SM - 13	II	III	III	III

Na slikama 25 – 32, prikazani su rezultati mikrobioloških ispitivanja kvaliteta vode na lokalitetima označenim kao SM: 1, 2, 5, 8, 9 i 13.

Na osnovu dobijenih vrednosti najverovatnijeg broja koliformnih bakterija, 58,3% analiziranih uzoraka vode sa ovog područja se nalazilo u okvirima II klase, dok je III klasi kvaliteta pripadalo 41,7% uzoraka vode (slika 26). Tokom 2019. godine, visoka brojnost ove grupe bakterija zabeležena je na profilima SM 1,5,8 i 9, dok je maksimalna vrednost ukupnih koliformnih bakterija konstatovana u septembru mesecu na profilu SM-9 (u rangu III klase kvaliteta) (slika 25).

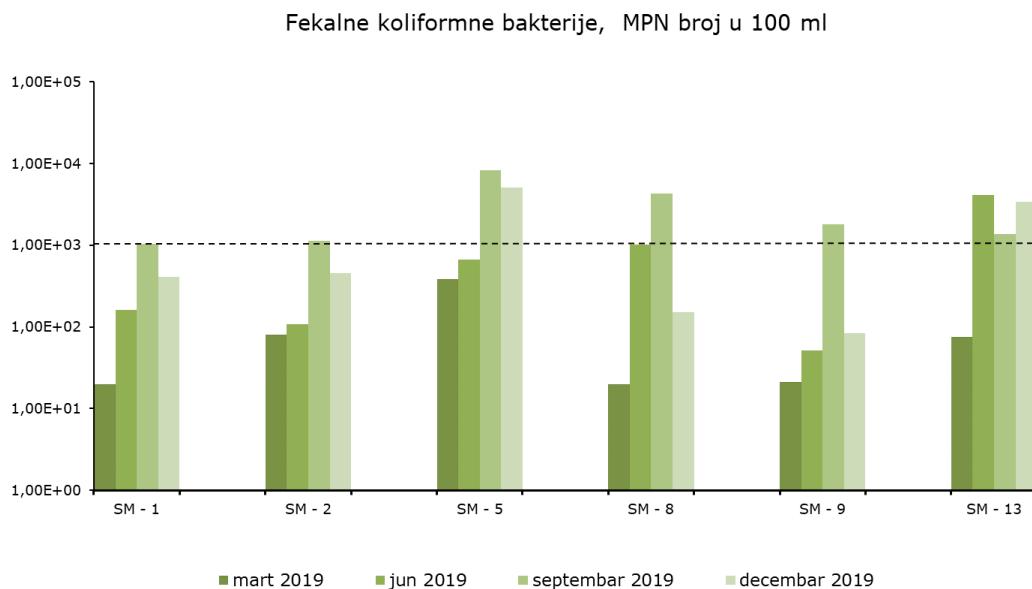


Slika 25. Ukupan broj koliformnih bakterija, kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. Godine



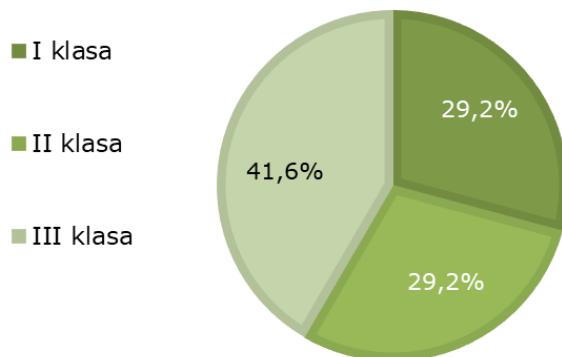
Slika 26. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema ukupnom broju koliformnih bakterija, na ispitivanom području tokom 2019. godine.

Na osnovu najverovatnijeg broja termotolerantnih koliformnih bakterija, kvalitet vode je u 29,2% ispitivanih uzoraka bio u rangu I i II klase kvaliteta, a 41,6% u granicama III klase (slika 28). U svim uzorcima vode, koji su sakupljeni u septembru 2019. godine, konstatovana je visoka brojnost termotolerantnih koliformnih bakterija (u okvirima III klase 100% uzoraka), a maksimalna vrednost ove indikatorske grupe, zabeležena je u uzorku vode sa profila SM-5 (slika 27).



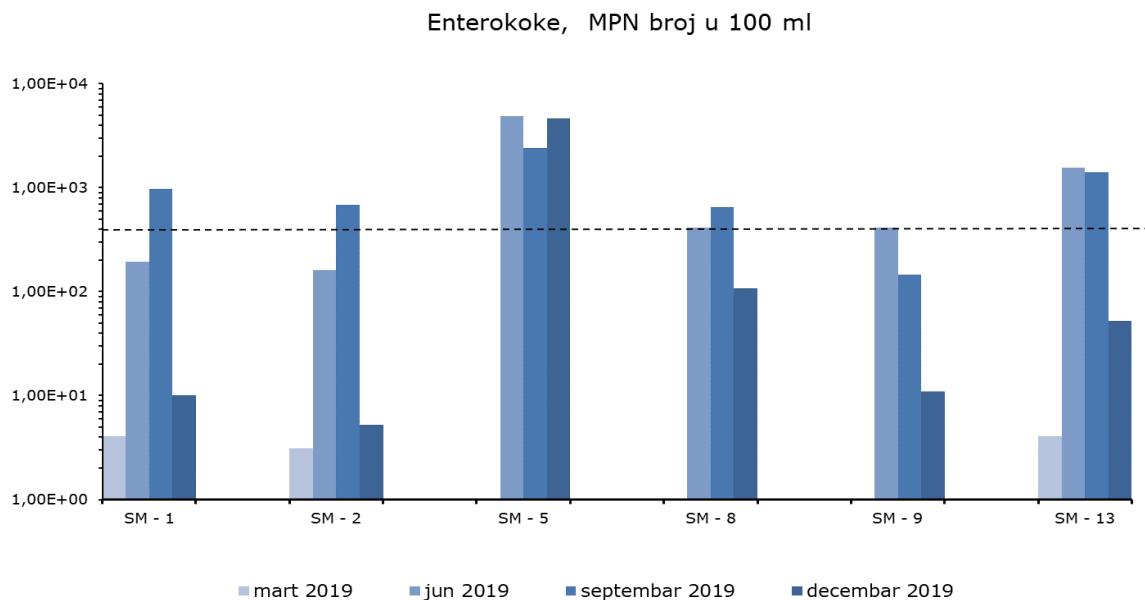
Slika 27. Fekalne koliformne bakterije kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.

Klasa kvaliteta vode prema Uredbi (Sl. Glasnik RS, br. 50/2012)

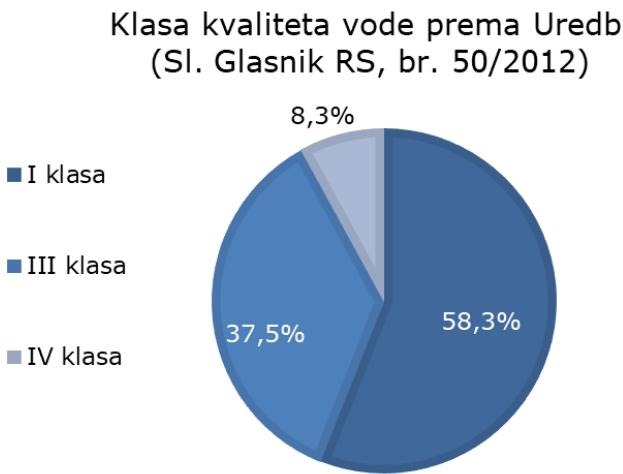


Slika 28. Relativna zastupljenost klasa kvaliteta vodotoka (u %), prema broju termotolerantnih (fekalnih) koliformnih bakterija, na ispitivanom području tokom 2019. godine.

Prema najverovatnijem broju enterokoka i graničnim vrednostima datim u važećoj Uredbi, kvalitet vode odabranih izvorišta/lokaliteta, tokom 2019. godine, je najčešće bio u granicama I klase kvaliteta (58,3% uzorka). Trećoj i četvrtoj klasi pripadalo je 37,5% i 8,3% uzorka vode sa ovog područja (slika 30). Visoka brojnost enterokoka (u rangu III i IV klase), konstatovana je u uzorcima vode koji su sakupljeni na profilima SM (5, 8 i 13). Najveća brojnost enterokoka (IV klasa), zabeležena je u uzorcima vode sa profila SM-5, iz juna i decembra meseca, što je verovatno posledica perzistencije enterokoka u životnoj sredini i transporta u vodotoke usled padavina i spiranja ili erozije sa okolnog zemljišta koje se koristi i za ispašu domaćih životinja (slika 29).

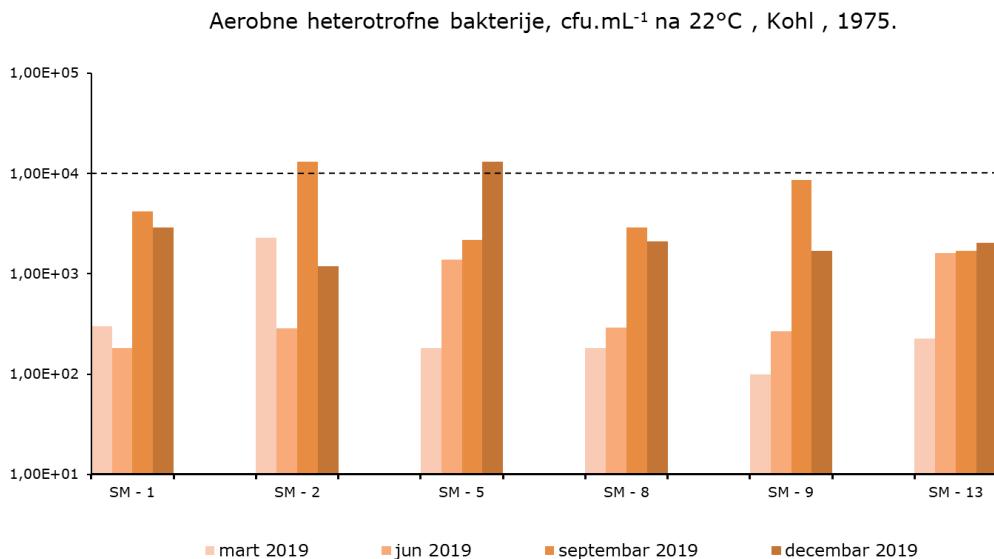


*Slika 29. Brojnost fekalnih streptokoka (*Enterococcus spp.*), kao MPN broj u 100 mL, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.*



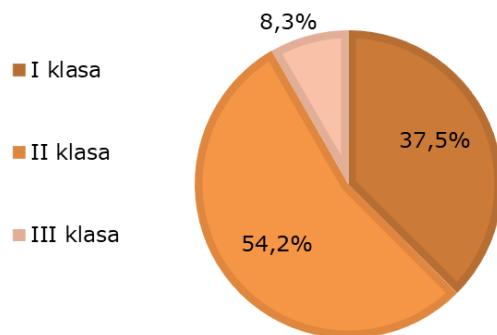
*Slika 30. Relativna zastupljenost klase kvaliteta vodotoka (u %), prema brojnosti enterokoka (*Enterococcus spp.*), na ispitivanom području tokom 2019. godine.*

Maksimalna vrednost ukupnog broja heterotrofnih bakterija, koja je bila karakteristična za III klasu kvaliteta, zabeležena je na profilu SM-5, u uzorku iz decembra meseca, što indikuje osetljivost ovog lokaliteta na intenzivnije zagađenje organskim materijam u ovom period godine (Kohl, 1975) (slika 31). Od ukupno 24 uzoraka, prema ovom parametru, u 37,5% uzoraka kvalitet vode je bio dobar i u granicama I klase, u 54,2 je u bio umeren i u okvirima II klase, dok je 8,3% uzoraka vode sa ovog područja bilo intenzivnije zagađeno organskim materijama i pripadalo je III klasi kvaliteta (slika 32).



Slika 31. Brojnost aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu.mL⁻¹, u uzorcima površinskih voda tokom 2019. godine.

Klasa kvaliteta vode prema Uredbi
(Sl. Glasnik RS, br. 50/2012)



Slika 32. Relativna zastupljenost klasa kvaliteta vodotoka (u %), prema ukupnoj brojnosti aerobnih heterotrofnih bakterija, na području TSF-a tokom 2019. godine.

Prema rangovima graničnih vrednosti za analizirane mikrobiološke parametre i metodologiji dатој у Уредби о грађним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање (Уредба "Sl. glasnik RS", бр. 50/2012.), може се закључити да је током мониторинга 2019. године већина узорака површинских вода са одабраних локалитета TSF-а "Rakovica" (ознаке SP-1 – SP-4) била у другој класи квалитета (47,75%). Прва класа квалитета констатована је у укупно 4 узорка у 2019. години (25%).

У 25% узорака, констатована бројност индикаторских бактерија је била већа и у рangu треће класе, а најнеповољнији квалитет воде према микробиолошким параметрима, четврта класа, констатована је само у једном узорку воде са овог подручја (6,25%).

Prema добијеним вредностима анализираних микробиолошких параметара, 50% узорака који су скапљени са подручја TSF "Rakovica" (ознаке SM-1 до SM-13), припадало је другој класи (II), док је у 45,83% узорака, квалитет воде био у границима треће класе (III). Током 2019. године, висока бројност бактерија (четврта класа, 4,1%), забележена је у само једном узорку са овог подручја.

6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Monitoring kvaliteta površinskih voda na području budućeg jalovišta TSF Rakovica tokom 2019. godine sproveden je u okviru četiri kampanje i to u mrtu, junu, septembru i decembru. Ispitivanjima je obuhvaćeno 11 mernih lokacija, 5 izvora (SP-1, SP-2, SP-3, SP-4 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: ukupan fosfor, arsen i AOX;
- SP-2: AOX;
- SP-3: nitrati;
- SP-4: suspendovane materije i gvožđe;
- SP-5: rastvoreni kiseonik;
- SM-5: AOX;
- SM-9: mangan i
- SM-13: ukupan fosfor i bor.

Sadržaj kiseonika nije zadovoljavao uslove za II klasu voda tokom celog perioda ispitivanja u uzorku SP-5.

Na osnovu mikrobioloških parametara površinske vode na području budućeg jalovišta pripadaju uglavnom II klasi.

Analizom rezultata ispitivanja sumiran je ukupan kvalitet površinske vode na području budućeg jalovišta TSF Rakovica tokom 2019. godine. Za većinu ispitivanih lokacija uočen je relativno stabilan kvalitet vode.

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

PROGRAM MONITORINGA VODA NA PODRUČJU TSF

- IZVEŠTAJ ZA 2019. GODINU -

KNJIGA 3: MONITORING KVALITETA PODZEMNIH VODA



SADRŽAJ KNJIGE 3:

1	UVOD	2
1.1	Svrha i cilj monitoringa.....	2
1.2	Zakonska regulativa.....	2
2	LOKACIJE UZORKOVANJA.....	2
3	METODE UZORKOVANJA I ANALIZE	5
4	KONTROLA KVALITETA.....	6
4.1	Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara.....	6
4.1.1	Kontrola procesa uzorkovanja na terenu.....	7
4.1.2	Kontrola metoda ispitivanja - preciznost i tačnost laboratorijskog ispitivanja	9
5	REZULTATI MONITORINGA	13
5.1	Rezultati ispitivanja kvaliteta podzemne vode na području TSF	13
5.2	Uporedni pregled rezultata	15
6	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	17

1 UVOD

1.1 Svrha i cilj monitoringa

Svrha izveštaja o monitoringu kvaliteta podzemnih voda bila je da dâ sažet pregled svih aktivnosti izvršenih tokom monitoringa, da prikaže rezultate laboratorijskih ispitivanja i statističku analizu rezultata, kao i prikupljanje podataka neophodnih za ocenu promene kvaliteta podzemnih voda. Monitoring podzemnih voda na području TSF je neophodan jer pruža osnovu za određivanje kvaliteta podzemnih voda u posmatranom području. Monitoring podzemnih voda je sproveden u periodu od marta do decembra 2019. godine. Analiza kvaliteta podzemnih voda na području TSF može da obezbedi pregled stanja podzemnih voda, da omogući uspostavljanje osnova, identificuje potencijalne trendove u kvalitetu vode, kao i da olakša dugoročnu procenu efikasnosti pojedinih politika podzemnih voda.

1.2 Zakonska regulativa

U skladu sa planom monitoringa podzemnih voda, kvalitet podzemnih voda tokom 2019. godine definisan je u odnosu na:

- Zakon o vodama („Službeni glasnik RS“, br. 30/10, 93/12 i 95/18) i
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu ("Sl. glasnik RS", br. 30/2018 i 64/2019).

2 LOKACIJE UZORKOVANJA

Monitoring kvaliteta površinskih voda na području TSF tokom 2019. sproveden je kvartalno, u martu, junu, septembru i decembru.

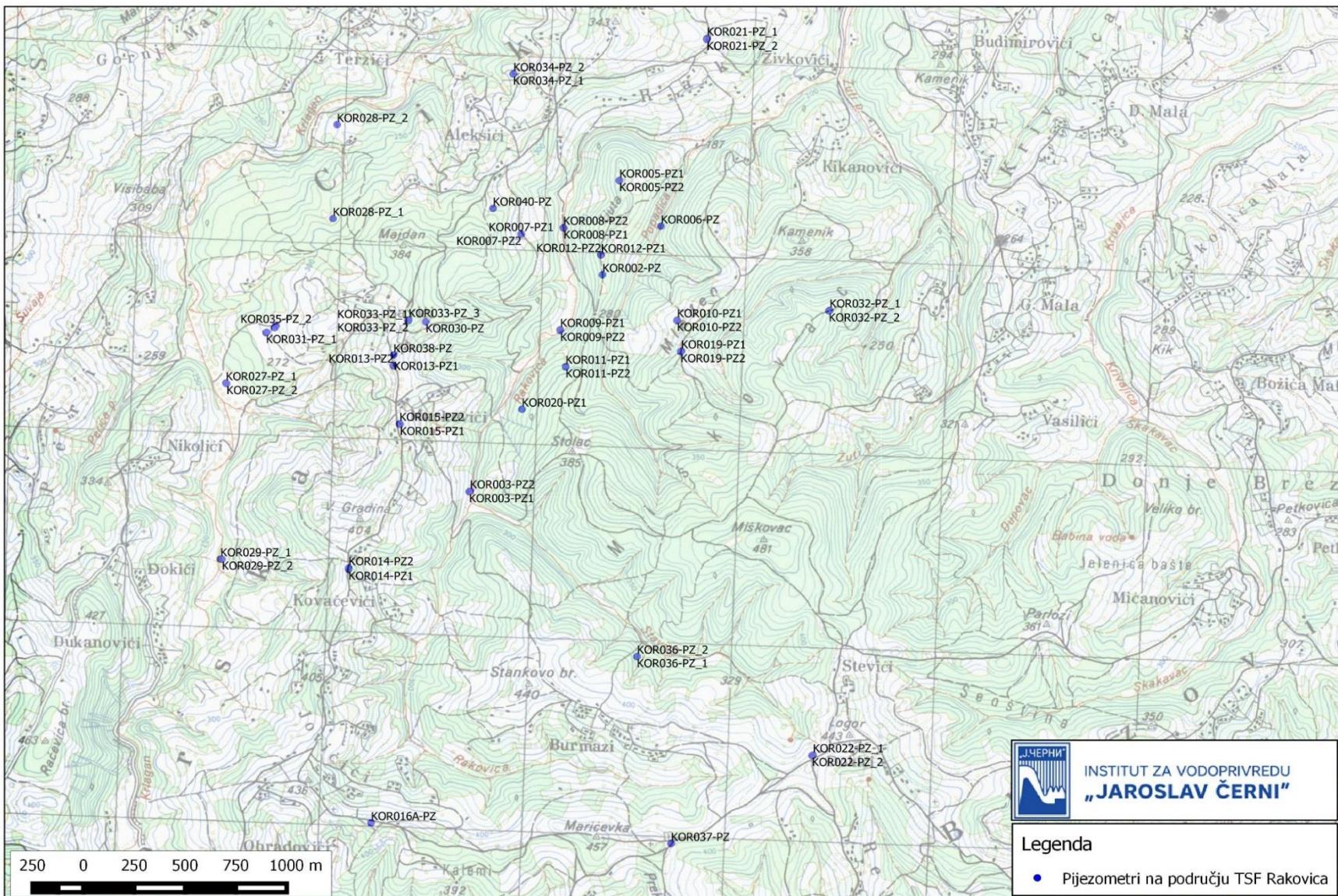
Lokacije pijezometara na području TSF prikazane su na slici 1. Programom monitoringa obuhvaćeno je 52 lokacije. Uzorkovanje podzemnih voda je izvršeno iz 45 pijezometra u martu, 45 u junu, 44 u septembru i 44 u decembru, sa ciljem određivanja sadržaja različitih analita i ispitivanja fizičko-hemijskih parametara kvaliteta podzemnih voda na datom području. Ni u jednoj kampanji tokom 2019. 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 razloga koji su opisani u Izveštajima o uzorkovanju, a dostavljeni su Klijentu nakon svakog ciklusa uzorkovanja.

Opis ispitivanih lokaliteta sa koordinatama dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Monitoring lokaliteti i koordinate na području TSF

Redni broj	Lokacija	Dubina pijezometra (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

Redni broj	Lokacija	Dubina pijezometra (m)	Dubina filter zone (m)	Koordinate	
				N	E
9	KOR008-PZ_1	48	35-45	4926120.04	6612099.89
10	KOR008-PZ_2	17	Jun-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-hemiske 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, izbacivanja jedne do dve zapremine sistema za uzorkovanje 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. Primjenjene analitičke metode i limiti kvantifikacije (LOQ) za sve parametre kvaliteta takođe su sumirani u tabeli 2.

Tabela 2. Analitičke metode, limiti kvantifikacije i referentne vrednosti

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije (LOQ)	Referentna vrednost*	Metoda
Temperatura vode	°C	0	-	SMEWW 21 st , 2550 B
pH	-	2	-	SMEWW 21 st , 4500-H ⁺ B
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	0,1	-	SMEWW 21 st , 2510 B
Rastvoreni kiseonik	mgO ₂ /l	0,1	-	SMEWW 21 st , 4500-O G
Amonijum jon (NH ₄)	mgN/l	0,02	-	Priročnik ¹ , P-V-2/B
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	0,005	-	SMEWW 21 st , 4500-NO2- B
Nitrati (NO ₃)	mgN/l	0,05	-	SMEWW 14 th , 419 D
Ukupan alkalitet	mg CaCO ₃ /l	5	-	SMEWW 21 st , 2320 B
Bikarbonati	mg/l	0	-	SMEWW 21 st , 2320 B
Karbonati	mg/l	0	-	SMEWW 21 st , 2320 B
Hloridi (Cl)	mg/l	0,5	-	SMEWW 21 st , 4500-Cl ⁻ C
Sulfati (SO ₄)	mg/l	2	-	US EPA 375.4: 1978
Ortofosfati	mgP/l	0,01	-	SMEWW 21 st , 4500-P E
Fluoridi	mg/l	0,05	-	Priročnik ¹ , P-V-15/B
Bromidi	mg/l	0,04	-	ISO 10304-1:1995
Cijanidi	mg/l	0,010	1,5	EPA 335:2:1980
Suspendovane materije	mg/l	1,5	-	SMEWW 21 st , 2540 D
Rastvorne materije (TDS)	mg/l	1	-	SMEWW 21 st , 2540 B
Hrom (VI)	mg/l	0,01	-	SMEWW 21 st , 3500-Cr B
Gvožđe (II)	mg/l	0,1	-	SMEWW 21 st , 3500-Fe B
Gvožđe (III)	mg/l	0,05	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kalcijum (Ca)	mg/l	1	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Magnezijum (Mg)	mg/l	0,25	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Natrijum (Na)	mg/l	0,05	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kalijum (K)	mg/l	0,05	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Gvožđe (Fe)	mg/l	0,005	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Mangan (Mn)	mg/l	0,005	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Cinc (Zn)	µg/l	2	800	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bakar (Cu)	µg/l	2	75	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Hrom (Cr)	µg/l	2	30	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Olovo (Pb)	µg/l	2	75	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)

Parametar	Jedinica	Limit kvantifikacije (LOQ)	Referentna vrednost*	Metoda
Nikl (Ni)	µg/l	2	75	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kadmijum (Cd)	µg/l	0,8	6	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Aluminijum (Al)	µg/l	40	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Arsen (As)	µg/l	10	60	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Živa (Hg)	µg/l	0,2	0,3	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Antimon (Sb)	µg/l	5	20	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Litijum (Li)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bor (B)	µg/l	10	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Barijum (Ba)	µg/l	2	625	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Silicijum (Si)	µg/l	10	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Molibden (Mo)	µg/l	4	300	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Selen (Se)	µg/l	10	160	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Stroncijum (Sr)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Kobalt (Co)	µg/l	2	100	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Berilijum (Be)	µg/l	5	15	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Telur (Te)	µg/l	0,0089	70	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Talijum (Ti)	µg/l	2	7	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
kalaj (Sn)	µg/l	2	50	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Vanadijum (V)	µg/l	2	70	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Srebro (Ag)	µg/l	2	40	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Bismut (Bi)	µg/l	2	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Galijum (Ga)	µg/l	0,0071	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Germanijum (Ge)	µg/l	0,0055	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Uran (U)	µg/l	0,0046	-	SMEWW 21 st , 3120 B (ICP)
Ukupan organski ugljenik (TOC)	mg/l	0,5	-	SMEWW 21 st , 5310C
Ukupni ugljovodonici (TPH)	mg/l	0,10	0,6	SRPS EN ISO 9377-2:2009

* Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu ("Sl. glasnik RS", br. 30/2018 i 64/2019), Prilog 2

4 KONTROLA KVALITETA

4.1 Kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara

Pouzdanost i kontrola kvaliteta (QA&QC) monitoringa podzemnih voda sa lokacije TSF sprovodi se u skladu za zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017.

Kriterijumi prihvatljivosti za QA&QC definisani su u laboratorijskim procedurama za uzorkovanje i ispitivanje, a u skladu sa Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, (SMEWW 21st) i Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.

Laboratorija "Jaroslav Černi" ima obučeno osoblje za uzorkovanje, in-situ merenja i fizičko-hemijska ispitivanja u laboratoriji u skladu sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017 a prema definisanim procedurama i uputstvima.

Metode ispitivanja prikazane su u tabeli 2.

U laboratoriji su uzorci ispitivani primenom ukupno 20 metode ispitivanja, a u ovom izveštaju obrađeni su podaci duplih merenja za 14 metoda fizičko-hemijskih ispitivanja. Četiri metode ispitivanja rade se kod ugovaračkih laboratorija.

4.1.1 Kontrola procesa uzorkovanja na terenu

Kvalitet procesa uzorkovanja kontroliše se na osnovu duplih uzoraka za koje se odredi relativna procentna razlika (RPD) za parametre tako da budu obuhvaćene sve tehnike ispitivanja (poddiscipline) u laboratoriji.

Monitoring kvaliteta podzemnih voda na području TSF obuhvatio je 44 mernih mesta, a za potrebe kontrole i potvrde kvaliteta uzorkovanja, uzorkovan je dupli uzorak na dve lokacije (KOR-007pz1 i KOR-036pz1) u skladu da procedurom obezbeđenje validnosti rezultata laboratorijskog ispitivanja.

Reproducibilnost uzorkovanja se može proveriti preko RPD vrednosti koja se određuje prema sledećoj jednačini:

$$\%RPD(LCDS)=100 \cdot \frac{[X_1 - X_2]}{\sqrt{[X_1 + X_2]}} \quad (\text{jed. 1})$$

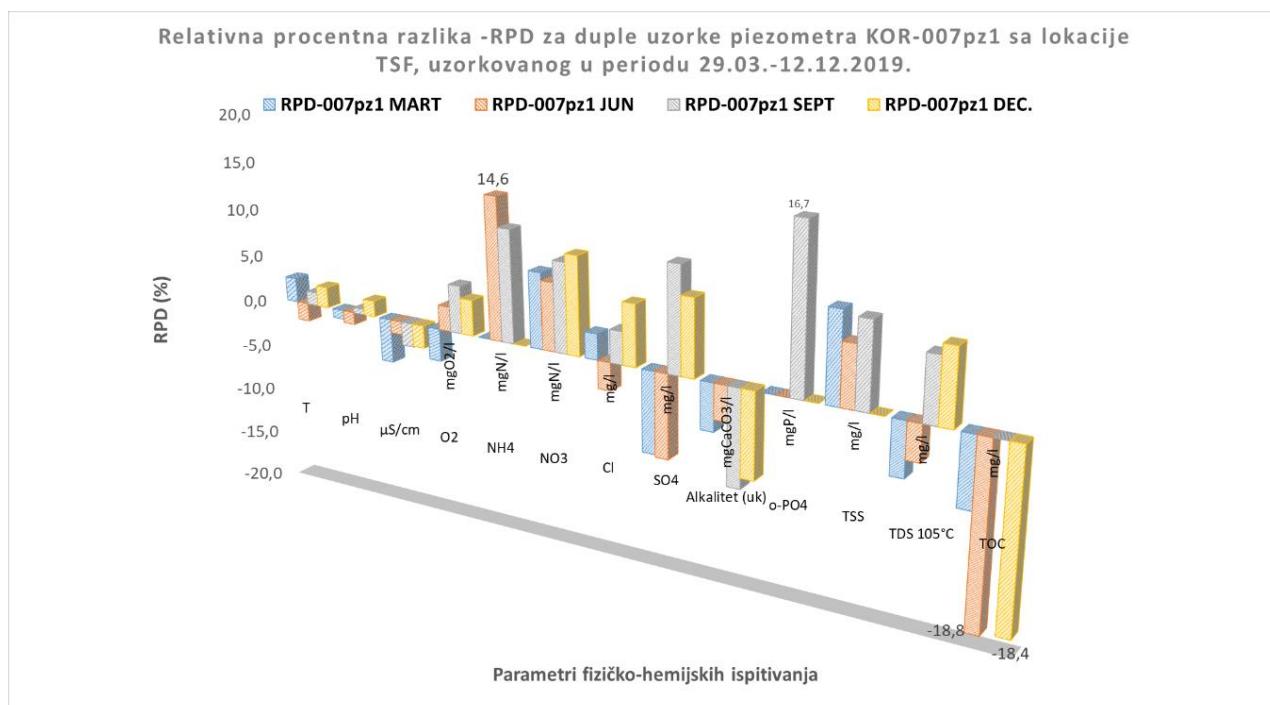
gde je:

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

Na osnovu RPD vrednosti uzorka podzemne vode pijeziometra KOR-007pz1 uzorkovanog u duplikatu (slika 2) u četiri kampanje u 2019. godini konstatiše se da maksimalna razlika između duplih uzorka je za parametar TOC i iznosi 18,4% i 18,8%, a nađena je za kampanje kada su izmerene vrednosti bile bliske limitu detekcije metoda (LoD): 0,87 mg/l i 1,05 mg/l za duplikat (kampanja juni 2019) i 0,94 mg/l i 1,13 mg/l za duplikat (kampanja decembar 2019.) LoD za metodu za određivanje ukupnog organskog ugljenika je $\leq 0,5$ mg/l.

Vrednost RPD bliska graničnoj vrednosti od 20% konstatovana je i za metodu za određivanje ortofosfata: 16,7% (kampanja septembar 2019.) takođe zbog toga što je izmerena vrednost (0,013 mgP/l) i vrednosti duplikata (0,011 mgP/l) na samoj granici LoD metode za ortofosfate ($\leq 0,01$ mgP/l).

Sa aspekta ispunjenosti kriterijuma RPD od $\pm 20\%$ može se konstatovati da je pozdanost uzorkovanja podzemnih voda sa područja TSF zadovoljavajuća.



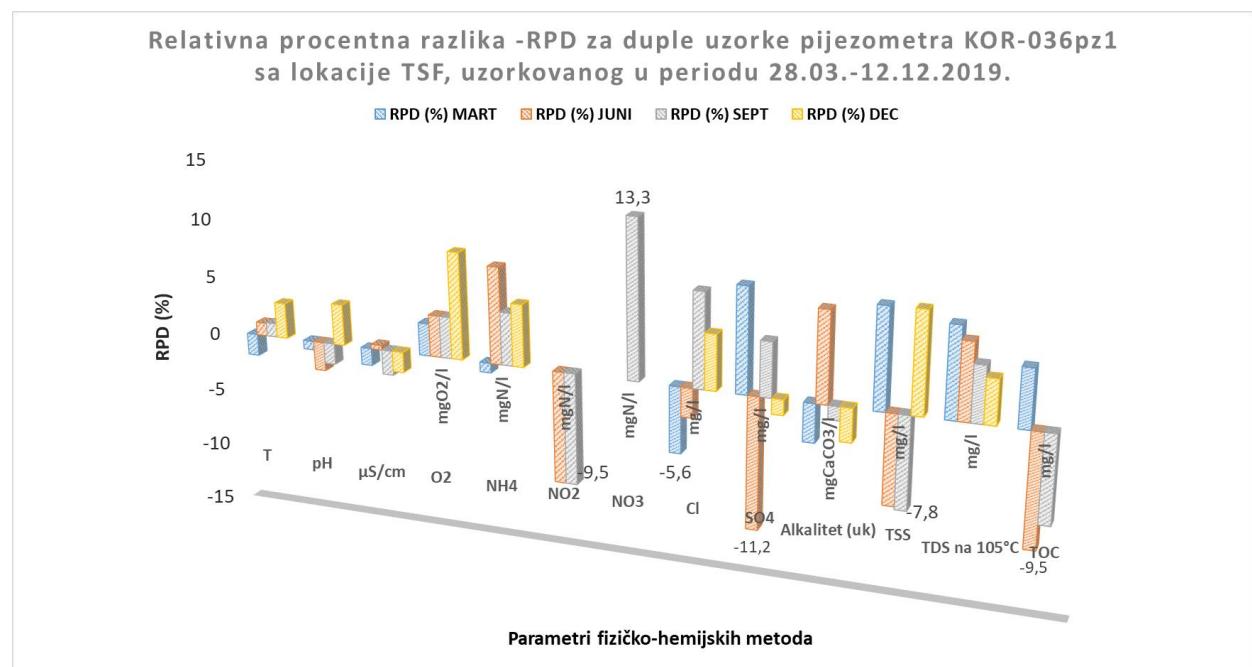
Slika 2. Relativna procentna razlika (RPD %) duplih uzoraka podzemnih voda – pijeziometar KOR-007pz1 sa područja TSF, uzorkovanih u periodu 28.03.-11.12.2019.

Metode ispitivanja grupisane su u sledeće poddiscipline – tehnike (tabela 3): elektrohemiske (EL.HEMA), volumetrija (VOL), gravimetrija (GRAV), UV-VIS, UV-persulfatna oksidacija (TOC), ICP-OES (metali).

Tabela 3. Metode ispitivanja Laboratorije "Jaroslav Černi" po tehnikama (poddisciplinama)

Tehnika laboratorijskog ispitivanja	Metoda ispitivanja	Kriterijum prihvatljivosti
Senzorska	Temperatura vode	RPD ≤ 4%
EL.HEMA.	pH Provodljivost Rastvoreni kiseonik	
VOL.	Hloridi Alkalitet	
GRAV	TDS (ukupni isparni ostatak) na 105°C TSS (ukupne suspendovane)	
TURB	Sulfati	RPD ≤ 20%
UV-VIS	Amonijum-jon Nitriti ortofosfati	
UV-persulfatna oksidacija	TOC	
ICP-OES	metali	

Na slici 3 prikazane su RPD-vrednosti za profil KOR-036pz1, dubina uzorkovanja oko 310 m. Najveća vrednost za relativnu peocentu razliku duplih uzoraka je 13,3% za metodu ispitivanja - nitriti čije su vrednosti bile na samoj granici limita detekcije metode (oko 0,005 mgN/l). RPD vrednosti duplih uzoraka za ostale parametre variraju najviše do 10%.



Slika 3. Relativna procentna razlika (RPD %) duplih uzoraka podzemnih voda – piezometar KOR-036pz1 sa područja TSF, uzorkovanih u periodu 28.03.-12.12.2019.

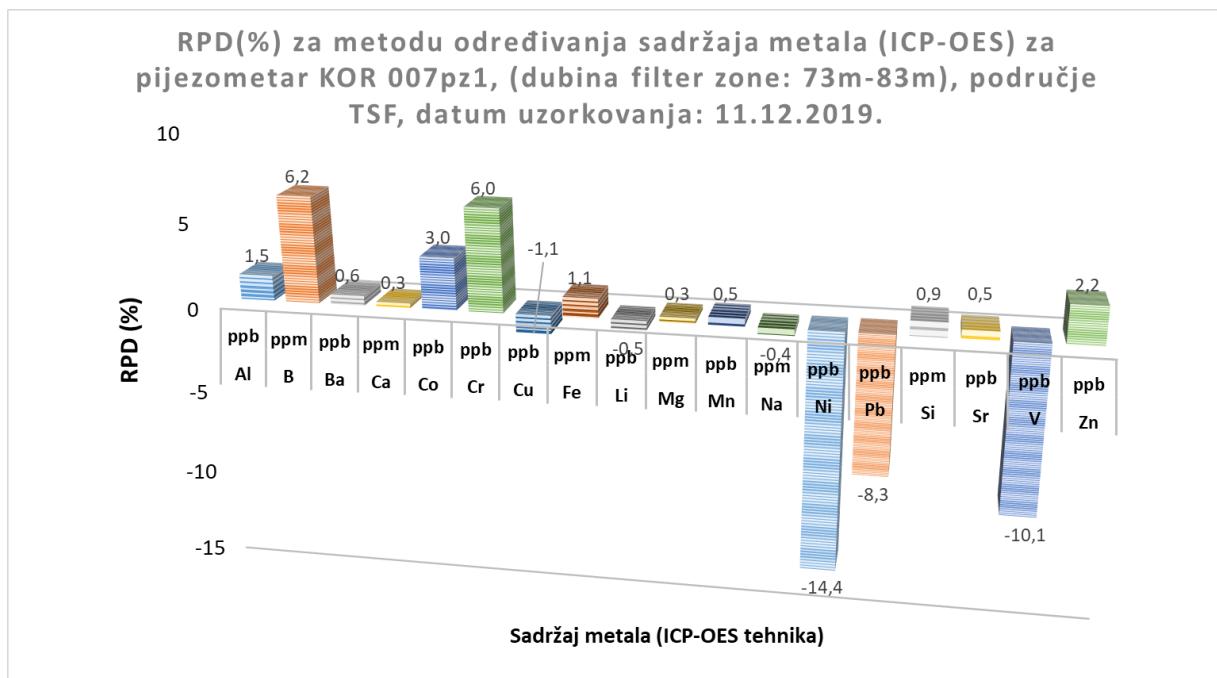
Sa aspekta ispunjenosti kriterijuma RPD od ±20% može se konstatovati da je pozdanost uzorkovanja podzemnih voda sa područja TSF zadovoljovajuća.

4.1.2 Kontrola metoda ispitivanja - preciznost i tačnost laboratorijskog ispitivanja

Preciznost metode ispitivanja proverava se duplim merenjima koja se sprovode za svaku sekvencu od dvadeset uzoraka odnosno jednom ukoliko je broj uzoraka u sekvenci manji. Ocena preciznosti određuje preko RPD (jed.1.).

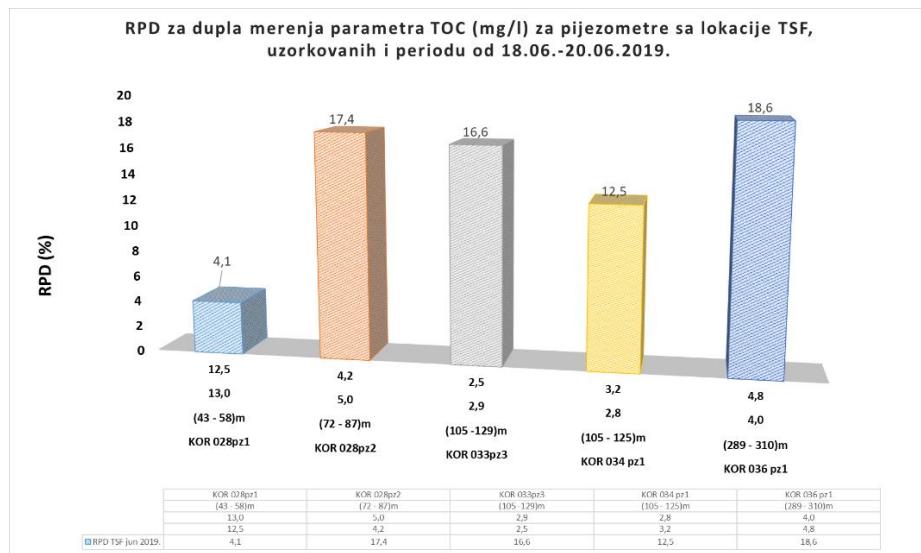
Na slici 4 prikazana je ocena preciznosti za poddisciplinu ICP-OES – određivanje sadržaja metala, preko RPD-vrednosti (%) uzorka podzemne vode iz pijezometra KOR-007pz1, dubina filter zone (73-83)m, područje TSF, datum uzorkovanja 11.12.2019.

RPD vrednosti uzorka iz pijezometra KOR-007pz1 za ispitivane metale kreću se oko 6% (slika 4) osim za olovo (-8,3%), vanadijum (-10,1%) i nikl (-14,4%) i može se konstatovati da je preciznost metoda za određivanje sadržaja ukupnih metala (SMEWW 21st 3120 B) sasvim zadovoljavajuća, maksimalna RPD ne prelazi 15% (kriterijuma prihvatljivosti RPD=±20%).



Slika 4. Relativna procentna razlika (RPD %) za sadržaj metala (ICP-OES), dupli uzorak iz pijezometra sa profila KOR-007pz1 sa područja TSF, uzorkovan 11.12.2019.

Na slici 5 prikazan je primer ocene preciznosti za metodu određivanja ukupnog organskog ugljenika - TOC. (SMEWW 21st 5310 C). Za duple uzorke birani su pijezometri sa značajnjim sadržajem TOC-a (kojih je bilo jako malo), a koji su bili interesantni za poređenje, ali i proveru preciznosti merenja.



Slika 5. Relativna procentna razlika (RPD %) za metodu TOC- određivanja ukupnog organskog ugljenika (UV-persulfatna oksidacija) duplih uzoraka podzemnih voda sa lokacije TSF, uzorkovanih u periodu 18.06.-20.06.2019.

RPD-vrednosti variraju od 12,45% (KOR-034pz1) do 18,6% (KOR-036pz1) sa izuzetkom KOR-028pz1 za koji je određena najmanja RPD vrednost od 4,1%. Na slici 4 date su i dubine filter zone pijezometara za koja su rađena dupla merenja TOC-a i konstatuje se da pijezometri slične dubine filter zone imaju slične varijacije za parametar TOC kod ponovljenih merenja.

S obzirom da vrednosti RPD za dupla merenja za parametar TOC za ispitane pijezometre ne prelaze $\pm 20\%$ može se konstatovati da je preciznost metode SMEWW21st 5310C pod kontrolom i da su rezultati merenja pouzdani.

Ocena tačnosti metoda ispitivanja sprovodi se merenjem "rikaverija" RM (referentnog materijala), CRM (sertifikovani referentni materijal) odnosno RM-PT (referentnog materijala - ostatka od PT-šeme).

"Rikaveri" CRM ili RM-PT određuje se prema sledećoj jednačini:

$$\%R(recovery) = 100 \cdot \frac{[X_{measured}]}{[X_{actual}]} \quad (\text{jed. 2})$$

$X_{measured}$ – izmerena vrednost uzorka

X_{actual} – tačna vrednost uzorka (CRM,RM)

Primer provere tačnosti merenja i potvrde rezultata na osnovu praćenje uzorka ostatka od PT-šeme RM-PT BIPEA-34, sample 30-0234-0192 parametre iz poddiscipline volumetrija i UV-VIS respektivno: KMnO₄ i ukupni fosfor (tabele 4 i 5).

Tabela 4. Kontrola i potvrda tačnosti merenja za volumetrijske metode: utrošak KMnO₄

Metoda	PT assigned value (mg/l)	Lab.JČ value (mg/l)	R(%)	z-score	Kriterijum prihvatljivosti
KMnO ₄	12,39	14,84	119,8	0,77	R: 80-120%
		12,47	100,6	0,03	
		13,02	105,1	0,20	
		14,20	114,61	0,57	
		12,80	103,65	0,13	
			100,6	0,03	
MIN value			114,6	0,57	
MAX value					

Referenti materijal RM-PT meren je na dnevnom nivou na početku sekvence merenja uzoraka podzemnih voda sa područja TSF u septembarskoj kampanji.

Tabela 5. Kontrola i potvrda tačnosti merenja za UV-VIS metode: ukupni fosfor (mgP/l)

Metoda	PT assigned value (mgP/l)	Lab.JČ value (mg/l)	R(%)	z-score	Kriterijum prihvatljivosti
Ukupni fosfor	0,409	0,382	93,4	-0,77	
Sdpa 0,035		0,449	109,8	1,14	
		0,371	90,7	-1,09	
		0,432	105,6	0,66	
		0,355	86,8	-1,54	R: 80-120%
MIN value			86,8	-1,54	
MAX value			109,8	1,14	

Podaci iz tabele 4 i 5 pokazuju da je tačnost metode za utrošak KMnO₄ u opsegu 100,6% – 114,6%, a metode za određivanje ukupnog fosfora 86,8%-109,8% i isti su u okviru prihvatljivog kriterijuma za tačnost za ispitani koncentracioni nivo (mg/l): 80-120%.

Metode ispitivanja koje su korišćene za ispitivanje uzoraka sa područja TSF potvrđene su periodičnim učešćem u međunarodnim međulaboratorijskim ispitivanjima (PT-šeme) kod ovlašćenih provajdera, a rezultati učešća dati su u tabeli 6.

Rezultati z-score grupisani su za svaku tehniku ispitivanja – izračunata je srednja vrednost z-score (apsolutne vrednosti) za metode koje pripadaju datoj poddisciplini a koje su bile prijavljene u 2018. i 2019.godini. (sl.5.)

z-score se računa prema jednačini:

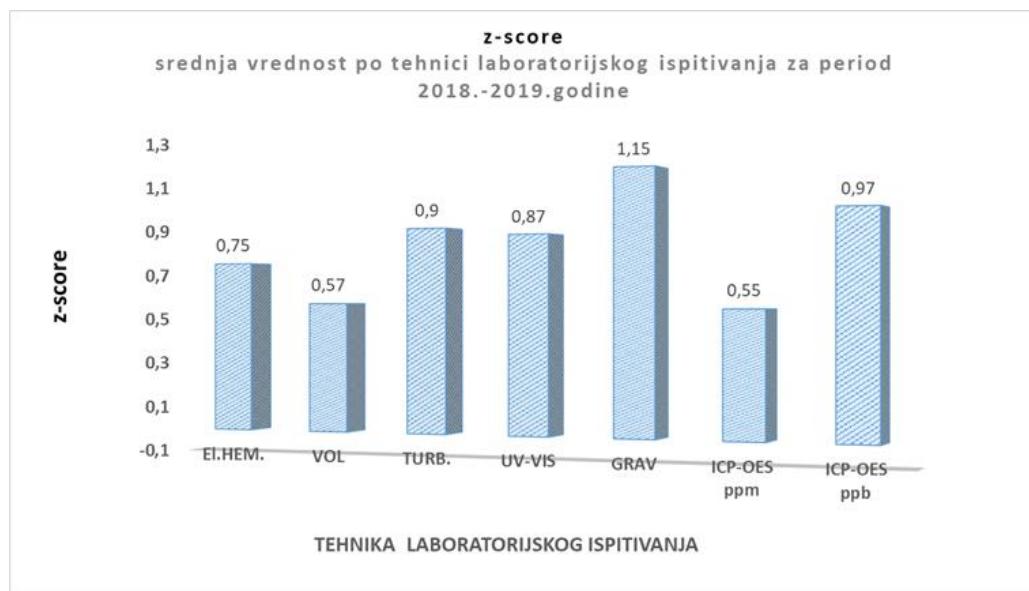
$$z - score = \frac{(X_{lab} - X_{PT})}{SDPA} \quad (\text{jed.3.})$$

gde je:

X_{lab}-izmerena vrednost u laboratoriji

X_{PT}-vrednost PT šeme – dodeljena vrednost (podatak iz izveštaja PT provajdera)

sdpa-standardna devijacija PT-šeme (podatak iz izveštaja PT provajdera)



Slika 6. z-score – srednja vrednost po tehnici (poddisciplini) za period 2018 - 2019.godine

Na osnovu slike 5. može se konstatovati da je z-score>1 samo za tehniku gravimetrija (prijavljene 3 metode) i iznosi 1,15. Ostale tehnike ispitivanja u laboratoriji imaju srednju

vrednost z-score <1 i ukazuje na visok stepen pouzdanosti rezultata laboratorijskog ispitivanja koja se sprovode u laboratoriji „Jaroslav Černi“.

Tabela 6. Učešće na međunarodnim laboratorijskim ispitivanjima-PT-šema period 2016 - 2019.g. Kriterijum (z-score ≤ ±3)

Datum	PT provajder	Metod	Analit	Lab. vrednost	PT-vrednost	z-score
20.05.2016 .	LGC-PT AQ504 sample 5G Toxic metals in water	ICP-OES	Cd	2,4	2,59	-0,73
			Pb	22,8	28,0	-2,48
			Ni	12,6	15,4	-1,82
			As	10,2	9,0	1,33
			Sb	2,10	2,2	-0,4
			Hg	2,12	2,73	-2,23
			Co	5,6	5,25	0,44
			V	4,7	4,81	-0,15
			Cr	13,3	13,25	0,03
			Mo	19,7	21,2	-0,71
			Sn	13,6	18,2	-1,05
21.12.2017	PT-LGC AQ 537	Elektrohemija	BPK5	4,80	4,56	0,53
	BIPEA34a sample 27 0234		Provodljivost uS/cm	645	662	-1,05
	BIPEA-34a sample 10 1734		pH	8,1	8,0	0,67
2018	BIPEA-34a sample 27 0234	Volumetrija	Hloridi (mg/l)	26,9	26,2	0,64
	BIPEA-34a sample 10 1734		KMnO ₄ (mg/l)	14,00	12,87	0,29
	BIPEA-34a sample 27 0234		NO ₃ ⁻ (mg/l)	29,6	28,3	1,08
	BIPEA-34a sample 27 0234		NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,25	0,26	-0,33
	BIPEA-34a sample 27 0234		boja	17	17	0
	BIPEA-34a sample 10 1734	UV-VIS	NH4 ⁺ (mg/l)	0,16	0,12	2
	BIPEA-34a sample 10 1734		Ukupni P (mg/l)	0,136	0,125	0,92
	BIPEA-34a sample 27 0234		Mutnoća (NTU)	58	51,5	0,74
	BIPEA-34a sample 10 1734		SO ₄ ²⁻ (mg/l)	25,1	23,4	1,06
	BIPEA-34a sample 27 0234		ICP-OES	Si (mg/l)	11,5	11,5
	BIPEA-34a sample 27 0234		ICP-OES	Na (mg/l)	9,9	10,6
	BIPEA-34a sample 10 1734		ICP-OES	Ca (mg/l)	93,9	98
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		Sb (ppb)	36,4	41	-1,15
			As (ppb)	22,5	23	-0,25
			Ba (ppb)	117,4	124	-1,10
			Be (ppb)	50,14	56	-1,47
			B (ppm)	0,072	0,083	-1,38
			Cd (ppb)	2,36	2,6	-1,20
			Co (ppb)	78,8	81	-0,55
			Cu (ppb)	84,3	82	+0,46
			Mn (ppb)	24,0	28,0	-2,00
			Mo (ppb)	25,1	27	-0,95
			Ni (ppb)	77,4	81	-0,72
			P (ppb)	370	346	0,77
			Pb (ppb)	48	54	-1,5
			Se (ppb)	38	45	-0,88
2019	BIPEA-34 sample 09-3734-0064		Sr (ppb)	420	382	2,00
			V (ppb)	21,7	22	-0,15
			Zn (ppb)	79	91	-1,71
			Al (ppb)	22	16	1,5
			As (ppb)	1,9	1,8	+0,5
			Co (ppb)	3,11	3,3	-0,95
			Cu (ppb)	3,5	4,1	-0,86
2019	BIPEA-34 sample 09-3434-0049		Li (ppb)	5,7	6,0	-0,50
			Ni (ppb)	8,8	8,7	+0,14
			V (ppb)	6,8	7,4	-1,20
			Zn (ppb)	15,6	17	-0,70
2019	BIPEA-34 sample 09-3434-0049		Ag (ppb)	32	36	-0,50

5 REZULTATI MONITORINGA

Godišnji program monitoringa kvaliteta podzemnih voda za 2019. godinu, kojim je obuhvaćeno 55 pijezometara, sproveden je od marta do decembra 2019. godine. Sveobuhvatna procena kvaliteta vode je izvršena na osnovu merenja pokazatelja kvaliteta podzemne vode na području TSF tokom 2019. godine.

Uzorci iz svih pijezometara analizirani su na sadržaj velikog broja katjona i anjona, nutrijenata, sadržaj organske materije i metale. Rezultati ispitivanja u okviru monitoringa za 2019. godinu sažeti su za sve analizirane uzorce podzemne vode na području TSF.

Laboratorijski izveštaji o ispitivanju dostavljeni su Klijentu za sva četiri ciklusa ispitivanja u 2019. godini.

5.1 Rezultati ispitivanja kvaliteta podzemne vode na području TSF

Vrednosti pH bile su u intervalu od 6,06 do 12,84. Najviše pH vrednosti ustanovljene su u pijezometru KOR036 PZ1 i iznosile su 12,11 u martu, 12,49 u junu, 12,28 u septembru i 12,84 u decembru.

Vrednosti elektrolitičke provodljivosti znatno su varirale i kretale su se od 280 µS/cm do 7411 µS/cm. Najveća prosečna vrednost elektroprovodljivosti, 7265 µS/cm, izmerena je u pijezometru KOR036 PZ1.

Koncentracije hlorida varirale su od 0,54 mg/l do 27,9 mg/l, a koncentracije sulfata obuhvatale su opseg od 3,42 mg/l do 1064 mg/l. Prosečne vrednosti sulfata su se kretale od 4,6 mg/l do 674,2 mg/l. Najveće koncentracije sulfata ustanovljene su u pijezometru KOR011 PZ2 i bile su u intervalu od 347,6 mg/l do 1064 mg/l.

Bikarbonati i karbonati su varirali u širokom opsegu koncentracija. Bikarbonati nisu detektovani u 5 od ukupno 45 pijezometara. Najviša prosečna koncentracija bikarbonata, 1224 mg/l, ustanovljena je u pijezometru KOR009 PZ2. Karbonati nisu detektovani u 33 uzorku podzemne vode. Najveća prosečna vrednost karbonata zabeležena je u uzorku KOR036 PZ1 i iznosila je 398,6 mg/l.

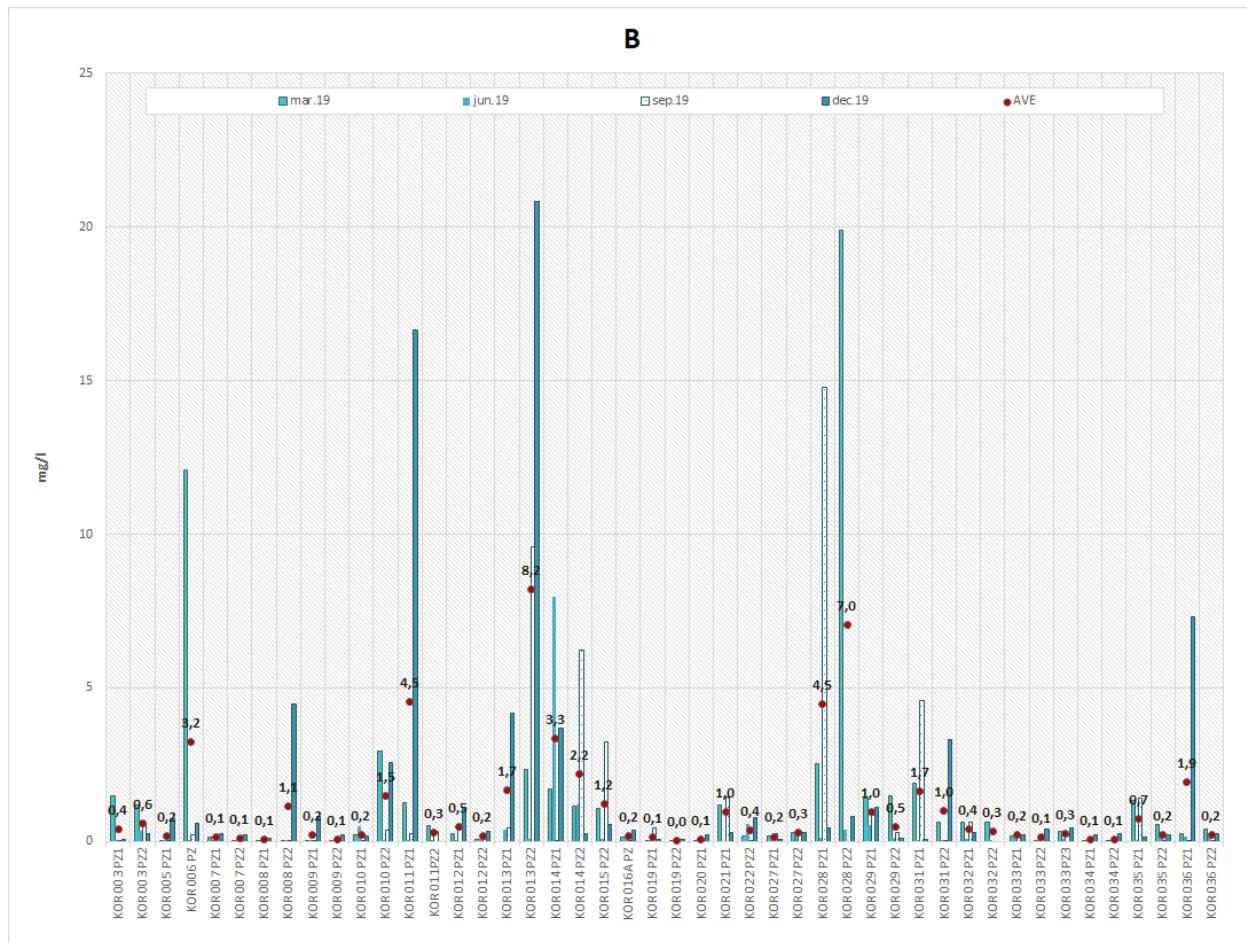
Ukupni ugljovodonici su bili ispod limita kvantifikacije primenjene analitičke metode u svim ispitivanim uzorcima.

Koncentracije metala su bile generalno niske za većinu uzoraka podzemne vode na području TSF, izuzev povišenih vrednosti bora i litijuma u pojedinim pijezometrima.

Koncentracije arsena su u analiziranim uzorcima podzemne vode obuhvatale opseg od vrednosti ispod limita kvantifikacije (LOQ) do 108,4 µg/l. Arsen nije detektovan u 24 od ukupno 45 pijezometara. Najviše prosečne vrednosti arsena zabeležene su u pijezometrima KOR028 PZ1 (43,15 µg/l), KOR028 PZ2 (43,83 µg/l) i KOR033 PZ2 (39,55 µg/l).

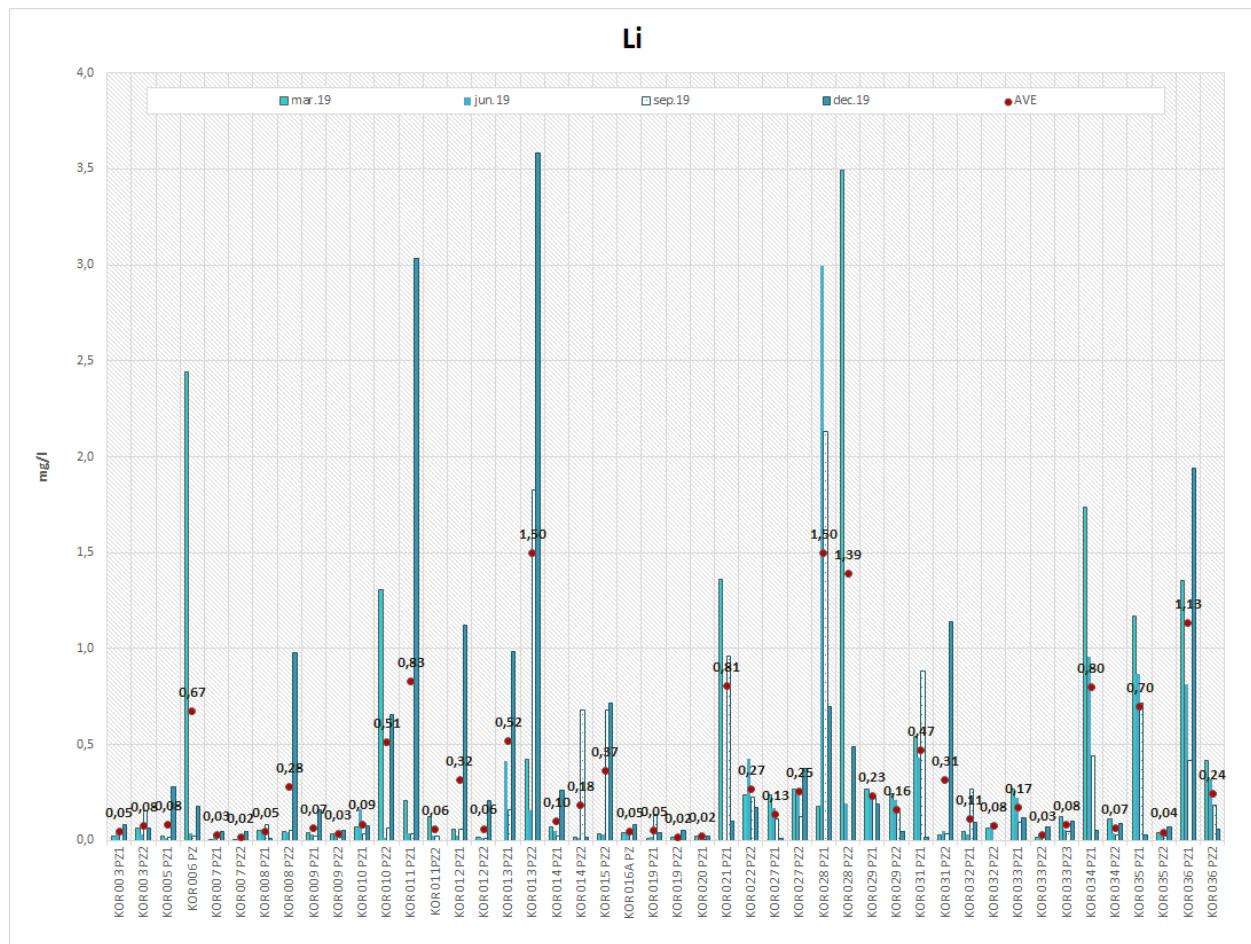
Živa je bila ispod limita kvantifikacije u svim uzorcima izuzev KOR034 PZ1, gde je zabeležena vrednost od 0,6 µg/l in junu 2019. godine.

U pogledu sadržaja bora u podzemnoj vodi na području TSF uočene su sporadične promene koncentracija na pojedinim pijezometrima. Najviše vrednosti u okviru četiri ciklusa ispitivanja zabeležene su na lokacijama KOR013 PZ2 (20,84 mg/l) u decembru, KOR028 PZ2 (19,90 mg/l) u martu i KOR011 PZ1 (16,66 mg/l) u decembru 2019. Prosečne godišnje koncentracije bora bile su u opsegu od 0,03 mg/l do 8,21 mg/l. Na slici 7 prikazan je sadržaj bora u podzemnoj vodi na području TSF.



Slika 7. Koncentracija bora u pijezometrima na području TSF

Slično, koncentracije litijuma su težile većim vrednostima u istim pijezometrima u kojima je i II sadržaj bora bio visok. Maksimalna vrednost litijuma 3,58 mg/l ustanovljena je u pijezometru KOR013 PZ2 u decembru 2019 (slika 8). Prosečne godišnje vrednosti litijuma obuhvatale su interval od 0,02 mg/l do 1,50 mg/l.



Slika 8. Koncentracija litijuma u pijezometrima na području TSF

5.2 Uporedni pregled rezultata

Sumarni rezultati ispitivanja podzemne vode na području Jadar tokom 2019. godine sažeti su u tabeli 7.

Sumarni rezultati analiziranih parametara kvaliteta, broj detektovanih analita, minimalne i maksimalne detektovane vrednosti za pijezometre na području TSF prikazani su u tabeli 8.

Tabela 7. Sumarni rezultati monitoringa podzemnih voda na području TSF tokom 2019. godine

	Područje Jadar				Ukupno
	Mart	Jun	Septembar	Decembar	
Broj pijezometara	45	45	44	44	178
Broj analiza	2565	2565	2508	2508	10146

Tabela 8. Sumarni rezultati analize podzemne vode u ostalim pijezometrima na području Jadar tokom 2019. godine

Analit	Jedinica	Broj detektovanih vrednosti	Minimalna detektovana vrednost	Maksimalna detektovana vrednost
In situ parametri				
Temperatura vode	°C	178	6,7	22,8
pH	-	178	6,06	12,84
Elektrolitička provodljivost	µS/cm	178	280	7411
Rastvoren i kiseonik	mgO ₂ /l	178	0,27	8,79
Neorganske komponente				
Amonijum ion (NH ₄)	mgN/l	135	0,05	5,57
Nitriti (NO ₂)	mgN/l	63	0,005	0,335
Nitrati (NO ₃)	mgN/l	118	0,06	3,48
Ukupan alkalitet	mg CaCO ₃ /l	178	50,5	3276,
Bikarbonati	mg/l	151	61,6	3996,7
Karbonati	mg/l	36	4,8	1380,0
Hloridi (Cl)	mg/l	178	1,3	73,9
Sulfati (SO ₄)	mg/l	178	1,1	1064,0
Ortofosfati	mgP/l	56	0,010	1,082
Fluoridi	mg/l	13	0,07	0,52
Bromidi	mg/l	0	-	-
Cijanidi	mg/l	0	-	-
Suspendovane materije	mg/l	138	1,5	273,5
Rastvorne materije (TDS)	mg/l	178	141	4748
Metali				
Hrom (VI)	mg/l	0	-	-
Gvožđe (II)	mg/l	146	0,10	6,54
Gvožđe (Fe)	mg/l	170	0,04	58,17
Kalcijum (Ca)	mg/l	178	1,1	215,9
Magnezijum (Mg)	mg/l	176	0,01	63,69
Natrijum (Na)	mg/l	178	0,94	142,07
Kalijum (K)	mg/l	178	0,5	266,3
Mangan (Mn)	mg/l	176	0,005	4,51
Cink (Zn)	µg/l	152	2,1	1122,5
Bakar (Cu)	µg/l	81	2,0	64,1
Hrom (Cr)	µg/l	72	2,0	32,9
Olovo (Pb)	µg/l	102	2,1	134,0
Nikl (Ni)	µg/l	108	2,0	277,2
Kadmijum(Cd)	µg/l	0	-	-
Aluminijum (Al)	µg/l	129	41,3	5352,0
Arsen (As)	µg/l	40	11,6	108,4
Živa (Hg)	µg/l	1	0,6	0,6
Antimon (Sb)	µg/l	55	5,0	58,7
Litijum (Li)	mg/l	178	0,003	3,58
Bor (B)	mg/l	161	0,01	20,84
Barijum (Ba)	µg/l	178	10,1	2081,2
Silicijum (Si)	µg/l	178	0,7	90,2
Molibden (Mo)	µg/l	38	2,1	63,3
Selen (Se)	µg/l	0	-	-
Stroncijum (Sr)	µg/l	178	80,3	15325
Kobalt (Co)	µg/l	35	2,3	77,1
Berilijum (Be)	µg/l	1	6,8	6,8
Telur (Te)	µg/l	130	0,009	0,320
Talijum (Tl)	µg/l	69	2,0	23,2
Kalaj (Sn)	µg/l	13	2,2	7,5
Vanadijum (V)	µg/l	65	2,1	30,0
Srebro (Ag)	µg/l	0	-	-
Bismut (Bi)	µg/l	92	2,1	28,8
Galijum (Ga)	µg/l	178	0,20	30,30
Germanijum (Ge)	µg/l	169	0,01	8,96
Uran (U)	µg/l	174	0,005	12,05
Neorganske komponente				
Ukupni organski ugljenik (TOC)	mg/l	146	0,5	131,7
Ukupni ugljovodonici (TPH)	mg/l	0	-	-

6 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

U ovom izveštaju je na osnovu rezultata fizičko-hemijskih ispitivanja podzemnih voda na području TSF rezimiran kvalitet vode za period od marta do decembra 2019. godine.

Povremeno su uočene varijacije sadržaja pojedinih metala u analiziranim uzorcima podzemne vode, prvenstveno bora i litijuma.

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

PRILOG:

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



Акредитационо тело Србије

Accreditation Body of Serbia



Београд

Belgrade

додељује
awards

01664

СЕРТИФИКАТ О АКРЕДИТАЦИЈИ

Accreditation Certificate

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

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД
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

01.11.2019.

Акредитација важи до
Date of expiry

03.12.2020.



Acting Director
prof. Aco Janićević, 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

Ознака предмета/File Ref. No.:

2-01-435

Важи од/

Valid from:

01.11.2019.

Замењује Обим од:

Replaces Scope dated:

17.01.2019.

Датум прве акредитације/
Date of initial accreditation: 04.12.2012.

ОБИМ АКРЕДИТАЦИЈЕ

Scope of Accreditation

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

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД

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*





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Детаљан обим акредитације/Detailed description of the scope

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)	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 21 st метода 5910 B
		Одређивање боје (UV-VIS спектрофотометрија)	(1-500) Co-Pt	SMEWW 21 st метода 2120 C
		Одређивање силиката (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,1-10) mg/l	SMEWW 21 st 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)	(0,05-1) mg N/l	Приручник ¹⁾ метода P-V-2/B
		Одређивање нитрата (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,05-2) mg N/l	DMJČ-052
		Одређивање нитрита (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,005-0,06) mg N/l	SMEWW 21 st метода 4500-NO ₂ B
		Одређивање ортофосфата (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,01-0,30) mg P/l	SMEWW 21 st метода 4500-P E
		Одређивање укупног фосфора (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,01-1,30) mg P/l	DMJČ-051
		Одређивање шестовалентног хрома (UV-VIS спектрофотометрија)	(10-100) µg/l	SMEWW 21 st метода 3500-Cr B
		Одређивање двовалентног гвожђа (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,1-3,5) mg/l	SMEWW 21 st метода 3500-Fe B
		Одређивање хемијске потрошње кисеоника (HPK) (UV-VIS спектрофотометрија)	>10 mg/l O ₂	SMEWW 21 st метода 5220 D
		Одређивање фенола (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,001-0,1) mg/l	SMEWW 21 st метода 5530 C



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мул 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 анјонских детерцената (UV-VIS спектрофотометрија)	(0,02-2) mg/l	SMEWW 21 st метода 5540 C
		Одређивање резидуалног (укупног) хлора (волуметрија)	(0,05-10) mg/l	SMEWW 21 st метода 4500-Cl B
		Одређивање алкалитета, карбоната и бикарбоната (волуметрија)	(5-500) mg CaCO ₃ /l	SMEWW 21 st метода 2320 B
		Одређивање укупне и карбонатне тврдоће (волуметрија)	(2-900) mg CaCO ₃ /l	SMEWW 21 st метода 2340 C
		Одређивање садржаја калцијума (волуметрија)	Ca: (1-1000) mg/l	SMEWW 21 st метода 3500-Ca B
		Одређивање садржаја угљен-диоксида у води (волуметрија)	>1 mg/l	SMEWW 21 st метода 4500-CO ₂ C
		Одређивање потрошње калијум перманганата (волуметрија)	(0,05-30) mg/l	Приручник ¹⁾ метода P-IV-9a
		Одређивање хлорида (волуметрија)	(0,5-150) mg/l Cl ⁻	SMEWW 21 st метода 4500-Cl ⁻ C
		Одређивање амонијака после дестилације (волуметрија)	(1-100) mg N/l	DMJČ-049
		Одређивање садржаја водоник-сулфида (волуметрија)	>0,2 mg/l	SMEWW 21 st метода 4500-S ²⁻ F
		Одређивање азота по Kjeldahl-y (волуметрија)	>2 mg N/l	DMJČ-053
		Одређивање остатка суспендованих материја на 105°C (гравиметрија)	>1,5 mg/l	SMEWW 21 st метода 2540 D
		Одређивање остатка после испаравања на 105°C (гравиметрија)	>1 mg/l	SMEWW 21 st метода 2540 B

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мул 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 губитка жарењем на 550°C (гравиметрија)	>10 mg/l	SMEWW 21 st метода 2540 E
		Одређивање остатка после испаравања на 180°C (гравиметрија)	>1 mg/l	SMEWW 21 st метода 2540 C
		Одређивање концентрације водоникових јона-pH (електрохемија)	2-12	SMEWW 21 st метода 4500-H ⁺ B
		Одређивање електролитичке проводљивости (електрохемија)	(0,1-10 000) µS/cm	SMEWW 21 st метода 2510 B
		Одређивање биохемијске потрошње кисеоника (BPK ₅) (електрохемија)	>0,1 mg/l O ₂	SMEWW 21 st метода 5210 B
		Одређивање садржаја кисеоника (електрохемија)	(0,1-20) mg/l O ₂	SMEWW 21 st метода 4500-O G
		Одређивање % засићења кисеоником (електрохемија)		SMEWW 21 st метода 4500-O G
		Одређивање мутноће воде (турбидиметрија)	0-1000 NTU	SMEWW 21 st 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 21 st метода 2550 B
		Одређивање таложних материја по Imhoff-y	(0,7-1000) ml/l	SMEWW 21 st метода 2540 F
		Одређивање садржаја магнезијума (рачунска метода)	Mg: (0,25-1000) mg/l	SMEWW 21 st метода 3500-Mg B



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мул 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 сребра, бора, калцијума, кадмијума, хрома, бакра, гвожђа, калијума, магнезијума, мангана, натријума и никла (ICP)	Ag (20-2000) µg/l B (20-1000) µg/l Ca (1-200) mg/l Cd (2-1000) µg/l Cr (2-1000) µg/l Cu (2-1000) µg/l Fe (50-8000) µg/l K (1-40) mg/l Mg (1-50) mg/l Mn (5-4 000) µg/l Na (1-10) mg/l Ni (2-1000) µg/l	SMEWW 21 st метода 3120 B
		Одређивање алуминијума, арсена и живе (ICP)	Al (40-2000)µg/l As (20-200) µg/l Hg (1-1000)µg/l	SMEWW 21 st метода 3120 B
		Одређивање укупног органског угљеника (ТОС) (UV персулфатна оксидација)	(0,5-50) mg/l	SMEWW 21 st метода 5310 C
		Одређивање олова, цинка, стронцијума, силицијума, баријума, кобалта, литијума, антимона (ICP)	Pb (2-1000) µg/l Zn (2-5000) µg/l Sr (2-1000) µg/l Si (1-20) mg/l Ba (2-1000) µg/l Co (2-1000) µg/l Li (2-1000) µg/l Sb (5-1000) µg/l	SMEWW 21 st метода 3120 B
		Одређивање берилијума, селена и ванадијума (ICP)	Be (5-1000) µg/l Se (25-1000) µg/l V (2-500) µg/l	SMEWW 21 st метода 3120 B





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мул 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
2.	Седимент, Активни мул Речни седимент Седимент из акумулација Мул (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 21 st 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 21 st метода 2540 G
		Индекс запремине муља (гравиметрија)		SMEWW 21 st метода 2710 D
		Одређивање 15-минутне потреби кисеоника (електрохемија)		SMEWW 21 st метода 2710 B





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мулъ 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
2.	Седимент, Активни мулъ Речни седимент Седимент из акумулација Мулъ (канализација) наставак	Одређивање садржаја укупних метала (ICP-OES)	Ag: (2-200) mg/kg Al: (20-200) mg/kg As: (4-200) mg/kg B: (10-1000) mg/kg Ba: (0,5-100) mg/kg Be: (2-100) mg/kg Ca: (5-20000)mg/kg Cd: (0,3-100) mg/kg Cr: (4-100) mg/kg Co: (0,5-100) mg/kg Cu: (2-100) mg/kg Fe: (1-800) mg/kg Hg: (1-100) mg/kg K: (10-4000) mg/kg Li: (0,5-100) mg/kg Mg: (20-200) mg/kg Mn:(0,5-400) mg/kg Mo: (2-100) mg/kg Na: (10-1000)mg/kg Ni: (0,5-100) mg/kg Pb: (1,5-100) mg/kg Sb: (10-100) mg/kg Se: (5-100) mg/kg Sn: (5-100) mg/kg Sr: (20-1000) mg/kg V: (0,2-50) mg/kg Zn: (2-500) mg/kg	DMJČ-021



Место испитивања: у лабораторији

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

P. B.	Предмет испитивања/ материјал / производ	Врста испитивања и/или карактеристика која се мери (техника испитивања)	Опсег мерења (где је примењиво)	Референтни документ
3.	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	≥0,01mg/kg	DMJČ-001
		Одређивање селективних полихлорованих бифенила (PBC) (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)	(0,1-10) g/kg	DMJČ-019
		Одређивање концентрације водоникових јона – pH и pH _{KCl} (електрохемија)	2-12	SRPS ISO 10390:2007





Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Физичка, хемијска и сензорска испитивања: вода, седимент, активни мулъ 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.	Земљиште	Одређивање садржаја укупних метала (ICP-OES)	Al: (20-200) mg/kg As: (4-200) mg/kg B: (10-1000) mg/kg Ba: (0,5-100) mg/kg Be: (2-100) mg/kg Cd: (0,3-100) mg/kg Co: (0,5-100) mg/kg Cr: (4-100) mg/kg Cu: (2-100) mg/kg Fe: (1-800) mg/kg Hg: (1-100) mg/kg Li: (0,5-100) mg/kg Mg: (20-200) mg/kg Mn: (0,5-400) mg/kg Mo: (2-100) mg/kg Ni: (0,5-100) mg/kg Pb: (1,5-100) mg/kg Sb: (10-100) mg/kg Se: (5-100) mg/kg Sn: (5-100) mg/kg Sr: (20-1000) mg/kg V: (0,2-50) mg/kg Zn: (2-500) mg/kg	DMJČ-003
		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



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

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.	Земљиште наставак	Одређивање лако приступачног фосфора – P ₂ O ₅ (UV-VIS спектрофотометрија)	(5 – 40) mg/100g	DMJČ-071
		Одређивање лако приступачног фосфора – 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

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 Површинске воде Воде за пиће Подземне воде Отпадне воде	Одређивање концентрације водоникових јона-рН (електрохемија)	2-12	SMEWW 21 st метода 4500-H ⁺ В
		Одређивање електролитичке проводљивости (електрохемија)	(0,1-10 000) µS/cm	SMEWW 21 st метода 2510 В
		Одређивање оксидоредукционог потенцијала (електрохемија)		SMEWW 21 st метода 2580 В
		Одређивање садржаја кисеоника (електрохемија)	(0,1-20) mg/l O ₂	SMEWW 21 st метода 4500-O G
		Одређивање % засићења кисеоником (електрохемија)		SMEWW 21 st метода 4500-O G
		Одређивање температуре воде	(0-100) °C	SMEWW 21 st метода 2550 В
		Одређивање провидности воде (метода мерења видљивости секидиска) (сензорска метода)		SRPS EN ISO 7027:2009

Место испитивања: у лабораторији

Област испитивања: Микробиолошка и биолошка испитивања: вода, седимент и активни мулъ

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	Укупан број аеробних мезофилних бактерија у 1 ml/35°C/48h		SMEWW 21 st метода 9215 В
		Укупан број хетеротрофних бактерија, сапрофита, у 1 ml/22-26°C/5-7 дана		SMEWW 21 st метода 9215 В
		Квалитет воде-Одређивање coliiformних бактерија и <i>E.coli</i> , МПН број у 100 ml, (дефинисан супстрат, Colilert)		SRPS H.Z1.309:2010
		<i>Enterococcus sp.</i> МПН број у 100 ml, (дефинисан супстрат, Enterolert-E)		DMJČ-004
	Површинске воде Подземне воде	FO, факултативне олиготрофне бактерије у 1ml		Приручник ³⁾ стр. 26-47
		Однос FO/H (рачунска метода)		Приручник ³⁾ стр. 26-47
	Површинске воде	Одређивање концентрације хлорофил А		ISO 10260:1992(E)
	Подземне воде	Гвожђевите бактерије IRB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		IRB-BART Protocol DBISOP051 May 3, 2005
		Сулфатредукујуће бактерије SRB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		SRB-BART Protocol DBSSOP06 May 5, 2006
		Слуз продукујуће бактерије SLYM-BART (реакциони тестови биолошке активности)		SLYM-BART Protocol DBLSOP05 March 9, 2005



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

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.	Воде Подземне воде	Хетеротрофне бактерије HAB-BART (реакциони тестови биолошке активности)		HAB-BART Protocol DBHSOP06 May 4, 2006
		Псеудомонас FLOR-BART (реакциони тестови биолошке активности)		FLOR -BART Protocol DBIMANG06 December 20, 2006
		Денитрификационе бактерије DN-BART (реакциони тестови биолошке активности)		DN-BART Protocol DBDNSOP06 April 2, 2006
		Нитрификационе бактерије N-BART (реакциони тестови биолошке активности)		N-BART Protocol DBNSOPO6, August, 2006
		Феругинозе (мембран филтер техника)		DMJČ-056
2.	Активни муљ	Филаментозне бактерије (микроскопско испитивање)		EPA, Summary Report, ELB 004/383 Chapter 5, 33-41 pp
3.	Седимент	Укупне колиформне бактерије и <i>E.coli</i> , МПН број у 100g (дефинисан супстрат Colilert)		DMJČ-005
		Укупне термотolerантне бактерије, МПН број у 100g (дефинисан супстрат Colilert)		DMJČ-006
		<i>Enterococcus sp.</i> , МПН број у 100g (дефинисан супстрат Enterolert-E)		DMJČ-007



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Узорковање

Р. Б.	Предмет узорковања материјал/ производ	Врста узорковања	Референтни документ
1.	Вода Вода за пиће (Природне, изворске, минералне и стоне воде)	Узимање узорака за: физичко –хемијска испитивања	SMEWW 21 st 1060 А, В(изузев т.3б и 3с), С, Приручник ¹⁾
	Подземне воде		SMEWW 21 st 1060 А, В(изузев т.3б и 3с), С Приручник ³⁾ SRPS EN ISO 5667-1:2008 (изузев т.12.8)
	Базени и отворена купалишта	Узимање узорака за: физичко –хемијска испитивања	SMEWW 21 st 1060 А, В(изузев т.3б и 3с), С 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 21 st 1060 А, В(изузев т.3б и 3с), С 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 21 st , 1060 А, В (изузев т.3б и 3с), С 9060, А (т1,т.3,е,г) SRPS ISO 5667-12:2019
3.	Земљиште из урбаних и индустријских подручја	Ручно узорковање поремећених узорака за: - физичко –хемијска испитивања	ISO 18400-101:2017 ISO 18400-102:2017



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Легенда:

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
SMEWW 21 st	Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005 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

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 broj 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 Quanti-



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.
Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

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, Октобар 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, Октобар 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 methodologies 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 Н. 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 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 5220 D
DMJČ-049	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-NH3 C
DMJČ-050	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-Norg B
DMJČ-051	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-P B и E
DMJČ-052	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, метода 419 D
DMJČ-053	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005, APHA, AWWA, WEF, метода 4500-Norg B
DMJČ-054	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-NH3 C



Акредитациони број/
Accreditation No 01-382

Важи од/Valid from: 01.11.2019.

Замењује Обим од / Replaces Scope dated: 17.01.2019.

Референтни документ	Референца / назив методе испитивања
DMJČ-055	SMEWW 21 st , Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 st Edition 2005 APHA, AWWA, WEF, метода 4500-P Б и Е
DMJČ-056	SMEWW 21 st , метода 9240 B, R.Culimor (2000): Microbiology of water well biofouling . AC press 153-157
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 21 st 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: 03.12.2020.
Accreditation expiry date: 03.12.2020.

В.Д. ДИРЕКТОРА

prof. dr Адо Јанићијевић