

**Naručilac:** *Asociation ZA Drinking Fountains*  
Dositejeva 11, Zaječar, Srbija  
Kontakt: Boban Pogarčić  
Tel.: 064/8345-236; E-mail: office@zacesme.rs

*Beograd, Oktobar 2022.*

# Izveštaj o ispitivanju

Br. 12051609

**Projekat: EKOLOŠKI ODGOVOR NA  
EKSPANZIJU RUDARSTVA U TIMOČKOJ  
KRAJINI**

*Izveštaj napisao:*

\_\_\_\_\_  
*Aleksandra Onjia Armacki, B.Sc.*

*Direktor Laboratorije:*

\_\_\_\_\_  
*Latinka Slavković Beškoski, M.Sc.*

## Sadržaj

1.	UVOD .....	3
2.	LOKACIJE UZORKOVANJA .....	4
	2.1. Reka Pek.....	4
	2.2. Borska reka, Brestovačka reka, Timok .....	5
	2.3. Timok, Dunav .....	7
3.	TEHNIKE I METODE .....	8
	3.1. Uzorkovanje i analiza vode .....	8
	3.2. Uzorkovanje i analiza sedimenta .....	9
	3.3. Analiza uzoraka ribe.....	9
4.	EKSPERIMENTALNI REZULTATI .....	10
	4.1. Granične vrednosti zagađujućih materija u površinskim vodama i kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom.....	10
	4.2. Analiza vode i sedimenata .....	12
	4.2.1. Rezultati analize – kvalitet vode i sedimenata - Reka Pek i uticaj ulivanja Malog i Velikog Peka. ....	12
	4.1.2. Rezultati analize - kvalitet vode i sedimenata – Brestovačka reka, Borska reka i njihov uticaj na Timok i Dunav .....	18
	4.2.3. Analiza uzoraka ribe .....	30
5.	ZAKLJUČAK.....	31
6.	PRILOG – Slike sa terena.....	33

## 1. UVOD

Anahem d.o.o. Laboratorija (u daljem tekstu Anahem) iz Beograda (Srbija) angažovana je od strane Udruženja ZA Česme za piće, Zaječar, za vršenje uzorkovanja i laboratorijskih analiza vode, sedimenata i ihtiofaune u rekama Crnog Timoka, Velikog Timoka, Borska reka, Pek, Dunav na ušću Timoka u okviru Projekta „ODGOVARA ŽIVOTNE SREDINE NA EKSPANZIJU RUDARA U TIMOČKOJ KRAJINI“.

Svrha studije je ispitivanje postojećeg stanja i dalje praćenje štetnih uticaja rudarstva i urbanog razvoja na životnu sredinu u Timočkoj Krajini. U cilju procene postojećeg stanja, uzorci su uzeti na deset lokacija opisanih u sledećem poglavlju. Na slici 1 prikazana je karta oblasti – Timočka krajina.



Slika 1. Mapa oblasti - Timočka Krajina

Uzorkovanje je obavljeno u periodu od 31.08.2022 do 03.09.2022. Analiza uzoraka je urađena u skladu sa obimom definisanim ponudom 12051609 koji je obuhvatao:

- Fizičko-hemijske analize: 1) Voda: boja, miris, temperatura, elektroprovodljivost, pH, koncentracija rastvorenog kiseonika, kao i koncentracija  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_3$ , As, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Hg, Zn, Co, Sr, S, Ca, Mg, K, Na i Cr; organsko i mikrobiološko zagađenje. 2) Sediment: boja i koncentracija Mn, Ni, Co, Sr, As, Cd, Cr, Hg, Cu, Pb i Zn; radioaktivnost. 3) Uzorci ihtiofaune: radioaktivnost i koncentracija Cd, Pb, As, Cu, Hg, Cr, Co, Ni, Mn, Zn, Fe i Hg.

## 2. LOKACIJE UZORKOVANJA

### 2.1. Reka Pek

U cilju utvrđivanja kvaliteta reke Pek, kao i uticaja kopa u Majdanpeku, koji sa flotacijom i deponijama predstavlja potencijalni izvor zagađenja, izvršeno je uzorkovanje prema skici prikazanoj na slici 2. Na slici 3 je prikazan je satelitski prikaz tačaka uzorkovanja, a u tabeli 1 GPS koordinate i oznake uzoraka.



Slika 2. Skica lokacija uzorkovanja



Slika 3. Satelitski prikaz tačaka uzorkovanja

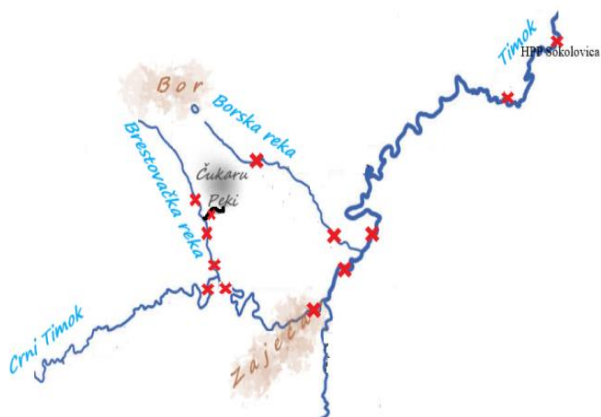
Table 1. GPS koordinate lokacija uzorkovanja i oznake uzoraka

Oznake uzoraka		Lokacija	N	E
Voda	Sediment			
1205160911	5208300209	Mali Pek pre uliva kanalizacije	44.42810	21.932814
1205160912	5208300210	Mali Pek pre površinskog kopa u Majdanpeku	44.420611	21.934506
1205160913	5208300211	Mali Pek posle površinskog kopa u Majdanpeku	44.402428	21.916147
1205160914	5208300212	Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valja Fundata	44.363914	21.913689
1205160915	5208300213		44.363942	21.913892
1205160916	5208300214	Pek posle ušća Malog u Veliki Pek	44.391653	21.888101
1205160917	5208300215		44.397572	21.885186

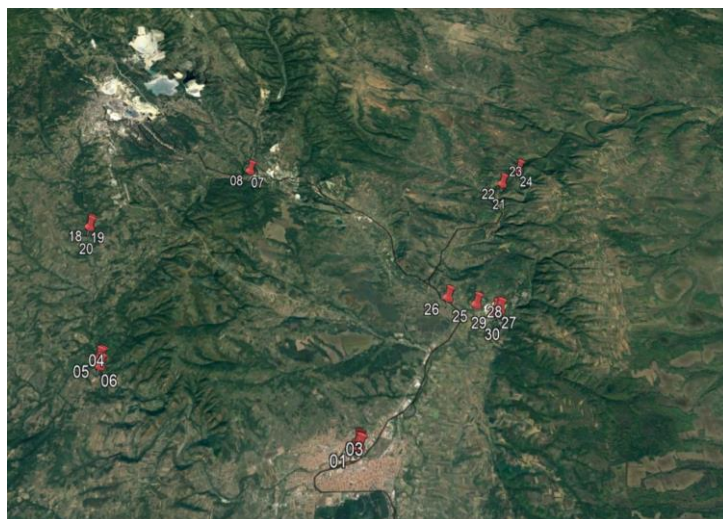
## 2.2. Borska reka, Brestovačka reka, Timok

Uzvodno od Bora, Borska reka se tunelom usmerava u Kriveljsku reku, kako bi u njoj dolini otvorila površinski kop bakra. Nizvodno od Bora, u korito nekadašnjeg vodotoka ispuštaju se komunalne otpadne vode, neprečišćene rudničke vode i otpadne vode iz postrojenja metalurgije i osnovne hemije. U reku se uliva velika količina flotacione jalovine, koja plavi obale ove reke i Velikog Timoka nizvodno od njenog utoka. Protiče kroz sela Slatina i Vražognac. Analiza uzoraka, uzorkovanih na osnovu skice (slika 4), izvršena je u cilju utvrđivanja zagađenja Borske reke i njenog uticaja na kvalitet reke Veliki Timok.

Uzimani su uzorci vode i sedimenta reke Crni Timok kako bi se utvrdio uticaj rudarstva i ispuštanja toksičnih materija na kvalitet vode, ali i na ihtiofaunu. Ovo je posebno značajno zbog Timočke pastrmke, autohtone vrste, koja je posebno ugrožena ispuštanjem otpadnih voda iz rudnika Čukaru Peki. Takođe, uzorci Brestovačke reke uzeti su na reprezentativnim lokacijama u cilju utvrđivanja zagađenja izazvanog uticajem rudnika.



Slika 4. Skica lokacija uzorkovanja



Slika 5. Satelitski prikaz tačaka uzorkovanja (Oznaka uzoraka 12051609xx)

Tabela 2. GPS koordinate lokacija uzorkovanja i oznake uzoraka

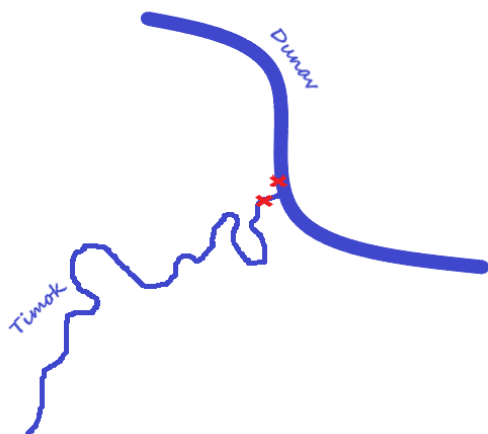
Oznaka uzoraka		Lokacija	N	E
Voda	Sediment			
1205160901	/	Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar - kupalište Popova plaža	43.907989	22.277083
1205160902	/		43.909089	22.277031

1205160903	5208300201	Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar - mesto ispuštanja otpadnih voda Zaječarske pivare	43.907753	22.277733
1205160904	5208300202	Brestovačka Reka – pre ušća u Crni Timok	43.938394	22.152508
1205160905	5208300203	Crni Timok pre ušća Brestovačke Reke	43.938153	22.15165
1205160906	5208300204	Crni Timok posle ušća usa Brestovačkom rekom	43.936880	22.153031
1205160907	5208300205	Borska reka	44.029406	22.208203
1205160908	5208300206		44.029475	22.208353
1205160918	5208300216	Mesto ispuštanja otpadnog kanala iz novog rudnika Čukaru Peki u Brestovačku reku (kanal za otpad iz rudnika Čukaru Peki)	43.99765	22.123969
1205160919	5208300217	Brestovačka reka bez uticaja otpadnih voda iz kopa	43.996983	22.123689
1205160920	5208300218	Brestovačka reka neposredno posle uliva otpadnih voda iz kopa	43.996850	22.123968
1205160921	5208300219	. Veliki Timok kod Hidroelektrane Sokolovica (pre akumulacije)	44.022472	22.360153
1205160922	5208300220			
1205160923	/	Veliki Timok kod HE Sokolovica (posle akumulacije)	44.031078	22.371661
1205160924	/		44.031078	22.371661
1205160925	5208300221	Borska reka pre ušća u Veliki Timok	43.961244	22.336511
1205160926	5208300222		43.96415	22.322181

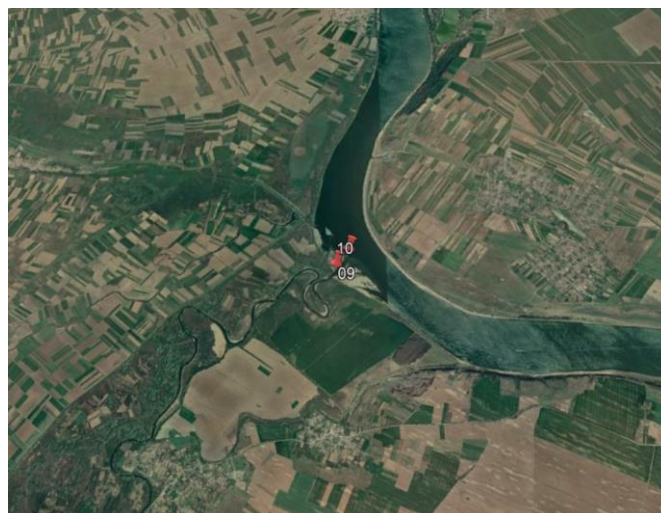
1205160927	5208300223	Veliki Timok posle uliva Borske reke	43.958925	22.34815
1205160928	5208300224		43.958905	22.347376
1205160929	5208300225		43.958407	22.345836

### 2.3. Timok, Dunav

Posle uliva Borske reke, Veliki Timok se uliva u Dunav gde završavaju štetne materije i otpadne vode iz rudnika i topionice u Boru. Uzorkovanjem na lokacijama - reka Timok pre uliva u Dunav, Dunav posle uliva reke Timok i reka Dunav pre uliva reke Timok utvrđuje se zagađenje i uticaj reke Timok na Dunav.



Slika 6. Skica lokacija uzorkovanja



Slika 7. Satelitski prikaz tačaka uzorkovanja  
(Oznaka uzoraka 12051609xx)

Table 3. GPS coordinates of sampling locations and sample IDs

Oznaka uzoraka		Lokacija	N	E
Voda	Sediment			
1205160909	5208300207	Timok pre ušća u Dunav	44.214375	22.670867
1205160910	5208300208	Dunav pre uliva reke Timok	44.216953	22.672217

Pored navedenih uzoraka, kampanjom je predviđeno još uzoraka tj. na lokacijama na kojima uzorkovanje nije izvršeno iz sledećih razloga:

Uzorak sedimenta iz reke Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar nije uzorkovan jer su obala i dno reke asfaltirani i nema nanosa. Takođe, nije bilo moguće izvršiti uzorkovanje na mestu gde su se otpadne vode iz rudnika, topionice i kanalizacije grada Bora ispuštale u otpadni kanal Borske reke, jer je lokacija bila nepristupačna zbog obilnih padavina. Nakon ušća reke Timok, reka Dunav nastavlja svoj tok na teritoriji Bugarske. Terenska ekipa nije vršila uzorkovanje na ovoj lokaciji jer u tom trenutku nisu imali ovlašćenje da za prelazak u drugu državu. Lokacija - Veliki Pek, uzvodno od jalovišta u Valja Fundata, takođe je bila nepristupačna, odnosno postavljena je rampa i pristup zabranjen.

Lokacije na kojima je uzet uzorak ribe radi laboratorijske analize, na osnovu koje se može proceniti potencijalno zagađenje ihtiofaune, prikazane su u tabeli 4.

Tabela 4. Lokacije i oznake uzoraka ribe\*.

Br.	Lokacija	Oznaka uzoraka
1.	Veliki Timok kod HE Sokolovica (posle akumulacije)	4208300101
2.	Crni Timok posle ušća u Brestovačku reku	4208300102

\*Uzorci dostavljeni Anahemu

### 3. TEHNIKE I METODE

#### 3.1. Uzorkovanje i analiza vode

Uzorkovanje i laboratorijska analiza površinskih voda obavljena je prema standardnim i validiranim akreditovanim metodama. Korišćene su sledeće metode za uzorkovanje: SRPS EN ISO 5667-1, SRPS EN ISO 5667-3, SRPS EN ISO 5667-4, SRPS EN ISO 5667-6 i SRPS EN ISO 19458. Terenski parametri su testirani na lokaciji. . Prenosivi frižider je korišćen da bi uzorci bili hladni tokom njihovog transporta u laboratoriju. Laboratorijske analize uzoraka vode vršene su metodama datim u tabeli 5.

Tabela 5. Spisak metoda koje se koriste za analizu površinskih voda.

Parametar	METODA
<b>TERENSKI PARAMETRI</b>	
Temperatura vode	EPA 170.1
pH	EPA 150.1
Elektroprovodljivost	EPA 120.1
Rastvoreni kiseonik (O <sub>2</sub> )	EPA 360.1
<b>LABORATORIJSKE ANALIZE</b>	
Boja	SRPS EN ISO 7887
Miris	DML 2.7
Sulfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), Hloridi (Cl <sup>-</sup> ), Ortofosfati, Nitrati (NO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> ), Nitriti (NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> )	ISO 10304-1
Amonijum jon (NH <sub>4</sub> -N)	SRPS ISO 7150-1



Kadmijum (Cd), Nikl (Ni), Olovo (Pb), Cink (Zn), Kobalt (Co)	EPA 200.8
Arsen (As), Bakar (Cu), Hrom ukupni (Cr), Gvožđe (Fe), Mangan (Mn), Stroncijum (Sr), Sumpor	SRPS EN ISO 11885
Magnezijum, Kalijum, Kalcijum, Natrijum	ISO 14911
Fenoli	SRPS ISO 6439
Naftni ugljovodonici (C10-C40)	ISO 9377-2
Površinski aktivne materije	SM 5540C
AOX	DML 2.2
<b>MIKROBIOŠKA ANALIZA</b>	
Fekalni koliformi u 100 ml MPN Colilert	DML 2.9
Ukupni koliformi u 100 ml MPN Colilert	DML 2.9
Crevne enterokoke	DML 2.10
Broj aerobnih heterotrofa	SRPS EN ISO 62220

### 3.2. Uzorkovanje i analiza sedimenta

Za uzorkovanje i analizu sedimenta korišćene su akreditovane metode. Postupak uzorkovanja sedimenta izveden je prema metodi SRPS ISO 5667-12. Laboratorijske analize uzoraka sedimenta vršene su metodama datim u tabeli 6.

Tabela 6. Spisak metoda koje se koriste za analizu sedimenta.

Parametar	METODA
Metali: Arsen (As), Kadmijum (Cd), Hrom (Cr), Bakar (Cu), Olovo (Pb), Nikl (Ni), Cink (Zn), Mangan (Mn), Kobalt (Co), Stroncijum (Sr)	EPA 3051A/EPA 6010c
Sadržaj gline	ISO 11277
Sadržaj organske materije	EN EN TC WI
Sadržaj radionuklida	SRPS EN ISO 18589-3

### 3.3. Analiza uzoraka ribe

U tabeli 7 prikazane su metode korišćene za analizu uzoraka ribe.

Tabela 7. Spisak metoda korišćenih za analizu uzoraka ribe.

Parametar	METODA
Kobalt (Co), Nikl (Ni), Mangan (Mn), Hrom (ukupno)	DML 1.1
Kadmijum (Cd), Olovo (Pb), Arsen (As), Živa (Hg), Bakar (Cu), Gvožđe (Fe), Cink (Zn)	SRPS EN 15763
Sadržaj radionuklida	IAEA TRS 295

## 4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

4.1. Granične vrednosti zagađujućih materija u površinskim vodama i kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom.

Tabela 8. Granične vrednosti parametara površinskih voda  
(Službeni glasnik RS, Br 50/2012).

Parametar	Granična vrednost <sup>1</sup>				
	I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	<6.5 or <8.5
Suspendovane materije, mg/L	25	25	-	-	-
Rastvoreni kiseonik, mg O <sub>2</sub> /L	8.5	7.0	5	4	<4
Zasićenje kiseonikom, %	90-110	70-90	50-70	30-50	<30
BPK <sub>5</sub> , mg O <sub>2</sub> /L	1.8	4.0	7	25	>25
HPK (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ), mg O <sub>2</sub> /L	10	15	30	125	>125
Potrošnja KMnO <sub>4</sub> , mg O <sub>2</sub> /L	5	10	20	50	>50
Ukupni organski ugljenik (TOC), mg/L	2.0	5.0	15	50	>50
<b>Nutrijenti</b>					
Ukupan azot, mg N/L	1	2	8	15	>15
Nitrati, mg N/L	1.5	3.0	6	15	>15
Nitriti, mg N/L	0.01	0.03	0.12	0.3	>0.3
Amonijum jon, mg N/L	0.10	0.30	0.6	1.5	>1.5
Nejonizovani amonijak, mg NH <sub>3</sub> /L	0.005	0.025	-	-	-
Ukupan fosfor, mg P/L	0.05	0.10	0.4	1	>1
Ortofosfati, mg P/L	0.02	0.10	0.2	0.5	>0.5
<b>Salinitet</b>					
Hloridi, mg/L	50	100	150	250	>250
Rezidualni hlor, mg HOCl/L	0.005	0.005	-	-	-
Sulfati, mg/L	50	100	200	300	>300
Ukupna mineralizacija, mg/L	<1000	1000	1300	1500	>1500
Elektroprovodljivost at 20°C, µS/cm	<1000	1000	1500	3000	>3000
<b>Metali, µg/L</b>					
Arsen	<5	10	50	100	>100
Kadmijum	-	-	-	-	-
Bakar	5 (T=10) 22 (T=50) 40 (T=100) 112 (T=300)	5 (T=10) 22 (T=50) 40 (T=100) 112 (T=300)	500	1000	>1000
Cink	30 (T=10) 200 (T=50) 300 (T=100) 500 (T=500)	300 (T=10) 700 (T=50) 1000 (T=100) 2000 (T=500)	2000	5000	>5000
Hrom (total)	25	50	100	250	>250
Hrom III (rastvoren)	-	-	-	-	-
Hrom VI (rastvoren)	-	-	-	-	-
Gvožđe (total)	200	500	1000	2000	>2000
Bor	300	1000	1000	2500	>2500

Olovo	-	-	-	-	-
Mangan (total)	50	100	300	1000	>1000
Živa	-	-	-	-	-
Nikl	-	-	-	-	-
<i>Organska jedinjenja</i>					
Fenolna jedinjenja, µg/L	<1	1	20	50	>50
Naftni ugljovodonici <sup>2</sup>	without	without	without	without	without
Površinski aktivne materije, µg/L	100	200	300	500	>500
AOX, µg/L	10	50	100	250	>250
<i>Mikrobiologija</i>					
Fekalni koliformi, cfu/100ml	100	1000	10000	100000	>100000
Ukupni koliformi cfu/100ml	500	10000	100000	1000000	>1000000
Crevne enterokoke, cfu/100ml	200	400	4000	40000	>40000
Broj aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/100ml	500	10000	100000	750000	>750000

Prema Uredbi o kategorizaciji vodotoka („Službeni glasnik RS“, br. 5/68), reka Pek pripada III klasi od izvora do ušća u Dunav. Crni Timok od izvora do Zaječara i od Zaječara do ušća u Borsku reku pripada II klasi, dok od uliva Borske reke do ušća u Dunav pripada III klasi. Borska reka od izvora do Bora pripada II klasi, dok od Bora do ušća u Timok pripada IV klasi. Reka Dunav pripada II klasi.

Kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom (Sl. glasnik RS, br. 50/2012) prikazani su u tabeli 9.

Tabela 9. Kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom

Klasa	Kriterijum	Ways of handling washed sediment
0	≤ Ciljna vrednost	Koncentracije zagađujućih materija u sedimentu su na nivou prirodnog fona. Sedimenti mogu biti dislocirani bez posebnih mera zaštite..
1	> Ciljna vrednost i ≤ Vrednost limita	Sediment je neznatno zagađen. Prilikom dislokacije dozvoljeno je odlaganje bez posebnih mera zaštite u pojasu širine do 20 m u okolini vodotoka.
2	> Vrednost limita i ≤ Verifikacioni limita	
3	> Verifikacioni nivo ≤ Remedijaciona vrednost	Sediment je zagađen. Nije dozvoljeno njegovo odlaganje bez posebnih mera zaštite. Neophodno je čuvanje u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih materija u okolinu.

s4	> Remedijaciona vrednost	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna je remedijacija ili čuvanje izmuljenog materijala u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih materija u okolinu.
----	--------------------------	---

#### 4.2. Analiza vode i sedimenata

##### 4.2.1. Rezultati analize – kvalitet vode i sedimenata - Reka Pek i uticaj ulivanja Malog i Velikog Peka.

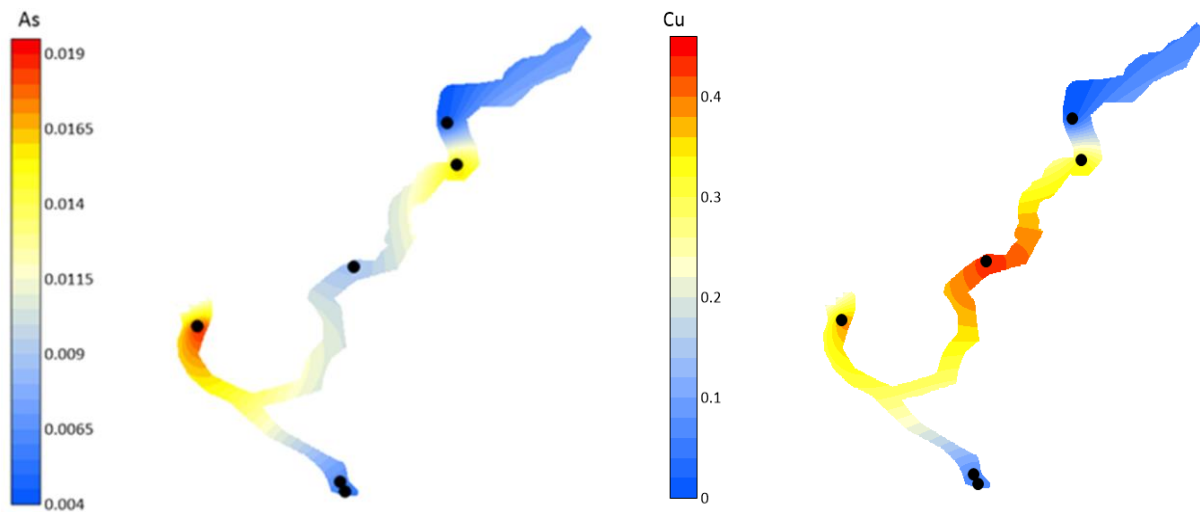
Rezultati analize uzoraka vode prikazani su u tabeli 8

Table 8. Rezultati analize uzoraka vode (Sample ID 12051609xx)

Lokacija:	Mali Pek pre uliva kanalizacije	Mali Pek pre površinskog kopa u Maidanneku	Mali Pek posle površinskog kopa u Maidanneku	Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valji Fundata	Pek posle ulivanja Malog u Veliki Pek		
Oznaka uzoraka:	11	12	13	14	15	16	17
Temperatura vode, °C	19.8	22	20.1	19.7	19.7	19.6	19.5
Boja	Slightly yellow	black	dark yellow	dark yellow	dark yellow	dark yellow	dark yellow
Miris	without	present	present	without	without	without	without
Elektroprovodljivost $\mu\text{S}/\text{cm}$	451	815	1137	1209	1212	1154	1170
pH	7.5	6.6	7.2	7.4	7.1	7.2	7.1
Rastvoreni kiseonik mg/l	2.5	1.7	1.7	4.1	1.7	1.4	1.7
Sulfati, mg/l	16	115	439	531	471	341	399
Hloridi, mg/l	3.9	17	19	14	20	8.8	9.6
Ortofosfati, mg/l	0.07	0.62	0.81	0.25	0.09	0.89	0.72
Nitrati mgN/l	<0.1	<0.1	2.5	0.11	0.12	0.19	0.24
Nitriti mgN/l	<0.03	<0.03	0.56	0.08	0.04	<0.03	<0.03
Amonijum jon(NH <sub>4</sub> -N) mgN/l	0.45	9.4	11	1.4	1.1	0.11	0.15
Arsen, mg/l	0.0044	0.016	0.0087	0.0065	0.0053	0.019	0.006
Kadmijum, mg/l	<0.001	0.0034	0.0017	<0.001	<0.001	0.0014	<0.001
Bakar, mg/l	0.0066	0.34	0.45	0.072	0.058	0.41	0.11
Hrom(total), mg/l	<0.01	0.041	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.012
Gvožđe, mg/l	0.56	21	13	3.6	2.7	11	7.1
Mangan, mg/l	0.084	1.2	3.5	0.46	0.39	1.5	0.98
Nikl, mg/l	0.0068	0.052	0.024	0.0088	0.0078	0.022	0.01
Olovo, mg/l	0.0012	0.062	0.017	0.01	0.0083	0.15	0.079

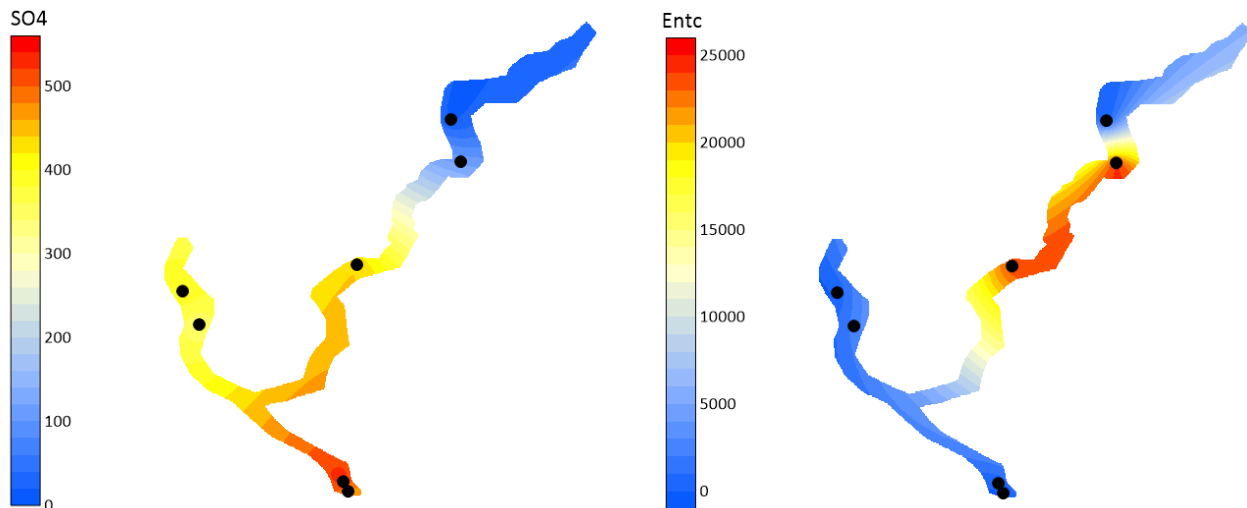
<b>Cink, mg/l</b>	0.023	0.44	0.54	0.11	0.067	0.42	0.2
<b>Kobalt, mg/l</b>	<0.001	0.036	0.023	0.0011	<0.001	0.014	0.0041
<b>Stroncijum, mg/l</b>	0.15	0.25	0.46	1.0	0.99	1.1	1.2
<b>Sumpor, mg/l</b>	5.3	58	149	179	163	187	182
<b>Magnezijum, mg/l</b>	8.4	14	38	21	20	25	26
<b>Kalijum, mg/l</b>	1.7	5.9	7.1	13	12	11	11
<b>Kalcijum, mg/l</b>	67	102	141	195	188	189	169
<b>Natrijum, mg/l</b>	5.5	18	22	37	36	28	32
<b>Fenolna jedinjenja, µg/L</b>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Naftni uljovodonici, mg/L</b>	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
<b>Površinski aktivne materije µg/L</b>	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
<b>AOX (adsorptivni organski halogenidi), µg/L</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Fekalni koliformi MPN/100ml</b>	2400	<10	430	230	230	<10	230
<b>Ukupni kolifomi, MPN/100ml</b>	2400	2400	24000	230	230	2400	230
<b>Crvene enterokoke, MPN/100ml</b>	230	24000	24000	230	230	2400	230
<b>Broj aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/100ml</b>	$9 \times 10^4$	$2.8 \times 10^6$	$1.2 \times 10^6$	$9 \times 10^4$	$1.1 \times 10^5$	$6.4 \times 10^5$	$7 \times 10^4$

Prostorna distribucija arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u uzorcima vode (područje Majdanpeka) prikazan je na slici 8.



Slika 8. Prostorna distribucija arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u uzorcima vode (područje Majdanpeka)

Prostorna distribucija sulfata (mg/l) i crevnih enterokoka (MPN/100ml) u uzorcima vode (područje Majdanpeka) prikazana je na slici 9.



Slika 9. Prostorna distribucija sulfata (mg/l) i crevnih enterokoka (MPN/100ml) u uzorcima vode (područje Majdanpeka)

Rezultati analize sadržaja metala u sedimentima u rekama Mali Pek, Veliki Pek i Pek prikazani su u tabeli 9.

Tabela 9. Rezultati analize sadržaja metala u sedimentima reka Mali Pek, Veliki Pek i Pek (ID uzorka 52083002xx)

Lokacija:	Mali Pek pre uliva kanalizacije	Mali Pek pre površinskog kopa u Majdanpeku	Mali Pek posle površinskog kopa u Majdanpeku	Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valji Fundata		Pek posle ušća Malog u Veliki Pek	
Oznala uzoraka:	09	10	11	12	13	14	15
Parametar:	Arsen, mg/kg						
Rezultat:	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>47</b>
MDK <sup>1</sup>	17.2	21.5	15.5	17.9	19.3	16.3	18.6
MDK <sup>2</sup>	32.6	40.8	29.5	33.9	33.6	31	35.3
MDK <sup>3</sup>	32.6	40.8	29.5	33.9	33.6	31	35.3
MDK <sup>4</sup>	32.6	40.8	29.5	33.9	33.6	31	35.3
Parametar:	Kadmijum, mg/kg						
Rezultat:	<b>0.66</b>	<b>2.3</b>	<b>2.5</b>	<b>1.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>	<b>2.8</b>
MDK <sup>1</sup>	0.5	0.7	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6
MDK <sup>2</sup>	1.3	1.7	1.1	1.3	1.4	1.2	1.4
MDK <sup>3</sup>	4.9	6.4	4	4.7	5.4	4.5	5.3
MDK <sup>4</sup>	7.8	10.3	6.4	7.5	8.6	7.1	8.5
Parametar:	Hrom (total), mg/kg						
Rezultat:	<b>7.8</b>	<b>15</b>	<b>5.7</b>	<b>13</b>	<b>6.4</b>	<b>11</b>	<b>9.6</b>
MDK <sup>1</sup>	50.6	59.6	51	58.2	59	50.4	54.4
MDK <sup>2</sup>	192	226	194	221	224	192	207
MDK <sup>3</sup>	192	226	194	221	224	192	207
MDK <sup>4</sup>	192	226	194	221	224	192	207
Parametar:	Bakar mg/kg						
Rezultat:	<b>1596</b>	<b>620</b>	<b>786</b>	<b>557</b>	<b>399</b>	<b>931</b>	<b>1103</b>
MDK <sup>1</sup>	18.3	24.8	15.8	19.3	21.5	17	20.4
MDK <sup>2</sup>	18.3	24.8	15.8	19.3	21.5	17	20.4
MDK <sup>3</sup>	45.7	61.9	39.5	48.3	53.7	42.5	51
MDK <sup>4</sup>	96.4	131	83.4	102	113	89.7	108
Parametar:	Živa, mg/kg						
Rezultat:	<b>0.055</b>	<b>0.11</b>	<b>0.087</b>	<b>0.053</b>	<b>0.11</b>	<b>0.006</b>	<b>0.1</b>
MDK <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
MDK <sup>2</sup>	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
MDK <sup>3</sup>	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2
MDK <sup>4</sup>	6.9	7.8	6.7	7.3	7.5	6.8	7.3
Parametar:	Olovo, mg/kg						
Rezultat:	<b>84</b>	<b>79</b>	<b>101</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>128</b>
MDK <sup>1</sup>	55.5	66.3	51.4	57.2	60.8	53.3	59

MDK <sup>2</sup>	346	413	320	357	379	332	368
MDK <sup>3</sup>	346	413	320	357	379	332	368
MDK <sup>4</sup>	346	413	320	357	379	332	368
Parametar:	Nikl, mg/kg						
Rezultat:	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>8.6</b>	<b>12</b>	<b>5.8</b>	<b>7.1</b>	<b>11</b>
MDK <sup>1</sup>	10.3	14.8	10.5	14.1	14.5	10.2	12.2
MDK <sup>2</sup>	10.3	14.8	10.5	14.1	14.5	10.2	12.2
MDK <sup>3</sup>	13.2	19	13.5	18.1	18.6	13.1	15.7
MDK <sup>4</sup>	61.8	88.8	63	84.6	87	61.2	73.2
Parametar:	Cink, mg/kg						
Rezultat:	<b>65</b>	<b>347</b>	<b>377</b>	<b>176</b>	<b>131</b>	<b>297</b>	<b>529</b>
MDK <sup>1</sup>	58.6	81.6	52.8	67	73	55.3	66.8
MDK <sup>2</sup>	201	278	181	229	250	189	229
MDK <sup>3</sup>	302	420	271	344	375	284	343
MDK <sup>4</sup>	302	420	271	344	375	284	343

MDK<sup>1</sup> – \* Ciljna vrednost

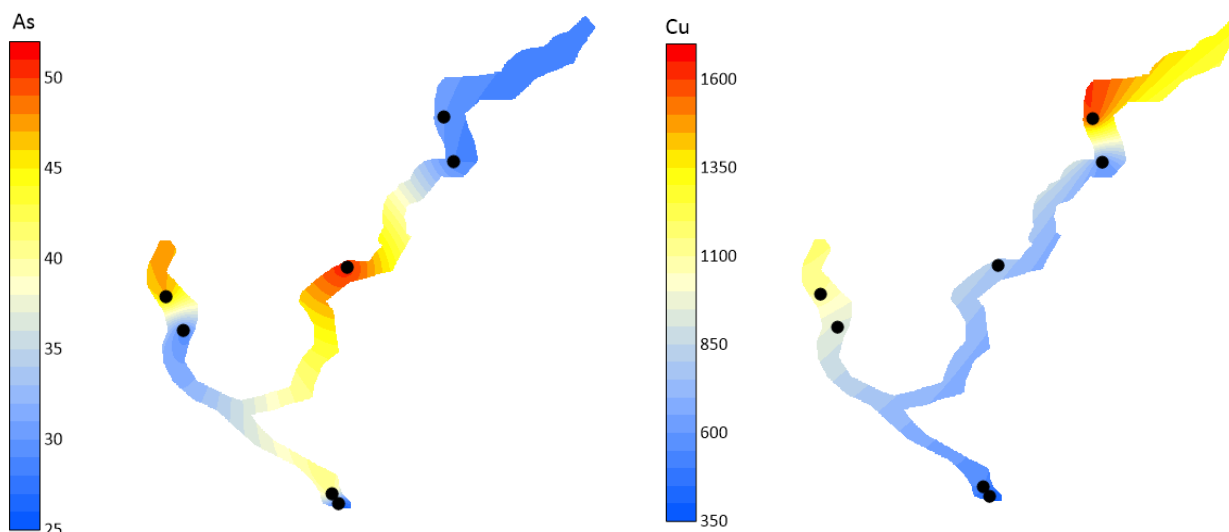
MDK<sup>2</sup> – \* Vrednost limita

MDK<sup>3</sup> - \* Verifikacioni nivo

MDK<sup>4</sup> - \* Vrednost remedijacije

\* korigovane vrednostii na sadržaj gline i organske materije, u skladu sa Uredbom o граниčnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Službeni glasnik RS“, br. 50/12).

Prostorna distribucija arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u sedimentima (područje Majdanpeka) prikazani su na slici 10.



Slika 10. Prostorna distribucija arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u sedimentima (područje Majdanpeka)

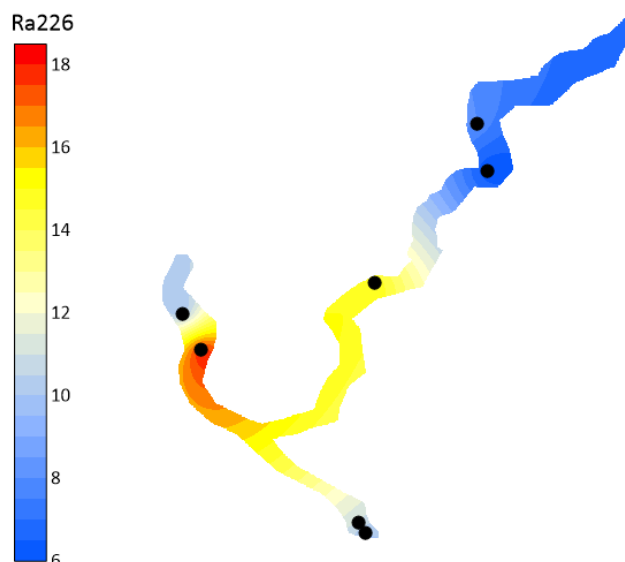
Rezultati analize sadržaja radionuklida u sedimentima u rekama Mali Pek, Veliki Pek i Pek prikazani su u tabeli 10.



Tabela 10. Rezultati analize sadržaja radionuklida u sedimentima u rekama Mali Pek, Veliki Pek i Pek

Lokacija :	Mali Pek pre uliva kanalizacije	Mali Pek pre površinskog kopa u Majdanpeku	Mali Pek posle površinskog kopa u Majdanpeku	Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valji Fundata		Pek posle ušća Malog u Veliki Pek	
Sample ID:	09	10	11	12	13	14	15
Parametar:	<sup>137</sup> Cesium, Bq/kg						
Rezultat:	6.1	2.2	<1,0	3.2	6.1	7.1	<1,0
Parametar:	<sup>40</sup> Potassium, Bq/kg						
Rezultat:	93	152	463	330	320	464	253
Parametar:	<sup>232</sup> Thorium, Bq/kg						
Rezultat:	6.1	5.9	13	10	10	16	9.1
Parametar:	<sup>226</sup> Radium, Bq/kg						
Rezultat:	8.1	6.1	15	11	10	18	10
Parametar:	<sup>238</sup> Uranium, Bq/kg						
Rezultat:	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0

Prostorna distribucija radijuma-226 u sedimentima (područje Majdanpeka) prikazan je na slici 11.



Slika 11. Prostorna distribucija radijuma-226 u sedimentima (područje Majdanpeka)

## 4.1.2. Rezultati analize - kvalitet vode i sedimenata – Brestovačka reka, Borska reka i njihov uticaj na Timok i Dunav

Rezultati analize parametara kvaliteta vode prikazani su u tabelama 11, 12 i 13.

Tabela 11. Rezultati analize parametara kvaliteta vode – Brestovačka reka, Crni Timok (Uzorak ID 12051609xx)

Lokacija:	Brestovačka reka pre uliva u Crni Timok	Crni Timok pre uliva Brestovačke reke	Crni Timok posle uliva Brestovačke reke	Otpadni kanal iz rudnika Čukaru Peki	Brestovačka reka bez uticaja otpadnih voda iz kopa	Brestovačka reka neposredno po ulivanju otpadnih voda iz kopa
Oznaka uzoraka:	04	05	06	18	19	20
Temperatura vode, °C	19.1	23.4	23.6	19.6	19.1	19.8
Boja	Slightly yellow	Slightly yellow	Slightly yellow	Slightly yellow	Slightly yellow	yellow
Miris	without	without	present	without	without	without
Elektroprovodljivost $\mu\text{S/cm}$	546	491	495	1039	588	608
pH	7.2	7.6	7.4	7.5	7.1	7.2
Rastvoreni kiseonik mg/l	1.9	3.9	3.3	2	1.4	1.4
Sulfati, mg/l	63	21	31	87	78	84
Hloridi, mg/l	13	5.9	7.4	41	15	16
Ortofosfati, mg/l	0.56	<0.01	0.14	0.21	0.29	0.31
Nitrati mgN/l	0.76	<0.1	<0.1	0.18	0.29	0.34
Nitriti mgN/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Amonijum jon(NH <sub>4</sub> -N) mgN/l	0.02	0.07	0.12	0.19	0.13	0.24
Arsen, mg/l	0.0051	0.0013	0.0026	0.0087	0.014	0.015
Kadmijum, mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Bakar, mg/l	0.016	0.0043	0.0038	0.027	0.041	0.036
Hrom(total), mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Gvožđe, mg/l	0.68	0.13	0.21	0.25	1.3	1.2
Mangan, mg/l	0.046	0.016	0.017	0.011	0.070	0.065
Nikl, mg/l	0.0070	0.0063	0.0063	0.0069	0.0067	0.0062
Olovo, mg/l	0.0020	<0.001	<0.001	0.0011	0.0047	0.0039
Cink, mg/l	0.028	0.035	0.037	0.027	0.055	0.048
Kobalt, mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Stroncijum, mg/l	0.23	0.13	0.16	0.39	0.27	0.27
Sumpor, mg/l	23	7.2	11	28	28	29
Magnezijum, mg/l	9.7	6.0	7.0	18	12	13
Kalijum, mg/l	2.7	1.5	1.8	3.1	2.8	2.9
Kalcijum, mg/l	64	77	75	135	71	72
Natrijum, mg/l	20	6.5	9.8	57	19	20

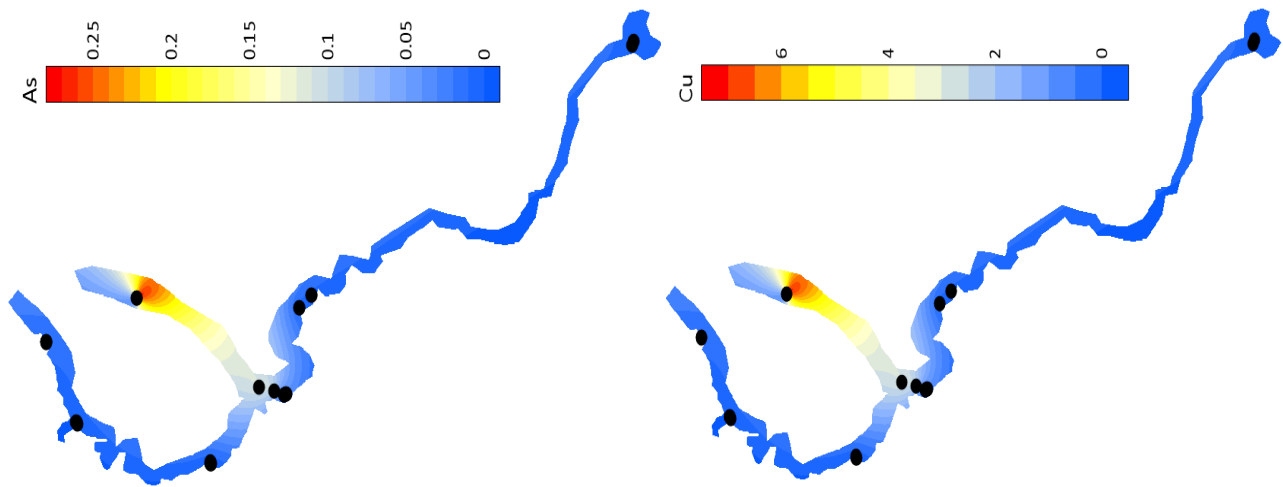
Fenolna jedinjenja, µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Naftni uljovodonici, mg/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Površinski aktivne materije µg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
AOX (adsorptivni organski halogenidi), µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fekalni koliformi MPN/100ml	230	<10	<10	230	230	230
Ukupni kolifomi, MPN/100ml	230	<10	<10	230	2400	2400
Crvene enterokoke, MPN/100ml	<10	<10	<10	40	230	230
Broj aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/100ml	1.5 x 10 <sup>4</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>	2.5 x 10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>	3.5 x 10 <sup>4</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>

Table 12. The results of the analysis of water quality parameters –Crni Timok, Borska reka, Veliki Timok (Sample ID 12051609xx)

Lokacija:	Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar - kupalište Popova plaža		Crni Timok - Grad Zaječar - mesto ispuštanja otpadnih voda Zaječarske pivare	Borska reka		Borska reka pre uliva u Veliki Timok		Veliki Timok posle uliva Borske reke		Veliki Timok pre uliva Borske reke	
	01	02		03	07	08	25	26	27	28	29
Oznaka uzoraka:	01	02	03	07	08	25	26	27	28	29	30
Temperatura vode, °C	23.7	23.5	23.8	20.4	20.3	20.6	20.5	20.7	20.6	21.2	21.1
Boja	Slightly yellow	Slightly yellow	Slightly yellow	brown-yellow	brown-yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	Slightly yellow	Slightly yellow
Miris	without	without	without	preset	present	without	without	without	without	without	without
Elektroprovodljivost µS/cm	474	467	472	1573	1579	1675	1668	946	947	517	519
pH	7.5	7.4	7.3	6.7	6.5	6.8	6.8	7.2	7.1	7.3	7.2
Rastvoreni kiseonik mg/l	4.2	4.9	2.8	1.6	1.9	2.2	1.7	2	1.3	1.6	1.3
Sulfati, mg/l	22	24	26	813	821	932	973	323	306	29	28
Hloridi, mg/l	6.3	6.8	7.3	30	32	21	22	18	16	14	12
Ortofosfati, mg/l	<0.01	<0.01	0.01	0.11	0.28	0.09	0.02	0.17	0.11	0.19	0.35
Nitrati mgN/l	0.13	0.18	<0.1	2.3	3.8	0.18	0.22	0.25	0.77	<0.1	<0.1
Nitriti mgN/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.76	1.48	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

<b>Amonijum jon(NH4-N) mgN/l</b>	0.47	0.29	0.17	7.6	10	0.17	0.39	0.22	<0.01	0.27	<0.01
<b>Arsen, mg/l</b>	0.0022	0.0022	0.0023	0.11	0.27	0.12	0.11	0.037	0.035	0.0025	0.0025
<b>Kadmijum, mg/l</b>	<0.001	<0.001	<0.001	0.0084	0.012	0.0048	0.0052	0.0016	0.0016	<0.001	<0.001
<b>Bakar, mg/l</b>	0.0060	0.0036	0.0037	1.2	6.8	3.6	4.2	1.2	1.3	0.0037	0.0036
<b>Hrom(total), mg/l</b>	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	0.062	0.04	0.047	0.015	0.014	<0.01	<0.01
<b>Gvožđe, mg/l</b>	0.20	0.13	0.28	88	144	53	65	20	18	0.40	0.34
<b>Mangan, mg/l</b>	0.020	0.018	0.031	4.0	5.1	3.8	3.9	1.4	1.3	0.055	0.052
<b>Nikl, mg/l</b>	0.0074	0.0066	0.15	0.033	0.080	0.046	0.049	0.023	0.022	0.0063	0.0071
<b>Olovo, mg/l</b>	0.0034	<0.001	0.0035	0.010	0.15	0.069	0.076	0.022	0.022	0.0011	0.0016
<b>Cink, mg/l</b>	0.035	0.023	0.029	0.66	2.2	0.68	0.78	0.26	0.25	0.03	0.017
<b>Kobalt, mg/l</b>	<0.001	<0.001	<0.001	0.034	0.081	0.047	0.05	0.019	0.019	<0.001	<0.001
<b>Stroncijum, mg/l</b>	0.16	0.16	0.16	0.93	1.1	1.2	1.3	0.56	0.54	0.21	0.21
<b>Sumpor, mg/l</b>	9.4	9.3	9.4	279	276	321	326	110	105	9.4	9.3
<b>Magnezijum, mg/l</b>	6.3	6.4	6.4	45	46	43	43	20	19	8.4	8.3
<b>Kalijum, mg/l</b>	2.3	2.4	2.6	8.4	11	9.3	9.7	5.0	4.8	3.2	3.1
<b>Kalcijum, mg/l</b>	69	69	69	210	236	277	279	139	136	66	67
<b>Natrijum, mg/l</b>	8.6	8.7	8.9	51	45	45	44	23	22	14	15
<b>Fenolna jedinjenja, µg/L</b>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Naftni uljovodonici, mg/L</b>	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
<b>Površinski aktivne materije µg/L</b>	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
<b>AOX (adsorptivni organski halogenidi), µg/L</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Fekalni koliformi MPN/100ml</b>	<10	<10	<10	<10	2400	930	40	230	<10	90	430
<b>Ukupni kolifomi, MPN/100ml</b>	<10	<10	<10	230	24000	2400	230	2400	230	230	2400
<b>Crvene enterokoke, MPN/100ml</b>	<10	<10	<10	230	2400	2400	11000	2100	230	40	40
<b>Broj aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/100ml</b>	$4 \times 10^4$	$3 \times 10^4$	$1.6 \times 10^5$	$1.6 \times 10^6$	$1.1 \times 10^7$	$6 \times 10^5$	$6.2 \times 10^5$	$5.4 \times 10^5$	$5.7 \times 10^5$	$1.4 \times 10^5$	$8 \times 10^4$

Prostorne distribucije arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u uzorcima vode (Borska reka-Timok) prikazani su na slici 12.



Slika 12. Prostorna distribucija arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u uzorcima vode (Borska reka-Timok)

Prostorne distribucije sulfata (mg/l) i crevnih enterokoka (MPN/100ml) u uzorcima vode (Borska reka-Timok) prikazane su na slici 13.

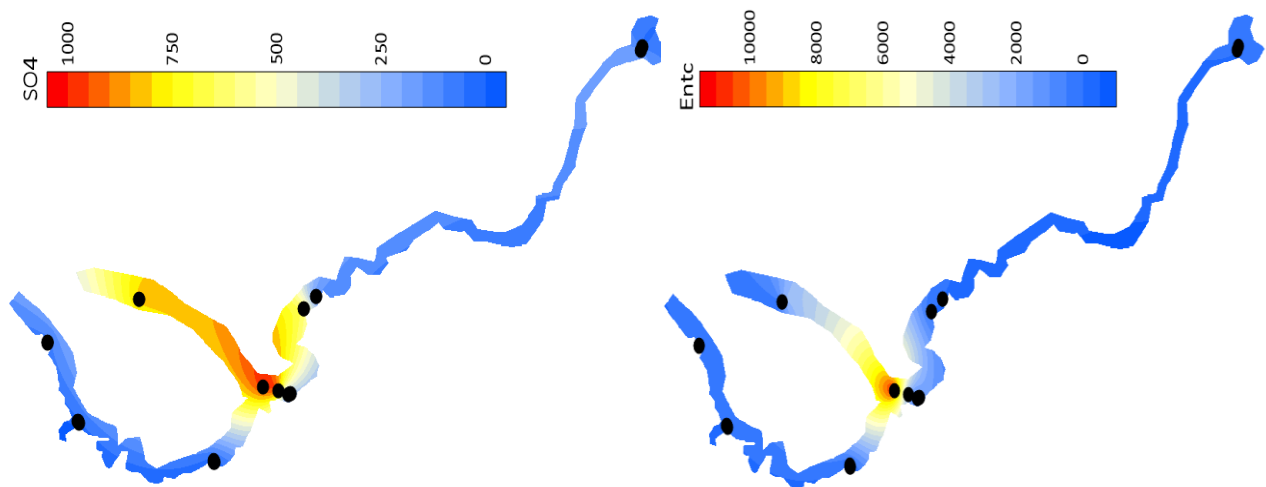


Figure 13. The spatial distributions of sulfates (mg/l) and Intestinal enterococci (MPN/100ml)

Tabela 13. Rezultati analize parametara kvaliteta vode –Timok - Hidroelektrana Sokolovica (Uzorak ID 12051609xx)

Lokacija:	Veliki Timok kod Hidroelektrane Sokolovica (pre akumulacije)		Veliki Timok kod Hidroelektrane Sokolovica (posle akumulacije)		Timok pre uliva u Dunav	Dunav pre ulivanja reke Timok
	21	22	23	24	09	10
Oznaka uzoraka:	21	22	23	24	09	10
Temperatura vode, °C	21.8	21.7	21.2	21.3	23.2	23.7
Boja	yellow	yellow	slightly yellow	slightly yellow	slightly yellow	slightly yellow
Miris	without	without	without	without	without	without
Elektroprovodljivost $\mu\text{S/cm}$	1356	1314	768	752	778	470
pH	6.9	7.2	7.3	7.2	7,7	8,0
Rastvoreni kiseonik mg/l	2.9	2.4	2.1	2.3	4,6	3,8
Sulfati, mg/l	629	632	153	146	201	45
Hloridi, mg/l	13	12	15	17	18	29
Ortofosfati, mg/l	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0,01	0,28
Nitrati mgN/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0,61	0,85
Nitriti mgN/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,04	<0.03
Amonijum jon(NH <sub>4</sub> -N) mgN/l	0.33	0.21	0.09	0.07	0,36	0,42
Arsen, mg/l	0.0049	0.0043	0.0066	0.0065	0,0093	0,0034
Kadmijum, mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0,001	<0,001
Bakar, mg/l	0.031	0.026	0.027	0.026	0,12	0,0086
Hrom(total), mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
Gvožđe, mg/l	0.34	0.20	0.31	0.24	2,8	0,38
Mangan, mg/l	0.53	0.48	0.054	0.056	0,098	0,048
Nikl, mg/l	0.0088	0.0090	0.0074	0.007	0,0089	0,0076
Olovo, mg/l	<0.001	<0.001	0.0011	<0.001	0,0046	<0,001
Cink, mg/l	0.048	0.051	0.038	0.052	0,064	0,034
Kobalt, mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,0012	<0,001
Stroncijum, mg/l	0.7	0.68	0.37	0.35	0,42	0,25
Sumpor, mg/l	225	223	51	49	72	15
Magnezijum, mg/l	21	20	15	14	17	11
Kalijum, mg/l	5.5	5.2	3.9	3.7	4,1	3,2
Kalcijum, mg/l	246	228	102	97	98	48
Natrijum, mg/l	22	21	21	20	23	18
Fenolna jedinjenja, $\mu\text{g/L}$	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Naftni uljovodonici, mg/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

<b>Površinski aktivne materije µg/L</b>	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
<b>AOX (adsorptivni organski halogenidi), µg/L</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>Fekalni koliformi MPN/100ml</b>	<10	40	230	<10	<10	<10
<b>Ukupni kolifomi, MPN/100ml</b>	<10	230	230	<10	<10	230
<b>Crvene enterokoke, MPN/100ml</b>	<10	<10	<10	<10	<10	230
<b>Broj aerobnih heterotrofnih bakterija, cfu/100ml</b>	1,6 x 10 <sup>5</sup>	2,6 x 10 <sup>5</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>5</sup>	9.6 x 10 <sup>5</sup>	1.1 x 10 <sup>5</sup>

Tabela 14. Rezultati analize sedimenata - Brestovačka reka, Crni Timok (Oznaka uzoraka 52083002xx)

Lokacija:	Brestovačka reka pre uliva u Crni Timok	Crni Timok pre uliva Brestovačke reke	Crni Timok posle uliva Brestovačke reke	Otpadni kanal iz rudnika Čukaru Peki	Brestovačka reka bez uticaja otpadnih voda iz kopa	Brestovačka reka neposredno po ulivanju otpadnih voda iz kopa
Oznaka uzorka:	02	03	04	16	17	18
Parametar:	Arsen, mg/kg					
Rezultat:	2.5	3.1	6.9	34	5.6	7.5
MDK <sup>1</sup>	16.6	18.1	23.1	19.3	18.7	21.3
MDK <sup>2</sup>	31.5	34.3	43.8	36.6	35.4	40.3
MDK <sup>3</sup>	31.5	34.3	43.8	36.6	35.4	40.3
MDK <sup>4</sup>	31.5	34.3	43.8	36.6	35.4	40.3
Parametar:	Kadmijum, mg/kg					
Rezultat:	0.36	0.43	0.72	0.48	0.55	0.57
MDK <sup>1</sup>	0.5	0.5	0.8	0.6	0.6	0.7
MDK <sup>2</sup>	1.2	1.3	2	1.4	1.5	1.8
MDK <sup>3</sup>	4.5	4.9	7.3	5.4	5.5	6.9
MDK <sup>4</sup>	7.2	7.8	11.8	8.6	8.9	11
Parametar:	Hrom (total), mg/kg					
Rezultat:	0.77	4.9	6.9	9.4	4.4	5.1
MDK <sup>1</sup>	51.6	57.6	58.2	58.8	51.6	51.2
MDK <sup>2</sup>	196	219	221	223	196	195
MDK <sup>3</sup>	196	219	221	223	196	195
MDK <sup>4</sup>	196.1	218.9	221.2	223.4	196.1	194.6
Parametar:	Bakar, mg/kg					
Rezultat:	37	37	287	757	129	181
MDK <sup>1</sup>	17.4	19.7	27.2	21.4	20.5	24.4
MDK <sup>2</sup>	17.4	19.7	27.2	21.4	20.5	24.4
MDK <sup>3</sup>	43.6	49.2	67.9	53.6	51.2	61

MDK <sup>4</sup>	92	104	143	113	108	129
Parametar:	Živa, mg/kg					
Rezultat:	<0.05	<0.05	0.053	0.054	<0.05	<0.05
MDK <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
MDK <sup>2</sup>	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
MDK <sup>3</sup>	1.1	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2
MDK <sup>4</sup>	6.9	7.3	8	7.5	7.2	7.5
Parametar:	Olovo, mg/kg					
Rezultat:	4.3	10	18	10	13	13
MDK <sup>1</sup>	54.1	57.8	70.3	60.7	59.1	65.7
MDK <sup>2</sup>	337	360	438	379	369	409
MDK <sup>3</sup>	337	360	438	379	369	409
MDK <sup>4</sup>	337	360	438	379	369	409
Parametar:	Nikl, mg/kg					
Rezultat:	1.2	6.4	6.6	8.5	3.8	4.2
MDK <sup>1</sup>	10.8	13.8	14.1	14.4	10.8	10.6
MDK <sup>2</sup>	10.8	13.8	14.1	14.4	10.8	10.6
MDK <sup>3</sup>	13.9	17.7	18.1	18.5	13.9	13.6
MDK <sup>4</sup>	64.8	82.8	84.6	86.4	64.8	63.6
Parametar:	Cink, mg/kg					
Rezultat:	23	19	70	41	49	55
MDK <sup>1</sup>	57.3	67.4	86.6	72.7	64.9	74.4
MDK <sup>2</sup>	196	231	297	249	223	255
MDK <sup>3</sup>	295	346	445	374	334	383
MDK <sup>4</sup>	295	346	445	374	334	383

MDK<sup>1</sup> – \* Ciljna vrednost

MDK<sup>2</sup> – \* Vrednost limita

MDK<sup>3</sup> – \* Verifikacioni nivo

MDK<sup>4</sup> – \* Vrednost remedijacije

\* korigovane vrednostii na sadržaj gline i organske materije, u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Službeni glasnik RS“, br. 50/12).



Tabela 15. Rezultati analize sadržaja radionuklida u sedimentima- Brestovačka reka, Crni Timok (Uzorak ID 52083002xx)

Lokacija:	Brestovačka Reka – pre ušća u Crni Timok	Crni timok pre uliva Brestovačke reke	Crni timok posle uliva Brestovačke reke	Otpadni kanal iz rudnika Čukaru Peki	Brestovačka reka bez uticaja otpadnih voda iz kopa	Brestovačka reka neposredno po ulivanju otpadnih voda iz kopa
ID uzorka:	02	03	04	16	17	18
Parametar:	<sup>137</sup> Cesium, Bq/kg					
Rezultat:	<1.0	<1.0	<1.0	5.9	2	<1.0
Parametar:	<sup>40</sup> Potassium, Bq/kg					
Rezultat:	418	221	125	331	196	105
Parametar:	<sup>232</sup> Thorium, Bq/kg					
Rezultat:	11	9.3	5.4	13	7.2	4.1
Parametar:	<sup>226</sup> Radium, Bq/kg					
Rezultat:	10	12	5.3	12	6.3	5.4
Parametar:	<sup>238</sup> Uranium, Bq/kg					
Rezultat:	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0

Tabela 16. Rezultati analize sedimenata - Crni Timok, Borska reka, Veliki Timok (ID (uzorka 52083002xx)

Lokacija:	Crni Timok - ispuštanje otpadnih voda Zaječarske pivare	Borska reka		Borska reka pre ušća u Veliki Timok		Veliki Timok posle uliva Borske reke		Veliki Timok pre uliva Borske reke
Sample ID:	01	05	06	21	22	23	24	25
Parametar:	Arsen, mg/kg							
Rezultat:	<b>1.8</b>	<b>210</b>	<b>194</b>	<b>109</b>	<b>338</b>	<b>319</b>	<b>157</b>	<b>2.6</b>
MDK <sup>1</sup>	17.8	16.6	16.1	16.5	16.9	27.7	19.7	16
MDK <sup>2</sup>	33.7	31.4	30.4	31.3	32	52.6	37.4	30.3
MDK <sup>3</sup>	33.7	31.4	30.4	31.3	32	52.6	37.4	30.3
MDK <sup>4</sup>	33.7	31.4	30.4	31.3	32	52.6	37.4	30.3
Parametar:	Kadmijum, mg/kg							
Rezultat:	<b>0.22</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>1.9</b>	<b>5.1</b>	<b>3.7</b>	<b>2.9</b>	<b>0.27</b>
MDK <sup>1</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.1	0.7	0.5
MDK <sup>2</sup>	1.2	1.2	1.1	1.2	1.3	2.7	1.6	1.1

MDK <sup>3</sup>	4.6	4.6	4.3	4.5	4.7	10.2	6.2	4.2
MDK <sup>4</sup>	7.3	7.3	6.9	7.3	7.5	16.3	9.9	6.8
Parametar:	Hrom (total), mg/kg							
Rezultat:.	<b>2.6</b>	<b>6.1</b>	<b>11</b>	<b>9.5</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>11</b>
MDK <sup>1</sup>	59.6	50.4	50.8	50.4	50.8	50.6	50.6	51
MDK <sup>2</sup>	227	192	193	192	193	192	192	194
MDK <sup>3</sup>	227	192	193	192	193	192	192	194
MDK <sup>4</sup>	227	192	193	192	193	192	192	194
Parametar:	Bakar, mg/kg							
Rezultat:.	<b>13</b>	<b>4177</b>	<b>3687</b>	<b>1467</b>	<b>4429</b>	<b>2245</b>	<b>1963</b>	<b>10</b>
MDK <sup>1</sup>	19.2	17.4	16.6	17.3	17.8	34.1	22.1	16.5
MDK <sup>2</sup>	19.2	17.4	16.6	17.3	17.8	34.1	22.1	16.5
MDK <sup>3</sup>	47.9	43.4	41.4	43.1	44.6	85.3	55.3	41.1
MDK <sup>4</sup>	101	92	88	91	94	180	117	87
Parametar:	Živa, mg/kg							
Rezultat:.	<b>&lt;0.05</b>	<b>0.11</b>	<b>0.13</b>	<b>0.072</b>	<b>0.085</b>	<b>0.13</b>	<b>0.067</b>	<b>&lt;0.05</b>
MDK <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
MDK <sup>2</sup>	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3
MDK <sup>3</sup>	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1
MDK <sup>4</sup>	7.3	6.9	6.8	6.8	6.9	8.4	7.3	6.8
Parametar:	Lead, mg/kg							
Rezultat:.	<b>3.3</b>	<b>73</b>	<b>83</b>	<b>65</b>	<b>86</b>	<b>53</b>	<b>39</b>	<b>4</b>
MDK <sup>1</sup>	57	53.9	52.6	53.8	54.7	81.9	61.8	52.4
MDK <sup>2</sup>	355	336	328	335	341	510	386	327
MDK <sup>3</sup>	355	336	328	335	341	510	386	327
MDK <sup>4</sup>	355	336	328	335	341	510	386	327
Parametar:	Nikl, mg/kg							
Rezultat:.	<b>2.8</b>	<b>10.9</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>8.1</b>
MDK <sup>1</sup>	14.8	10.2	10.4	10.2	10.4	10.3	10.3	10.5
MDK <sup>2</sup>	14.8	10.2	10.4	10.2	10.4	10.3	10.3	10.5
MDK <sup>3</sup>	19	13.1	13.4	13.1	13.4	13.2	13.2	13.5
MDK <sup>4</sup>	88.8	61.2	62.4	61.2	62.4	61.8	61.8	63
Parametar:	Cink, mg/kg							
Rezultat:.	<b>4.7</b>	<b>442</b>	<b>558</b>	<b>184</b>	<b>575</b>	<b>265</b>	<b>206</b>	<b>19</b>
MDK <sup>1</sup>	67.6	56.2	54.5	55.9	57.7	98.2	68.2	54.4
MDK <sup>2</sup>	232	193	187	192	198	337	234	187
MDK <sup>3</sup>	348	289	281	288	297	505	351	279
MDK <sup>4</sup>	348	289	281	288	297	505	351	279

MDK<sup>1</sup> – \* Ciljna vrednost

MDK<sup>2</sup> – \* Vrednost limita

MDK<sup>3</sup> - \* Verifikacioni nivo

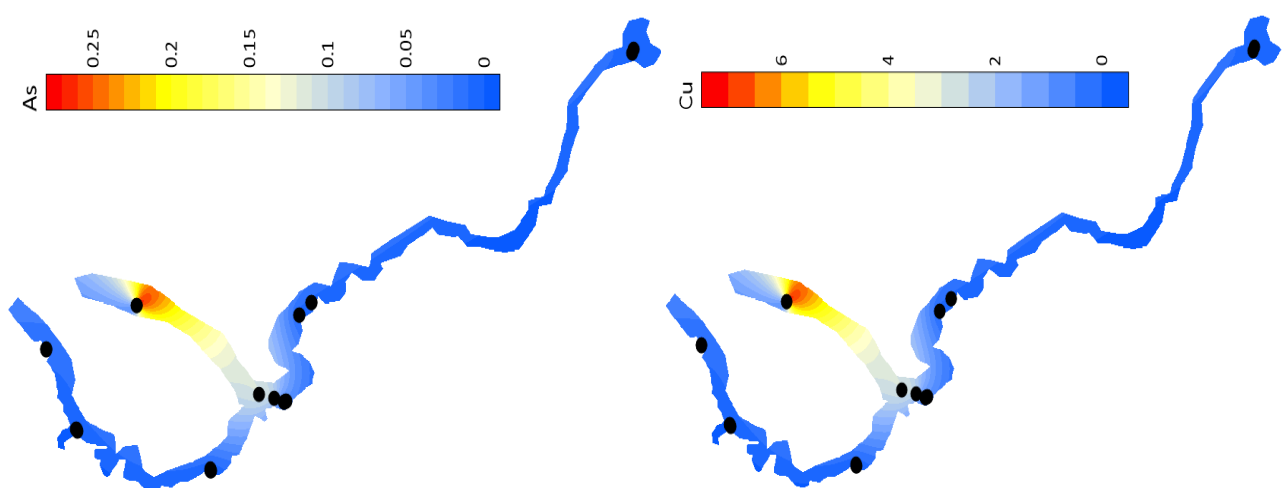
MDK<sup>4</sup> - \* Vrednost remedijacije

\* korigovane vrednostii na sadržaj gline i organske materije, u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Službeni glasnik RS“, br. 50/12).

Tabela 17. Rezultati analize sadržaja radionuklida u sedimentima- Crni Timok, Borska reka, Veliki Timok (Uzorak ID 52083002xx)

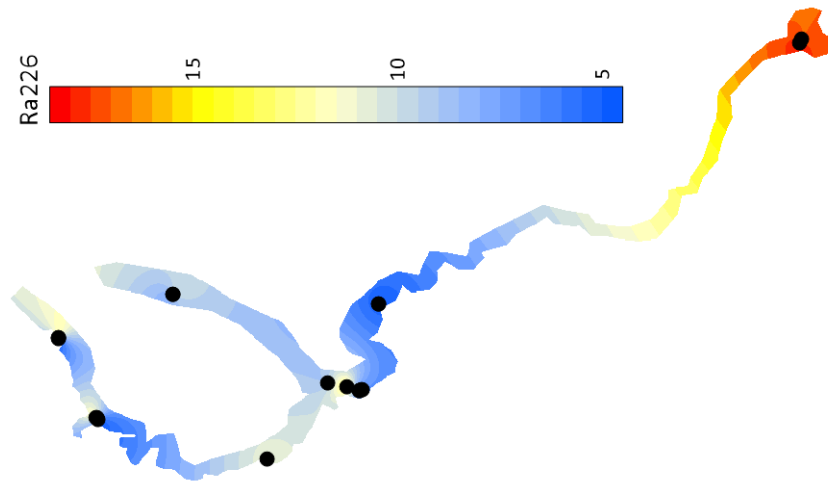
Lokacija:	Crni Timok - ispuštanje otpadnih voda Zaječarske pivare	Borska reka		Borska reka pre ušća u Veliki Timok		Veliki Timok posle uliva Borske reke		Veliki Timok pre uliva Borske reke
ID Uzorka:	01	05	06	21	22	23	24	25
Parametar:	<sup>137</sup> Cesium, Bq/kg							
Rezultat:	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Parametar:	<sup>40</sup> Potassium, Bq/kg							
Rezultat:	253	218	294	358	248	79	110	8.3
Parametar:	<sup>232</sup> Thorium, Bq/kg							
Rezultat:	8.1	6.4	9.2	10	9.1	5.1	8.4	6.1
Parametar:	<sup>226</sup> Radium, Bq/kg							
Rezultat:	11	8.7	10	14	9.6	3.1	5.5	9.2
Parametar:	<sup>238</sup> Uranium, Bq/kg							
Rezultat:	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0

Prostorne distribucije arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u sedimentima (Borska reka-Timok) prikazani su na slici 13



Slika 13 Prostorne distribucije arsena (mg/l) i bakra (mg/l) u sedimentima (Borska reka-Timok)

Prostorna distribucija radijuma-226 u sedimentima (Borska reka- Timok) prikazan je na slici 13.



Slika 13. Prostorna distribucija radijuma-226 u sedimentima (Borska reka- Timok)

Tabela 18. Rezultati analize sedimenata – Dunav, Timok - Hidroelektrana Sokolovica

Lokacija:	Veliki Timok kod Hidroelektrane Sokolovica (pre akumulacije)		Timok pre ušća u Dunav	Dunav pre ušća Timoka
ID uzorka:	19	20	07	08
Parametar:	Arsen, mg/kg			
Rezultat:	<b>625</b>	<b>156</b>	<b>22</b>	<b>26</b>
MDK <sup>1</sup>	26.3	16.2	15.4	15.5
MDK <sup>2</sup>	49.9	30.8	29.2	29.4
MDK <sup>3</sup>	49.9	30.8	29.2	29.4
MDK <sup>4</sup>	49.9	30.8	29.2	29.4
Parametar:	Kadmijum, mg/kg			
Rezultat:	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>1.5</b>	<b>0.58</b>
MDK <sup>1</sup>	1	0.5	0.4	0.4
MDK <sup>2</sup>	2.5	1.2	1.1	1.1
MDK <sup>3</sup>	9.4	4.4	4	4
MDK <sup>4</sup>	15	7	6.4	6.5
Parametar:	Hrom (total), mg/kg			
Rezultat:	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>3.7</b>	<b>8.0</b>
MDK <sup>1</sup>	51.6	50.8	50.4	50.4
MDK <sup>2</sup>	196	193	196	192
MDK <sup>3</sup>	196	193	196	192
MDK <sup>4</sup>	196	193	196	192

Parametar:	Bakar, mg/kg			
Rezultat:	<b>9395</b>	<b>4112</b>	<b>253</b>	<b>243</b>
MDK <sup>1</sup>	32	16.8	15.6	15.7
MDK <sup>2</sup>	32	16.8	15.6	15.7
MDK <sup>3</sup>	80	42.1	38.9	39.3
MDK <sup>4</sup>	169	88.9	82.1	83
Parametar:	Živa, mg/kg			
Rezultat:	<b>0.077</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	<b>0.081</b>
MDK <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2
MDK <sup>2</sup>	0.4	0.3	0.3	0.3
MDK <sup>3</sup>	1.3	1.1	1.1	1.1
MDK <sup>4</sup>	8.3	6.8	6.7	6.7
Parametar:	Olovo, mg/kg			
Rezultat:	<b>110</b>	<b>67</b>	<b>9.2</b>	<b>7.4</b>
MDK <sup>1</sup>	78.3	53.1	50.9	51.2
MDK <sup>2</sup>	489	331	318	319
MDK <sup>3</sup>	489	331	318	319
MDK <sup>4</sup>	489	331	318	319
Parametar:	Nikl, mg/kg			
Rezultat:	<b>88</b>	<b>187</b>	<b>15</b>	<b>12</b>
MDK <sup>1</sup>	10.8	10.4	10.2	10.2
MDK <sup>2</sup>	10.8	10.4	10.2	10.2
MDK <sup>3</sup>	13.9	13.4	13.1	13.1
MDK <sup>4</sup>	64.8	62.4	61.2	61.2
Parametar:	Cink, mg/kg			
Rezultat:	<b>1136</b>	<b>766</b>	<b>53</b>	<b>22</b>
MDK <sup>1</sup>	93.7	55.2	51.7	52.1
MDK <sup>2</sup>	321	189	177	179
MDK <sup>3</sup>	482	284	266	268
MDK <sup>4</sup>	482	284	266	268

MDK1 – \* Ciljna vrednost

MDK2 – \* Vrednost limita

MDK3 - \* Verifikacioni nivo

MDK4 - \* Vrednost remedijacije

\* korigovane vrednostii na sadržaj gline i organske materije, u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Službeni glasnik RS“, br. 50/12).

Tabela 19. Rezultati analize sadržaja radionuklida u sedimentima- Dunav, Timok - Hidroelektrana Sokolovica (Uzorak ID 52083002xx)

Lokacija:	Veliki Timok kod Hidroelektrane Sokolovica (pre akumulacije)		Timok pre ušća u Dunav	Dunav pre ušća Timoka
Sample ID:	19	20	07	08
Parametar:	<sup>137</sup> Cesium, Bq/kg			
Rezultat:	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Parametar:	<sup>40</sup> Potassium, Bq/kg			
Rezultat:	61	341	399	308
Parametar:	<sup>232</sup> Thorium, Bq/kg			
Rezultat:	4.2	12	12	13
Parametar:	<sup>226</sup> Radium, Bq/kg			
Rezultat:	5.5	11	18	17
Parametar:	<sup>238</sup> Uranium, Bq/kg			
Rezultat:	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0

## 4.2.3. Analiza uzoraka ribe

Parametar	Oznaka uzorka		MDK
	4208300101	4208300102	
Kadmijum, mg/kg	0.27	<0.01	0.050
Olovo, mg/kg	0.058	0.041	0.30
Arsen, mg/kg	0.26	<0.05	-
Bakar, mg/kg	5.9	0.71	-
Hrom (total), mg/kg	<0.1	<0.1	-
Kobalt, mg/kg	0.096	<0.03	-
Nikl, mg/kg	0.084	<0.07	-
Gvožđe, mg/kg	20	25	-
Mangan, mg/kg	4.2	3.1	-
Cink, mg/kg	22	23	-
Živa, mg/kg	0.098	0.15	0.50

MDK- Pravilnik o maksimalnim koncentracijama određenih zagađivača u hrani, Službeni glasnik RS br. 81/2019, 126/2020, 90/2021 i 118/2021, Prilog 1.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja, u cilju utvrđivanja uticaja rudarenja na kvalitet reka- Crni Timok, Veliki Timok, Borska reka, Pek i Dunav u skladu sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/12) i Uredbi o kategorizaciji vodotoka ("Sl. glasnik RS", br. 5/68), može se zaključiti da u ispitivanim rekama Timočke Kraijne postoji zagađenje.

Reka Pek nastaje ušćem dveju reka- Veliki Pek i Mali Pek. Radi utvrđivanja potencijalnog zagađenja pomenute reke, uzorkovani su uzorci na tačkama od interesa – Mali Pek pre dovoda kanalizacije, Mali Pek pre i posle površinskog kopa u Majdanpeku, Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valja Fundata i na kraju na ciljnoj lokaciji – posle ušća obe reke i formiranja reke Pek.

Ispitivanjem navedenih uzoraka može se zaključiti da:

U uzorku reke Mali Pek pre dovoda kanalizacije nije detektovana kontaminacija. Daljim tokom reke, tj. U uzorku vode pre površinskog kopa u Majdanpeku analizom je utvrđen povećan sadržaj ortofosfata, amonijum jona, gvožđa, dok je posle površinskog kopa pored navedenih parametara detektovan i povećan sadržaj sulfata. Na obe lokacije mikrobiološka analiza je pokazala kontaminaciju aerobnim mezofilnim bakterijama i crevnim enterokokama. Takođe, izmerena je koncentracija bakra blizu granične vrednosti u uzorku vode reke Mali Pek na lokaciji posle površinskog kopa u Majdanpeku i ovaj parametar se treba pratiti.

Konačno, analiza je pokazala da u skladu sa gore navedim Uredbama, postoji određena kontaminacija koja narušava klasu reke Pek koja prema Uredbi prepada klasi III. Konkretno, detektovana je povećana koncentracija sulfata, ortofosfata, gvožđa, mangana i mikrobioloških parametara: aerobnih heterotrofnih bakterija i crevnih enterokoka.

Što se tiče ispitivanja uzoraka sedimenata na navedenim lokacijama, analiza je pokazala da je u svim analiziranim uzorcima detektovana koncentracija bakra iznad remedijacione vrednosti. Takođe, u uzorcima sedimenta na lokaciji Mali Pek pre površinskog kopa u Majdanpeku, Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valja Fundata i u Pek posle ušća detektovana je koncentracija arsena iznad vrednosti remedijacije. Izmerene su i povećane koncentracije cinka u uzorcima reke Mali Pek posle površinskog kopa i u reci Pek. Ocena kvaliteta sedimenta je, u skladu sa navedenom Urednom, da je sediment zagađen. Sadržaj analiziranih metala je dosta veći u uzorcima sedimenta nego u uzorcima vode, što je posledica neprestanog protoka vode i činjenice da je nekoliko dana pre uzorkovanja i u određenom trenutku tokom uzorkovanja padala kiša.

Rezultati analize uzoraka vode Brestovačke reke posle ulivanja otpadnog kanala iz rudnika Čukaru Peki pokazuje da su određene vrednosti neznato povećane u odnosu vrednosti parametara na lokaciji pre uliva. Analiza uzorka vode reke Crni Timok posle uliva Brestovačke reke nije pokazala povećanje koncentracije analiziranih parametara osim za parametar ortofosfati i amonijum jon. Takođe, izmeren sadržaj rastvorenog kiseonika je nizak. Ove vode je potrebno dalje pratiti s obzirom da je u periodu uzorkovanje bilo padavina, što može imati uticaja na rezultate analize. Analiza uzoraka sedimenta pokazala je da je u uzorku na lokaciji otpadni kanal iz rudnika Čukaru Peki, kao i u uzorku iz Brestovačke reke pre i posle otpadnog kanala i uzorku iz reke Crni Timok posle uliva Brestovačke reke, detektovana visoka koncentracija bakra iznad vrednosti remedijacije. U uzorku otpadnog kanala takođe postoji koncentracija arsena iznad ciljne vrednosti.

Dalji tok Crnog Timoka koji je kategorisan klasom II, pokazuje povećane koncentracije amonijum jona i nizak sadržaj rastvorenog kiseonika koji narušavaju kvalitet. Na lokaciji Crni Timok - Grad Zaječar - mesto ispuštanja otpadnih voda Zaječarske pivare mikrobiološkom analizom detektovan

je povećan sadržaj aerobnih mezofilnih bakterija.

Površinska voda Borske reke, od Bora do uliva u Crni Timok, kategorisana je kao reka lošeg kvaliteta i pripada IV klasi kvaliteta. Analiza uzoraka pokazala je povećanu koncentraciju sulfata. Boja uzoraka ove vode je braon- žute boje. Analizom uzoraka na sadržaj teških metala utvrđena je povećana koncentracija arsena, bakra, gvožđa i mangana. Na osnovu ispitivanja uzoraka vode uzorkovanih pre i posle uliva Borske reke u Veliki Timok može se zaključiti da ulivom Borske reke dolazi do povećanja koncentracije olova, cinka, nikla, arsena i kalcijuma. Najveća detektovana promene je u koncentraciji bakra, gvožđa i mangana. Što se tiče ispitivanja kvaliteta sedimenta, analiza je pokazala koncentracije arsena, bakra i cinka veće od vrednosti remedijacije. Takođe, detektovan je sadržaj olova, kadmijuma i nikla koji utiče na smanjenje ocene kvaliteta.

Dalji tok reke Veliki Timok nailazi na Hidroelektranu Sokolica. Uzorci su uzorkovani na lokaciji pre i posle rezervoara. Analiza je pokazala da je uzorak nakon rezervoara boljeg kvaliteta u pogledu određenih parametara - sadržaja sulfata, mangana, kalcijuma.

Analizom uzoraka sedimenta reke Timok pre uliva u reku Dunav detektovan je sadržaj bakra u koncentraciji većoj od remedijacione vrednosti, koncentracija arsena i cinka iznad ciljne vrednosti, kadmijuma iznad vrednosti limita i nikla iznad verifikacionog nivoa. U uzorku vode na istoj lokaciji izmeren sadržaj gvožđa i broj aerobnih heterotrofa prelazi granične vrednosti za klasu III. Analizirani uzorak vode reke Dunav pre uliva reke Timok pokazala je da ova voda pripada klasi II osim za parametar ortofosfati, amonijum jon i broj aerobnih heterotrofa, dok je u sedimentu detektovana koncentracija bakra koja prelazi vrednost remedijacije, kao i sadržaj arsena i kadmijuma iznad ciljne vrednosti i nikla iznad vrednosti limita. Sadržaj navedenih metala nije zanemarljiv i potrebno je pratiti kvalitet vode i sedimeta reke Timok kao i njenih pritoka u cilju praćenja kvaliteta.



## 6. PRILOG – Slike sa terena



Mali Pek pre površinskog kopa u Majdanpeku



Mali Pek posle površinskog kopa u Majdanpek



Veliki Pek nizvodno od jalovišta u Valji Fundata



Pek posle uliva Malog I Velikog Peka



Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar - kupalište Popova plaža



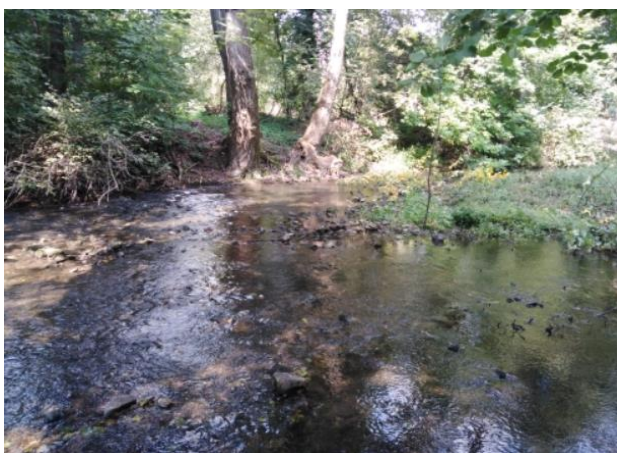
Crni Timok na delu toka kroz Grad Zaječar - mesto ispuštanja otpadnih voda Zaječarske pivare



Brestovačka Reka – pre ušća u Crni Timok



Crni Timok pre uliva Brestovačke Reke



Crni Timok posle uliva Brestovačke reke



Borska reka



Otpadni kanal iz rudnika Čukaru Peki



Brestovačka reka neposredno po ulivanju  
otpadnih voda iz kopa



Veliki Timok posle uliva Borske reku



Timok pre ušća u Dunav



Dunav pre uliva reke Timok