

*Professional paper*

*Stručni rad*

*UDC: 628.33(497.11 Čitluk)*

*DOI: 10.5825/afts.2012.0407.065K*

## SANACIJA OTPADNIH VODA IZ UPRAVNO POGONSKE ZGRADE RMU „SOKO“ – ČITLUK

Kokerić Slobodan<sup>1</sup>, Guberinić Rade<sup>1</sup>, Miljanović Jovo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JP PEU Resavica, RMU „Soko“ Sokobanja, E.mail: [kokeric.sb@open.telekom.rs](mailto:kokeric.sb@open.telekom.rs)

<sup>2</sup>Rudarski fakultet Prijedor, E.mail: [miljanovic.jovo@gmail.com](mailto:miljanovic.jovo@gmail.com)

### REZIME

Rudnik „Soko“ – Čitluk je izgradio i polovinom 2006. godine pustio u pogon novu upravno pogonsku zgradu površine 2.500 m<sup>2</sup>. Nova zgrada po kapacitetu i funkcionalnosti u potpunosti zadovoljava potrebe za preko 600 zaposlenih radnika. Imajući u vidu lokaciju pomenute zgrade kao i činjenicu da se rudnik nalazi na teritoriji prve ekološke opštine u Srbiji, rudnik je vodio računa o očuvanju životne sredine i izgradio sistem za prečišćavanje otpadnih voda pre ispuštanja u recipijent reku Izgaru.

U ovom radu prikazaćemo sistem za preradu otpadnih voda, rezultate ispitivanja otpadnih voda pre i posle sistema za preradu otpadnih voda kao i ukupne količine prerađenog efluenta iz postrojenja za konačnu dispoziciju otpadnih voda u recipijent reku „Izgaru“ u 2011. godini.

*Ključne reči: otpadne vode, sistem za preradu otpadnih voda, monitoring sistema*

## SANITATION WASTE WATER TREATMENT FROM THE FACILITIES OF RMU SOKO-ČITLUK

### ABSTRACT

New management building was constructed and commissioned in mid 2006, at Soko mine in Čitluk. Area of the building is 2500 m<sup>2</sup>. This building was constructed to meet all requirements regarding capacity and functionality for 600 workers. Considering location of the building, including the fact that building is in first ecological municipality of Serbia, special attention was given to environmental protection. Together with the building Soko mine also constructed treatment system for sanitation water before releasing it to local recipient, Izgara River.

Sanitation waste water treatment system is presented in this paper, testing results of water before and after the treatment, as well as amounts of treated effluent in 2011, before releasing it.

*Ključne reči: waste water, waste water treatment system, monitoring of system*

### UVOD

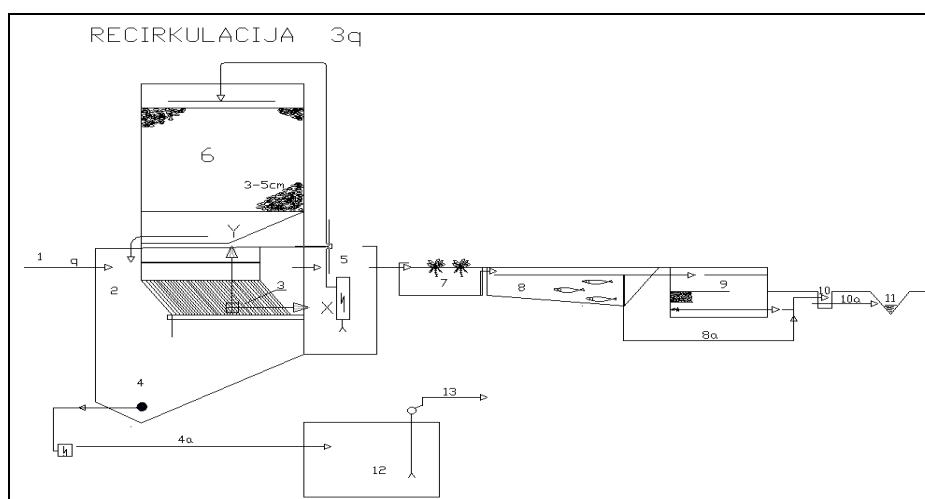
Upravno pogonsko zgrada u RMU „Soko“ ima rešenu distribuciju sanitarnih otpadnih voda koje proizvodi. Pomenutu vodu čine sanitarni čvorovi, tuševi u kupatilima i otpadne vode iz restorana

društvene ishrane. Sva količina otpadnih voda iz upravno – pogonske zgrade glavnim kanalizacionim kolektorom odlazi do postrojenja za preradu otpadnih voda, gde se vrši njeno prečišćavanje i dalja istribucija u neposredni recipijent, reku „Izgaru“ i kasnije u reku „Moravicu“ [1].

Voda se u procesu prečišćavanja pre ispuštanja u recipijent dovodi prosečno do kvaliteta efluenta klase IIa. Izrada postrojenja i rad na njemu započet je septembra 2003. godine. Najveći deo radova neophodnih za ispravan rad postrojenja izveden je u toku 2006. godine kada je postrojenje pušteno u probni rad. Zvanično rad postrojenja je započeo 11.08.2008. godine, kada je izdata upotrebna dozvola za izvedene radove od strane Opštinske uprave Opštine Sokobanja. Objekat je izgrađen na osnovu građevinske dozvole izdate od istog organa [2].

## SISTEM ZA KONAČNU DISPOZICIJU OTPANIH VODA

Sistem prečišćavanja bazira se na mehaničkom prečišćavanju preko cevaste taložnice kao i biološkom prečišćavanju putem aerobne i anaerobne metode, slika 1. Zadatak cevaste taložnice je da što više usitni dolazeći supstrat i maksimalno ga istaloži na svom putu ka daljem prečišćavanju, dok se biološkim tretmanom aerobno organski deo supstrata putem kiseonika iz vazduha delimično izdvaja na filteru prokapsnik [3]. Odatle se supstrat dalje odvodi u betonsku jamu gde se pod prirodnim temperaturnim uslovima dešavaju anaerobni procesi truljenja koji nezreli aktivni mulj pretvaraju u zreli prevreli, tzv. digestirani mulj koji se potom može koristiti u organskoj proizvodnji kao đubrivo.



Slika 1. Šematski prikaz postrojenja za konačnu dispoziciju otpadnih voda iz upravno pogonske zgrade

1. fekalna kanalizacija-dovod otpadne vode, 2. hvatač masti i ulja, 3. cevasta taložnica, 4. zona mulja, 4a. prebacivanje u digestor, 5. recirkulacioni agregat i rotacioni distributor, 6. biološki filter prokapsnik, 7. bazen za hidrofitekulture, 8. bazen za akvapolikulture, 8. ispust biološki prerađene vode – alternativa za jesen/proleće, 9. spori peščani filter, 10. vodomerno okno –registrator, 10a. ispust tercijalno obrađenogefluenta – leto, 11. recipijent, 12. digestor bazen za mulj - postojeća septička jama, 13. ovoz mulja.

Figure 1 Schematic presentation of final disposal facilities for waste water from the administrative building drive  
1. faecal sewerage – wastewater feed, 2. oil and fats scoop, 3. tubular settling tank, 4. sludge zone, 4a. transfer into the digester, 5. recirculation aggregate and rotary distributor, 6. trickling biofilter, 7. hydrophytes cultures tank, 8. aqua-polyculture tank, 8. biologically treated water discharge – alternative for autumn/spring, 9. slow sand filter, 10. gauging shaft – regulator, 10a. discharge of tertiary treated effluent – summer, 11. Recipient, 12. digester-sludge settler – existing septic tank, 13. sludge disposal

Osim pomenutog proces prečišćavanja podrazumeva i značajno eliminisanje nutrijenata iztretirane vode i to na dva načina: prvo provođenjem efluenta kroz bazen sa hidrofito kulturama koje svojim rastom i uvećanjem količine, tj. razmnožavanjem to postižu, i daljim sprovođenjem kroz sanitarne ribnjake gde projektovana smeša odgovarajućih ribljih vrsta svojom ishranom redukuje njihovu količinu. Na samom kraju procesa pre ispuštanja u recipijent voda prolazi kroz peščani filter, koji uklanja suspendovanu materiju. Na slikama 2 i 3 prikazan je fotografski snimak sistem za konačnu dispoziciju otpadnih voda u zimskim i letnim uslovima [4].



Slika 2. Snimak postrojenja u zimskim uslovima  
Figure 2 Video installations in winter conditions



Slika 3. Snimak postrojenja u letnjim uslovima  
Figure 3 Video installations in summer conditions

Postrojenja za preradu otpadnih sanitarnih voda rađena na ovom principu predviđena su za korišćenje kod izolovanih objekata tipa hotela, motela, kampova i sl. Kapacitet ovih objekata kreće se u dijapazonu od 1,25 do 2,5 l/s prečišćenog efluenta [5]. U tabeli broj 1 prikazana je ukupna količina prerađenog efluenta iz postrojenja za konačnu dispoziciju otpadnih voda u recipijent reku „Izgare“ u 2011. godini. U ovu količinu vode ulazi prerađani efluent iz upravno-pogonske zgrade RMU „Soko“ i atmosferska voda sa okolne slivne površine.

Tabela 1. Dnevni, mesečni i godišnji nivo prerađenog efluenta otpadnih voda iz prečišćavača  
Table 1 Daily, monthly and annual levels of processed effluent wastewater filters

Mesec	Dnevni prosečni priliv (l/sek)	Mesečni priliv (m <sup>3</sup> /mes)
Januar	1,08	2.886,17
Februar	1,17	2.829,54
Mart	1,19	3.180,06
April	1,19	3.079,57
Maj	1,12	2.999,70
Jun	1,15	2.990,38
Jul	1,14	3.054,78
Avgust	1,05	2.812,64
Septembar	0,97	2.520,18
Oktobar	1,09	2.931,58
Novembar	0,92	2.386,80
Decembar	1,08	2.891,04
Ukupno	1,09	34.562,44

#### MONITORING RADA SISTEMA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Kontrolu rada postrojenja, odnosno hemijsko-bakteriološki kvalitet vode vrši Zavod za javno zdravlje „Timok“ iz Zaječara, četiri puta godišnje. Sanitarne prostorije elektro-mašinske radionice i tehničkog magacina nisu vezani za postrojenje za konačnu dispoziciju već imaju sopstvenu septičku jamu koja se povremeno prazni s tim što se ta otpadna voda direktno iz cisterne odvodi u postrojenje za preradu otpadnih voda. Uzorci za kontrolu kvaliteta otpadnih voda uzimaju se:

- pre sistema za preradu otpadnih voda,
- nakon prerade otpadnih voda pre uliva u recipijent,
- iz recipijenta pre uliva otpadnih voda iz sistema za preradu otpadnih voda,
- iz recipijenta posle uliva otpadnih voda iz sistema za preradu otpadnih voda

## REZULTATI ISPITIVANJA OTPADNE VODE PRE SISTEMA ZA PRERADU OTPADNIH VODA

Mikrobiološka ispitivanja urađena je po standardnoj metodi za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda. U tabeli 2 i tabeli 3 prikazani su rezultati mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispitivanja otpadnih voda pre sistema za preardu otpadnih voda [6].

Tabela 2. Rezultati mikrobioloških ispitivanja  
Table 2 The results of microbiological tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Ukupne koliformne bakterije kao MPN	broj u 1000 ml	>2.400.000	-	SMM-039

Tabela 3. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja  
Table 3 The results of physical and chemical tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Temperatura vode	°C	17,8	-.	Priručnik 1 P-IV-1
2.	Temperatura vazduha	°C	13,3	-.	SMH-001
3.	Vidljive otpadne materije (vizuelno)	-	ima	bez	-
4.	Primetna boja (senzorno)	-	ima	bez	-
5.	Primetna miris (senzorno)	-	ima	bez	-
6.	pH (potenciometrijski)		7,56	3-6,8-8,5	Priručnik 1 P-IV-6 metoda A
7.	Amonijum jon (spektrofotometrijski)	mg/l	12,36	-	DMH-016
8.	Nitriti kao N (spektrofotometrijski)	mg/l	0,027	-	SMH-038
9.	Nitriti kao N (koliometrijski)	mg/l	0,68	-	SMH-041
10.	Utrošak KMnO <sub>4</sub> (volumetrijski)	mg/l	50,1	-	SMH-008
11.	Hloridi (Cl) (volumetrijski)	mg/l	21,1	-	SRPS ISO 9297:1997
12.	Gvožđe Fe (spektrofotometrijski)	mg/l	0,27	-	SMH-017
13.	Mangan Mn (kolorimetrijski)	mg/l	<0,025	-	SMH-025
14.	Ukupni fosfati kao PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (spektrofotometrijski)	mg/l	3,08	-	EPA-365.3
15.	Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (spektrofotometrijski)	mg/l	25,95	-	DMH-011
16.	Ukupni suvi ostatak (granulometrijski)	mg/l	376,0	-	DMH-010
17.	Suspendovan materije (gravimetrijski)	mg/l	<0,2	-	DMH-013

18.	Rastvopreni kiseonik (volumetrijski)	mg/l O <sub>2</sub>	0,1	-	SMH-011
19.	BPK5 (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	120	-	SRPS ISO 5815:1994
20.	HPK iz KmnO <sub>4</sub> (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	12,53	-	-
21.	Deterdžent anjonski (spektrofotometrijski)	mg/l	0,05	-	SMH-031
22.	Ukupne masti i ulja (gravimetrijski)	mg/l	19,05	-	SMH-039

## REZULTATI ISPITIVANJA OTPADNIH VODA POSLE SISTEMA ZA PRERADU OTPADNIH VODA

Mikrobiološka ispitivanja urađena je po standardnoj metodi za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda. U tabeli 4 i tabeli 5 prikazani su rezultati mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispitivanja otpadnih voda posle sistema za preardu otpadnih voda [6].

Tabela 4: Rezultati mikrobioloških ispitivanja  
Table 4 The results of microbiological tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Ukupne koliformne bakterije kao MPN	broj u 1000 ml	38.000	-	SMM-039

Tabela 5. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja  
Table 5 The results of physical and chemical tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Temperatura vode	°C	13,0	-.	Priručnik 1 P-IV-1
2.	Temperatura vazduha	°C	13,3	-.	SMH-001
3.	Vidljive otpadne materije (vizuelno)	-	bez	-	-
4.	Primetna boja (senzorno)	-	Ima	-	-
5.	Primetna miris (senzorno)	-	Ima	-	-
6.	pH (potenciometrijski)		7,98	-	Priručnik 1 P-IV-6 metoda A
7.	Amonijum jon (spektrofotometrijski)	mg/l	1,95	-	DMH-016
8.	Nitriti kao N (spektrofotometrijski)	mg/l	0,032	-	SMH-038
9.	Nitriti kao N (koliometrijski)	mg/l	0,68	-	SMH-041
10.	Utrosak KMnO <sub>4</sub> (volumetrijski)	mg/l	5,00	-	SMH-008
11.	Hloridi (Cl) (volumetrijski)	mg/l	5,00	-	SRPS ISO 9297:1997
12.	Gvožđe Fe (spektrofotometrijski)	mg/l	0,10	-	SMH-017
13.	Mangan Mn (kolorimetrijski)	mg/l	<0,012	-	SMH-025
14.	Ukupni fosfati kao PO <sub>4</sub> 3 (spektrofotometrijski)	mg/l	2,09	-	EPA-365.3
15.	Sulfati SO <sub>4</sub> 2 (spektrofotometrijski)	mg/l	50,98	-	DMH-011
16.	Ukupni suvi ostatak (granulometrijski)	mg/l	252,0	-	DMH-010

17.	Suspendovan materije (gravimetrijski)	mg/l	62,2	-	DMH-013
18.	Rastvopreni kiseonik (volumetrijski)	mg/l O <sub>2</sub>	18,8	-	SMH-011
19.	BPK5 (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	42	-	SRPS ISO 5815:1994
20.	HPK iz KmnO <sub>4</sub> (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	10,72	-	-
21.	Deterdžent anjonski (spektrofotometrijski)	mg/l	0,02	-	SMH-031
22.	Ukupne masti i ulja (gravimetrijski)	mg/l	0,10	-	SMH-039

## REZULTATI ISPITIVANJA VODE RECIPIJENTA PRE ULIVA OTPADNIH VODA IZ SISTEMA ZA PRERADU OTPADNIH VODA

Mikrobiološka ispitivanja urađena je po standardnoj metodi za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda. U tabeli 6 i tabeli 7 prikazani su rezultati mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispitivanja vode recipijenta (reke Izgare) pre uliva vode iz sistema za preardu otpadnih voda

Tabela 6. Rezultati mikrobioloških ispitivanja  
Table 6 The results of microbiological tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Ukupne koliformne bakterije kao MPN	broj u 1000 ml	2.200	60.000	SMM-039

Tabela 7. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja  
Table 7 The results of physical and chemical tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Temperatura vode	°C	8,2	-	Priručnik 1 P-IV-1
2.	Temperatura vazduha	°C	13,5	-	SMH-001
3.	Vidljive otpadne materije (vizuelno)	-	bez	bez	-
4.	Primetna boja (senzorno)	-	bez	bez	-
5.	Primetna miris (senzorno)	-	bez	bez	-
6.	pH (potenciometrijski)		8,19	6,8-8,5	Priručnik 1 P-IV-6 metoda A
7.	Amonijum jon (spektrofotometrijski)	mg/l	<0,26	1,0	DMH-016
8.	Nitriti kao N (spektrofotometrijski)	mg/l	<0,005	0,05	Priručnik 1 P-V-32/ A metoda A
9.	Nitriti kao N (koliometrijski)	mg/l	0,25	10	Priručnik 1 P-V-31/ C metoda C
10.	Utrošak KMnO <sub>4</sub> (volumetrijski)	mg/l	5,7	-	SMH-008
11.	Hloridi (Cl) (volumetrijski)	mg/l	<5,00	-	SRPS ISO 9297:1997
12.	Gvožđe Fe (spektrofotometrijski)	mg/l	0,02	-	SMH-017
13.	Mangan Mn (kolorimetrijski)	mg/l	<0,025	-	SMH-025
14.	Ukupni fosfati kao PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (spektrofotometrijski)	mg/l	0,12	-	EPA-365.3

15.	Sulfati SO <sub>4</sub> 2 (spektrofotometrijski)	mg/l	26,66	-	DMH-011
16.	Ukupni suvi ostatak (granulometrijski)	mg/l	244,0	do 1.000	DMH-010
17.	Suspendovan materije (gravimetrijski)	mg/l	<0,2	do 30	DMH-013
18.	Rastvopreni kiseonik (volumetrijski)	mg/l O <sub>2</sub>	11,7	Najmanje 6	SMH-011
19.	BPK5 (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	<3	do 4	SRPS ISO 5815:1994
20.	HPK iz KmnO <sub>4</sub> (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	1,43	do 12	-
21.	Deterdžent anjonski (spektrofotometrijski)	mg/l	0,01	0,4	SMH-031
22.	Ukupne masti i ulja (gravimetrijski)	mg/l	<0,10	-	SMH-039

### REZULTATI ISPITIVANJA VODE RECIPIJENTA POSLE ULIVA OTPADNIH VODA IZ SISTEMA ZA PRERADU OTPADNIH VODA

Mikrobiološka ispitivanja urađena je po standardnoj metodi za fizičko-hemijsko i bakteriološko ispitivanje voda. U tabeli 8 i tabeli 9 prikazani su rezultati mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispitivanja vode recipijenta (reke Izgare) posle uliva vode iz sistema za preardu otpadnih voda [6].

Tabela 8. Rezultati mikrobioloških ispitivanja  
Table 8 The results of microbiological tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Ukupne koliformne bakterije kao MPN	broj u 1000 ml	8.800	60.000	SMM-039

Tabela 9. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja  
Table 9 The results of physical and chemical tests

Red. br.	Parametar	Jedinica mere	Dobijena vrednost	Propisana vrednost	Oznaka metode
1.	Temperatura vode	°C	8,5	-.	Priručnik 1 P-IV-1
2.	Temperatura vazduha	°C	13,8	-.	SMH-001
3.	Vidljive otpadne materije (vizuelno)	-	bez	bez	-
4.	Primetna boja (senzorno)	-	bez	bez	-
5.	Primetna miris (senzorno)	-	bez	bez	-
6.	pH (potenciometrijski)		8,25	6,8-8,5	Priručnik 1 P-IV-6 metoda A
7.	Amonijum jon (spektrofotometrijski)	mg/l	<0,26	1,0	DMH-016
8.	Nitriti kao N (spektrofotometrijski)	mg/l	0,011	0,05	Priručnik 1 P-V-32/ A metoda A
9.	Nitriti kao N (koliometrijski)	mg/l	0,30	10	Priručnik 1 P-V-31/ C metoda C
10.	Utrošak KMnO <sub>4</sub> (volumetrijski)	mg/l	5,7	-	SMH-008
11.	Hloridi (Cl) (volumetrijski)	mg/l	<5,00	-	SRPS ISO 9297:1997
12.	Gvožđe Fe (spektrofotometrijski)	mg/l	0,04	0,3	SMH-017

13.	Mangan Mn (kolorimetrijski)	mg/l	<0,025	-	SMH-025
14.	Ukupni fosfati kao PO <sub>4</sub> 3 (spektrofotometrijski)	mg/l	0,12	-	EPA-365.3
15.	Sulfati SO <sub>4</sub> 2 (spektrofotometrijski)	mg/l	29,57	-	DMH-011
16.	Ukupni suvi ostatak (granulometrijski)	mg/l	268,0	do 1.000	DMH-010
17.	Suspendovan materije (gravimetrijski)	mg/l	<0,2	do 30	DMH-013
18.	Rastvopreni kiseonik (volumetrijski)	mg/l O <sub>2</sub>	10,9	najmanje 6	SMH-011
19.	BPK5 (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	<3	do 4	SRPS ISO 5815:1994
20.	HPK iz KmnO <sub>4</sub> (računski)	mg/l O <sub>2</sub>	1,43	do 12	-
21.	Deterdžent anjonski (spektrofotometrijski)	mg/l	0,01	0,4	SMH-031
22.	Ukupne masti i ulja (gravimetrijski)	mg/l	<0,15	-	SMH-039

## ZAKLJUČAK

Rudnik mrkog uglja „Soko“ koji posluje u sastavu Javnog preduzeća za podzemnu eksploataciju uglja „Resavica“ ima uređen tretman otpadnih voda koji je u skladu sa zakonskom regulativom.

Otpadane vode iz Upravno pogonske zgrade se nakon tretmana u prečistaču otpadnih voda ispuštaju u recipijent. Monitoring kvaliteta otpadnih voda vrši se u propisanim rokovima. Lice zaduženo za praćenje parametara otpadnih voda, dužno je da redovno alaizira rezultate ispitivanja i na osnovu istih preuzima adekvatne mere u cilju zaštite vodotokova i uopšte životne sredine.

Iz rezultata ispitivanja otpadnih voda iz upravno pogonske zgrde proizilazi da kvalitet prerađene vode odgovara kvalitetu efluenta IIa te da se kao takve mogu ispuštati u recipijent bez bojazni da iste mogu ugroziti postojeći kvalitet voda recipijenta.

## LITERATURA

- [1] Kokerić, S. (2008). Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta uglja RMU „Soko“ – Sokobanja“. Sokobanja.
- [2] Ivković, M., Miljanović, J. (2009) Parametri uticajni na životnu sredinu u rudniku „Soko“ Sokobanja, Bor. Rudarski radovi, br. 1.
- [3] Projektna dokumentacija RMU „Soko“ – Sokobanja“,
- [4] Bugarin, M., Stevanović, Z., Gardić, V., Marinković, V. (2011). Pregled dosadašnjih geoloških istraživanja starog flotacijskog jalovišta i EU regulativa iz oblasti zaštite voda. Bor. Rudarski radovi, br. 2.
- [5] Uputstvo za rad sistema postrojenja za preradu otpadnih voda u RMU „Soko“ – Čitlik, Gramont Inženjering, Niš, 2006.
- [6] Izveštaji o ispitivanju jamskih i otpadnih voda, Zavod za zaštitu zdravlja „Timok“ Zaječar iz juna 2012.