



PROJEKAT:

TR 37001: UTICAJ RUDARSKOG OTPADA IZ RTB-a BOR NA ZAGAĐENJE VODOTOKOVA SA PREDLOGOM MERA I POSTUPAKA ZA SMANJENJE ŠTETNOG DEJSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU

TEHNIČKA I RAZVOJNA REŠENJA

M83 – NOVI TEHNOLOŠKI POSTUPAK

INTEGRALNI TRETMAN FLOTACIJSKE JALOVINE BAKRA SA POLJA 1 STAROG FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA RTB-a BOR br. T1/2014

Bor, 2014.



НАЗИВ ЗАПИСА Захтев Научном већу ИРМ-а	РЕДНИ БРОЈ : МАТ.ДОК.:	Ознака: 013.44-14.005
---	---------------------------	--------------------------

Датум: 27/11/2014

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ У БОРУ**ПРЕДМЕТ:** Покретање поступка за валидацију и верификацију техничког решења

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача (Сл. гласник РС, бр. 38/2008), обраћамо се Научном Већу Института за рударство и металургију у Бору, са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења М-83 (Нови технолошки поступак), под називом:

**ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ
(М83)****ИНТЕГРАЛНИ ТРЕТМАН ФЛОТАЦИЈСКЕ ЈАЛОВИНЕ БАКРА
СА ПОЉА 1 СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА РТБ-а БОР
бр. Т1/2014**

Установа/Аутори:

Институт за рударство и металургију Бор / др Миле Бугарин, дипл.инж.геол., др Зоран Стевановић, дипл.инж.руд., др Радмила Марковић, дип.инж.техн., Љубиша Обрадовић, дипл.инж.руд., Војка Гардић, дипл.инж. техн., Радојка Јонових, дипл.инж. техн., Љиљана Аврамовић, дипл.инж. техн.

Установа/Аутори:

Институт за хемију технологију и металургију, Универзитет у Београду/ др Јасмина Стевановић, научни саветник

Установа/Аутори:

Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду/ др Милица Гвозденовић, ванредни професор

Установа/Аутори:

Технолошки факултет у Бору, Универзитет у Београду/ Проф. др Милан Трумић, ванредни професор

Предложено техничко решење је резултат реализације пројекта ТР-37001 у области: Уређење, заштита и коришћење вода, земљишта и ваздуха, за период 2011 - 2014 године.

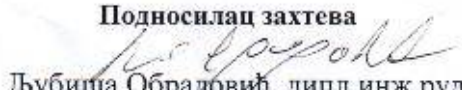
За рецензенте предлажем:

1. Проф. др Грозданка Богдановић, ванредни професор ТФ у Бору
2. др Владан Милошевић, виши научни сарадник ИТНМС, Београд

Сагласан руководиоца пројекта ТР-37001


др Миле Бугарин, дипл.инж.геол.

Подносилац захтева


Љубиша Обрадовић, дипл.инж.руд.



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**

Број: XXIII/6.3.

Од 02.12.2014. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XXIII-ој седници одржаној дана 02.12.2014. године донело:

ОДЛУКУ

**о покретању поступка за валидацијом и верификацијом
техничког решења и именовању рецензената**

I

На захтев Љубише Обрадовића, дипл.инж.руд. Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор* „ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. проф. др Грозданка Богдановић, ванредни професор, Технички факултет Бор, Универзитет Београд
2. др Владан Милошевић, виши научни сарадник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина Београд

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
Др Миленко Љубојевић
Др Миленко Љубојевић, дипл.инж.руд.
Научни саветник



PROJEKAT:

TR 37001: UTICAJ RUDARSKOG OTPADA IZ RTB-a BOR NA ZAGAĐENJE VODOTOKOVA SA PREDLOGOM MERA I POSTUPAKA ZA SMANJENJE ŠTETNOG DEJSTVA NA ŽIVOTNU SREDINU

TEHNIČKA I RAZVOJNA REŠENJA

M83 – NOVI TEHNOLOŠKI POSTUPAK

INTEGRALNI TRETMAN FLOTACIJSKE JALOVINE BAKRA SA POLJA 1 STAROG FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA RTB-a BOR br. T1/2014

Autori:

dr Mile Bugarin, dipl.inž.geol.,
dr Zoran Stevanović, dipl.inž.rud.,
dr Radmila Marković, dip.inž.tehn.,
Ljubiša Obradović, dipl.inž.rud.,
Vojka Gardić, dipl.inž. tehn.,
Radojka Jonović, dipl.inž. tehn.,
Ljiljana Avramović, dipl.inž. tehn.
dr Jasmina Stevanović, naučni savetnik
dr Milica Gvozdrenović, vanredni profesor
dr Milan Trumić, redovni profesor

U Boru, novembar 2014.



Grupa M80: Tehnička i razvojna rešenja
Kategorija: Novi tehnološki postupak
Rezultat: M83

Predloženo Tehničko rešenje je obrađeno na ukupno 15 strana u okviru sledećih osnovnih celina:

1. OPŠTI DEO
2. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

1. OPŠTI DEO

1.1. Ustanova / Autori rešenja

- Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor /
dr Mile Bugarin, dipl.inž.geol., dr Zoran Stevanović, dipl.inž.rud., dr Radmila Marković,
dip.inž.tehn., Ljubiša Obradović, dipl.inž.rud., Vojka Gardić, dipl.inž.tehn., Radojka
Jonović, dipl.inž.tehn., Ljiljana Avramović, dipl.inž. tehn.
- Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu, Univerzitet u Beogradu /
Dr Jasmina Stevanović, naučni savetnik
- Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu/
Dr Milica Gvozdenović, vanredni profesor
- Tehnički fakultet u Boru, Univerzitet u Beogradu/
Dr Milan Trumić, redovni profesor

Kontakt meil: ljubisa.obradovic@irmbor.co.rs

1.2. Naziv i evidencioni broj projekta u kome je ostvaren rezultat:

Projekat MNP: TR 37001: "Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu sredinu", period 2011. god.-2014.god.

1.3. Naziv tehničkog rešenja:

Novi tehnološki postupak: "Integralni tretman flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor".

1.4. Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi:

Tehničko rešenje se odnosi na oblast: uređenje, zaštita i korišćenje voda, zemljišta i vazduha

1.5. Problem koji se tehničkim rešenjem rešava

Flotacijska jalovina bakra sa Polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor spada u rudarski otpad, ali se po svojim fizičko-hemijskim karakteristikama koje ispoljava, a koje su potvrđene standardnim testovima lužljivosti i toksičnosti, svrstava u grupu opasnog otpada. Odlaganje ovog otpada bez prethodnog tretmana ima negativan uticaj na životnu sredinu (kvalitet okolnog zemljišta, podzemnih i površinskih voda i vazduha).



Krajnji cilj integralnog tretmana flotacijske jalovine bakra odložene na Polju 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a bio je stabilizacija čvstog otpada nastalog nakon kiselinskog luženja. Otpadne vode iz akumulacije Robule, uz predhodnu korekciju pH vrednosti, korišćene su za proces luženja. Stabilizacija nastalog čvrstog otpada bila je neophodna faza kako bi se dostigle one karakteristike koje dozvoljavaju bezbedno odlaganje ovog materijala na deponiju neopasnog otpada.

1.6. Stanje rešenosti tog problema u svetu:

U predloženom tehničkom rešenju prikazani su originalni rezultati laboratorijskih istraživanja integralnog tretmana flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor koji obuhvata kiselinsko luženje jalovine otpadnim vodama iz akumulacije Robule i stabilizaciju čvrstog otpada nastalog nakon luženja korisnih komponenti iz flotacijske jalovine. Fizičko-hemijske karakteristike dobijene kao rezultat ispitivanja otpada nastalog nakon procesa luženja potvrdile su da se prema važećoj zakonskoj regulativi (Zakon o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004); Zakon o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/09); Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010)) radi o opasnom otpadom.

Odlaganjem flotacijske jalovine na način koji se do sada primenjivao u zemlji i u svetu predstavlja veliki rizik po zdravlje ljudi i životnu sredinu. Verovatnoća pojave i posledica koje deponovana jalovina može da prouzrokuje po životnu sredinu i zdravlje ljudi može se sagledati iz istorijskih činjenica. U daljem tekstu su nabrojane samo neke od katastrofa koje su se desile u svetu i to u skorije vreme i direktna su posledica neadekvatno deponovane jalovine.

Stava u Italiji, 1985., dve stotine hiljada kubnih metara (186,462 kubnih km) jalovine teklo je više od 4 km nizvodno brzinom do 90 km (56 milja) na sat. Incident je ubio 269 ljudi, a uništeno više od 60 objekata.

Los Frailes, Španija, 1998., 50-metara deo zida brane je propao, kisela voda koja sadrži sumpor, cink, bakar, gvožđe se izlila i dospela do okolnih vodotokova.

Kolontar, Mađarska, 2010. crveni otrovni mulj izlio se van jalovišta i zauzeo osam kvadratnih kilometara, poplavivši i obližnje gradove. Deset osoba je poginulo, a oko 120 je povređeno.

Mount Polley, rudnik bakra i zlata u blizini Likely, Britanska Kolumbija, Kanada, avgusta 2014., 7,3 miliona m³ jalovine se izlilo, kao i 10,6 miliona m³ vode dospelo je do jezera Polley i dalje do Quesnel jezera (Mitchell Bay).

Eden, Severna Kalifornija, SAD, februara 2014., sa deponije lebdećeg pepela oko 82.000 tona toksičnog pepela i 100 000 m³ kontaminirane vode zagadilo je reku Dan.

Slične prirodne katastrofe desile su se u Finskoj, Peruu, Rusiji, Kini, Zambiji, Francuskoj, Čileu, Brazilu, Švedskoj, Rumuniji, Boliviji, na Filipinima, Novom Zelandu, u Gvajani, Bugarskoj, Italiji, Zimbabveu, Japanu, Meksiku, Velikoj Britaniji, bivšoj SFR Jugoslaviji [1].

1.7. Za koga je rešenje rađeno

Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru

1.8. Godina kada je rešenje urađeno i ko ga je prihvatio / primenjuje:

2013/2014. godina / Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru

1.9. Kako su rezultati verifikovani (od strane kog tela)

Direktor IRM Bor, na osnovu podnete dokumentacije autora



2. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

2.1. Uvod

Na osnovu planiranih aktivnosti u okviru projekta TR 37001: "Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu sredinu" u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor realizovana su laboratorijska ispitivanja u cilju stabilizacije flotacijske jalovine bakra postupkom integralnog tretmana.

Predloženo tehničko rešenje, T1/2014 koje je usklađeno sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl. glasnik RS, br. 38/2008), predstavlja potvrdu rezultata laboratorijskih ispitivanja.

2.2. Flotacijska jalovina bakra sa Polja 1 RTB-a Bor – hemijske karakteristike i uticaj na životnu sredinu

2.2.1. Hemijske karakteristike flotacijske jalovine bakra

Osnovni proces koji se dešava svakodnevno u jalovištima i koji predstavlja osnovni izvor zagađenja vodenih tokova je samoizluženje komponenata iz flotacijske jalovine kišnicom. Na ovaj način nastaju vode koje, ukoliko nisu pod kontrolom, što je u Srbiji najčešći slučaj, prodiru i zagađuju podzemne i površinske tokove. Međutim, uticaj flotacijskog jalovišta ne odnosi se samo na vodene tokove. Flotacijska jalovišta imaju negativan uticaj i na zagađenje zemljišta. Uticaj jalovišta na okolno zemljište može se videti kroz sledeće procese: degradiranje područja gde postoje flotacijske jalovine, distribucija sitnih frakcija jalovine u obliku prašine i degradacija šire oblasti. Iz prethodno navedenog uočava se i uticaj flotacijskih jalovišta na zagađenje vazduha [2,3]. Hemijski sastav flotacijske jalovine bakra (pre primene integralnog tretmana) prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav flotacijske jalovine bakra

Parametar	Jedinica mere	Sadržaj	Analitička metoda
Cu	%	0.2	AAS
Fe	%	4.11	AAS
Fe ₃ O ₄	%	0.06	A- Fe ₃ O ₄
Cu _{ox}	%	0.112	AAS
S	%	5.08	S
SO ₄ ²⁻	%	7.21	NTU
Al ₂ O ₃	%	14.89	PT
SiO ₂	%	62.83	G
MgO	%	0.16	AAS
As	%	0.0082	ICP-OES
Pb	%	<0.03	AAS
Zn	%	0.0030	AAS
Hg	g/t	0.1	AAS
Mn	%	0.005	AAS
Cr	%	0.16	ICP-OES
Cd	%	<0.0025	AAS
Ag	g/t	0.9	FA/AAS
Au	g/t	0.1	FA/AAS



Sadržaj Cu, Fe, Cu_{ox} , MgO, Pb, Zn, Hg, Mn i Cd određivan je primenom atomske apsorpcione spektrofotometrije (AAS) na Perkin Elmeru 2380.

Sadržaj sulfata određivan je primenom turbidimetrije (NTU).

Sadržaj sumpora određivan je primenom gasne volumetrije, spaljivanjem (S).

Sadržaj Fe_3O_4 određivan je primenom analizatora magnetita (A- Fe_3O_4) marke Satmangan.

Sadržaj arsena i hroma određivan je primenom optičke emisije spektrometrije sa indukovanom kuplovanom plazmom (ICP-OES) na uređaju marke Spectro Ciros Vision.

Sadržaj silicijum-dioksida određen je gravimetrijskom metodom (G), a sadržaj aluminijum – oksida primenom potenciometrijske titracije (PT) na potenciometru Mettler 50T.

Sadržaj srebra i zlata određivan je kombinacijom metode kupelacije i atomske apsorpcione spektrofotometrije (FA/AAS).

2.2.2. Procena uticaja flotacijske jalovine bakra na životnu sredinu

Primenom standardnih, akreditovanih metoda za ispitivanje otpada, flotacijska jalovina bakra je ispitana u cilju procene uticaja na životnu sredinu.

Uzorkovanje i ispitivanje flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor sprovedeno je saglasno Zakonu o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004) i Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/09) i Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010).

Test toksičnosti – TCLP test (EPA metoda 1311)

Test toksičnosti se koristi za određivanje pokretljivosti organskih i neorganskih komponenata prisutnih u tečnim, čvrstim ili višefaznim otpadima. TCLP test simulira uslove na deponiji. Tokom vremena odlaganja, voda i druge tečnosti (tzv. procedne tečnosti) mogu da dođu u kontakt sa deponovanim materijalom. Procedne tečnosti mogu da reaguju sa čvrstim otpadom i prouzrokuju rizike po zdravlje ljudi i životnu sredinu apsorbujući kontaminante i distribuirajući ih kroz zemljište i vodotokove.

Glavni mehanizam oslobađanja konstituenata kod otpadnih materijala koji sadrže više ili jednako 0.5 % čvrste frakcije, je ekstrahovanje sa 20 puta većom zapreminom rastvora za ekstrakciju. Za ekstrakciju se koristi ekstrakcioni fluid, a vrsta fluida se određuje kiselošću čvrste faze otpada. Ako je neophodno, veličina čestica čvrste faze se redukuje. Nakon ekstrakcije u trajanju od 18 ± 2 h, tečna faza se od čvrste odvaja filtracijom [4].

Rezultati testa toksičnosti uzoraka flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor prikazani su u tabeli 2a i 2b.

Tabela 2a. Analiza eluata dobijenog TCLP testom flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

Parametar	Standard/Uputstvo	Vrednost
Temperatura (okoline), °C	*	21
Temperatura (rastvora), °C	*	20.7
Električna provodljivost, ($\mu S/cm$)	*	2120
pH	SRPS Z1 111:1970	5.18



Tabela 2b. Hemijska analiza eluata dobijenog TCLP testom flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

Komponenta	Jedinica mere	Koncentracija pojedinih komponenti u procednoj tečnosti	Referentna vrednost**	Standard/Uputstvo
Antimon, Sb	mg/L	-	15	*
Arsen, As	mg/L	<0.02	5	*
Barijum, Ba	mg/L	0.14	100	*
Bakar, Cu	mg/L	2.17	25	SRPS EN ISO 11885
Živa, Hg	mg/L	<0.01	0.2	SRPS EN 1483
Kadmijum, Cd	mg/L	0.01	1	SRPS EN ISO 11885
Nikl, Ni	mg/L	0.009	20	SRPS EN ISO 11885
Olovo, Pb	mg/L	0.034	5	SRPS EN ISO 11885
Srebro, Ag	mg/L	<0.005	5	*
Hrom ukupni, Cr _{ukupni}	mg/L	0.014	5	SRPS EN ISO 11885
Cink, Zn	mg/L	1.48	250	SRPS EN ISO 11885

** Prilog 10, Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010.)

Rezultati ispitivanja, sprovedenih saglasno metodi EPA 1311, pokazuju da ispitivani uzorak flotacijske jalovine ne pokazuje toksične karakteristike.

Test lužljivosti – SRPS EN 12457-2:2008

Test lužljivosti sproveden je saglasno standardnoj akreditovanoj metodi SRPS EN 12457-2 (Karakterizacija otpada – Izluživanje – Ispitivanje usaglašenosti za izluživanje zrnastih otpadnih materija i muljeva – Deo 2: Jednostepeno šaržno ispitivanje pri odnosu tečno-čvrsto od 10 l/kg za materijale sa visokim sadržajem čvrste materije i veličinom čestica manjom od 4 mm (sa smanjenjem veličine čestica ili bez smanjenja).

Rezultati ispitivanja uzoraka flotacijske jalovine bakra prikazani su u tabeli 3a i 3b.

Tabela 3a. Analiza eluata dobijenog testom lužljivosti flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

Parametar	Standard/Uputstvo	Vrednost
Temperatura (okoline), °C	*	21
Temperatura (rastvora), °C	*	20.2
Električna provodljivost, (µS/cm)	*	1590
pH	SRPS Z1 111:1970	3.38



Referentna vrednost za pH prema Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl gl RS 56/2010.), Prilog 10, iznosi od 6 do 13.

Flotacijska jalovina bakra pokazuje karakteristiku koja ga čini opasnim, H8-korozivnost (Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl gl RS 56/2010.) Prilog 5, zbog pH vrednosti lužnog rastvora koja je znatno niža od dozvoljene vrednosti i ukazuje na kiselost eluata nastalog tokom testa lužljivosti.

Tabela 3b. Hemijska analiza eluata dobijenog testom lužljivosti flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

Parametar	Jedinica mere	Nađena vrednost	Referentna vrednost **	Standard/Uputstvo
Olovo, Pb	mg/kg dm [*]	1.3	10	SRPS EN ISO 11885
Kadmijum, Cd	mg/kg dm [*]	0.05	1	SRPS EN ISO 11885
Cink, Zn	mg/kg dm [*]	7.8	50	SRPS EN ISO 11885
Bakar, Cu	mg/kg dm [*]	121.19	50	SRPS EN ISO 11885
Nikl, Ni	mg/kg dm [*]	0.25	10	SRPS EN ISO 11885
Hrom ukupni, Cr _{ukupni}	mg/kg dm [*]	0.58	10	SRPS EN ISO 11885
Živa, Hg	mg/kg dm [*]	<0.1	0.2	SRPS EN 1483
Arsen, As	mg/kg dm [*]	0.4	2	*
Antimon, Sb	mg/kg dm [*]	<0.1	0.7	*
Barijum, Ba	mg/kg dm [*]	0.28	100	*
Srebro, Ag	mg/kg dm [*]	-		*
Ostatak isparenja na 105 °C	mg/kg dm [*]	25,450.0	60,000.00	APHA 2540B
Hloridi (Cl ⁻)	mg/kg dm [*]	12.5	15,000.00	*
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	mg/kg dm [*]	19,271.0	20,000.00	EPA 375.4
Fluoridi (F ⁻)	mg/kg dm [*]	8.7	150	SRPS H.Z1.142

mg/kg dm^{*} - mg/kg suve mase

** Prilog 10, Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010.)

Rezultati ispitivanja otpada u skladu sa Prilogom 10, Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl gl RS 56/2010.) poređenjem sa parametrima za ispitivanje toksičnih karakteristika otpada namenjenog odlaganju, ukazuju na povećani sadržaj bakra u eluatu.

Dobijeni rezultati ukazuju na moguće rizike po zdravlje ljudi i životnu sredinu koji mogu nastati usled deponovanja flotacijske jalovine bez prethodnog integralnog tretmana i stabilizacije.



2.3. Integralni tretman i stabilizacija flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

2.3.1. Integralni tretman flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor i otpadnih rudničkih voda iz akumulacije Robule

Kako su rezultati ispitivanja toksičnih karakteristika flotacijske jalovine ukazali na mogućnost da deponovanje iste, bez predhodnog tretmana i stabilizacije, predstavlja moguće rizike po zdravlje ljudi i životnu sredinu, jalovina je najpre kiselinski tretirana u cilju prevođenja prisutnih komponenti u rastvorne forme.

Hemijski sastav flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 korišćene za proces kiselinskog luženja prikazan je u tabeli 1.

Određene su fizičke karakteristike flotacijske jalovine bakra. Vrednost nasipne mase je 1205.9 kg/m³, specifična gustina je 2910 kg/m³, a pH vrednost je 3.52. Rezultati sitovne analize prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Sitovna analiza uzorka flotacijske jalovine bakra sa Polja 1

mm	m %	R %	D %
-0,300+0,212	3,20	3,20	100,00
-0,212+0,106	10,40	13,60	96,80
-0,106+0,075	6,40	20,00	86,40
-0,075+0,053	10,80	30,80	80,00
-0,53+0,038	7,20	38,00	69,20
-0,038	62,00	100,00	62,00

Za laboratorijska ispitivanja procesa kiselinskog luženja flotacijske jalovine bakra korišćena je otpadna rudnička voda iz akumulacije Robule čiji je hemijski sastav dat u tabeli 5.

Tabela 5. Hemijski sastav otpadne rudničke voda iz akumulacije Robule

Parametar	Jedinica mere	Koncentracija	III, IV klasa vode
Olovo, Pb	mg/L	0,9	0.014
Kadmijum, Cd	mg/L	0.1	0.0006/0.0009
Cink, Zn	mg/L	14.0	2/5
Bakar, Cu	mg/L	35.0	0.5/1.0
Gvožđe ukupno, Fe _{uk}	mg/L	217.0	1.0/2.0
Gvožđe, Fe ³⁺	mg/L	110.0	
Mangan, Mn	mg/L	1.0	0.3/1.0
Hrom, Cr	mg/L	<1.0	0.1/0.25
Aluminijum, Al	mg/L	190.0	
Arsen	mg/L	1.0	0.05/0.1



Na osnovu podataka o koncentraciji prisutnih teških metala u otpadnoj rudničkoj vodi iz akumulacije Robule, prikazanih u Tabeli 5, može se konstatovati da je sadržaj svih prisutnih jona teških metala iznad granične vrednosti zagađujućih metala u površinske vode koje su predviđene za III i IV kategoriju voda (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 prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 24/2014)). Visoka koncentracija bakra, gvožđa, arsena i drugih toksičnih metala u ispitivanim otpadnim rudničkim vodama ukazuje na neophodan tretman prečišćavanja pre njihovog upuštanja u prirodne vodotokove. Iz tih razloga, ove vode su korišćene kao rastvor za luženje flotacijske jalovine bakra. Otpadna voda iz akumulacije Robule ima pH vrednost od 2.7 pa je pre testa luženja izvršena korekcija vrednosti pH na 1.0.

Laboratorijska ispitivanja procesa kiselinskog luženja uzorka flotacijske jalovine u količini od 7200 g, sa otpadnom rudničkom vodom iz akumulacije Robule, izvedena su pod sledećim optimalnim uslovima definisanim nakon opsežnih istraživanja procesa luženja po predviđenim aktivnostima u toku realizacije projekta TR37001: odnos Č:T = 1:2.5; T= 80°C; vreme luženja: 4 h; pH lužnog rastvora: 1.0.

Procesom luženja postignuta izluženja po elementima su: 79.10 % Cu, 18.66 % Fe, 5.57 % Al, 37.48 % As, 1.21 % Pb, 98.12 % Zn, 47.70 % Mn, 0.94 % Cr, 0.72 % Cd.

Dobijeni čvrsti ostatak iz procesa kiselinskog luženja flotacijske jalovine sa sadržajem bakra od 0.04 % Cu i vrednošću pH od 4.1 predstavlja čvrsti otpad koji se pre odlaganja mora stabilisati.

Prisutan bakar u rastvorima nakon luženja sa prosečnim sadržajem od 0.8-1.0 g/l Cu moguće je valorizovati primenom SX-EW procesa ili sorpcijom na čvrstom katjonitu. Na taj način postigao bi se značajan ekonomski efekat.

2.4. Stabilizacija čvrstog otpada nakon kiselinskog tretmana flotacijske jalovine

Proces stabilizacije podrazumeva sledeće faze:

1. Faza šaržiranja određene mase otpada koji se stabiliše
2. Faza šaržiranja određene mase agensa za stabilizaciju
3. Faza homogenizacije
4. Faza ispitivanja i verifikacije procesa stabilizacije

Faza šaržiranja određene mase otpada koji se stabiliše

Proces stabilizacije sproveden je na kiselinski tretiranom uzorku flotacijske jalovine u količini od 7 kg, sa sadržajem vlage od 19.24%.

Laboratorijski reaktor zapremine 20 dm³ korišćen je za proces stabilizacije.

Faza šaržiranja određene mase agensa za stabilizaciju

Kao agens za stabilizaciju korišćen je pepeo bukovog drveta, čije su karakteristike prikazane u tabeli 6. Stabilizacija je sprovedena pri odnosu flotacijske jalovine i agensa stabilizacije 1: 0,5.



Табела 6. Хемијске карактеристике pepela буковог дрвета, као агенса за стабилизацију третираних флотацијских жаловина бакара са Поља 1 RTB-а Бор

Parametar	Jedinica mere	Sadržaj	Analitička metoda
CaO	%	39.00	AAS
MgO	%	4.93	AAS
Na ₂ O	%	0.17	AAS
K ₂ O	%	11.82	AAS

Сadržaj наведених компоненти у pepелу одређиван је применом атомске апсорпционе спектрофотометрије (AAS) на Perkin Elmeru 2380

На основу хемијског састава pepела јасно је да pepeо има велики капацитет као агенс стабилизације, нарочито у случајевима опасне врсте отпада која као карактеристика која га чини опасним испољава H8-корозивност (Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (SI gl RS 56/2010.) Прилог 5), услед повећане или смањене pH вредности процесне течности.

Фаза хомогенизације

Фаза хомогенизације представља операцију која омогућава контакт између две чврсте фазе, третираних жаловина и pepела, у довољном времену за ефикасан процес стабилизације флотацијских жаловина бакара.

Задовољјавујућа ефикасност процеса стабилизације постигнута је за време трајања фазе хомогенизације од 30 минута.

Фаза испитивања и верификације процеса стабилизације

Испитивање ефикасности и верификација процеса стабилизације третираних флотацијских жаловина бакара спроведена је применом тестова токсичности и лућљивости на стабилованим узорцима. Добijени резултати приказани су у табелама 7а, 7б, 8а и 8б.

Табела 7а. Анализа елуата добијеног TCLP тестом стабиловане флотацијске жаловине бакара са Поља 1 RTB-а Бор

Parametar	Standard/Uputstvo	Vrednost
Температура (окоline), °C	*	21
Температура (раствора), °C	*	20.5
Електрична проводљивост, (µS/cm)	*	1354
pH	SRPS Z1 111:1970	6.03



Табела 7b. Хемиска анализа елуата добијеног TCLP тестом стабилизоване флотацијске жаловине бакра са Поља 1 RTB-а Бор

Компонента	Јединица мере	Концентрација је појединих компоненти у процедурној течности	Референтна вредност**	Standard/Uputstvo
Антимон, Sb	mg/L	-	15	*
Арсен, As	mg/L	0,012	5	*
Барјум, Ba	mg/L	0,1788	100	*
Бакар, Cu	mg/L	0,2034	25	SRPS EN ISO 11885
Џива, Hg	mg/L	0,0001	0.2	SRPS EN 1483
Кадмијум, Cd	mg/L	0,0024	1	SRPS EN ISO 11885
Никл, Ni	mg/L	0,1123	20	SRPS EN ISO 11885
Олово, Pb	mg/L	0,0016	5	SRPS EN ISO 11885
Сребро, Ag	mg/L	-	5	*
Хром укупни, Cr _{укупни}	mg/L	<0,0005	5	SRPS EN ISO 11885
Цинк, Zn	mg/L	0,3539	250	SRPS EN ISO 11885

** Прилог 10, Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010.)

Резултати испитивања, спроведених сагласно методи EPA 1311, показују да испитивани узорак стабилизоване флотацијске жаловине не показује тоksiчне карактеристике.

Тест луљљивости – SRPS EN 12457-2:2008

Табела 8a. Хемиска анализа елуата добијеног тестом луљљивости стабилизоване флотацијске жаловине бакра са Поља 1 RTB-а Бор

Parametar	Standard/Uputstvo	Vrednost
Температура (окоline), °C	*	21
Температура (раствора), °C	*	20.1
Електрична проводљивост, (µS/cm)	*	1506
pH	SRPS Z1 111:1970	6.66

Референтна вредност за pH према Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010.), Прилог 10, износи од 6 до 13.

Tabela 8b. Hemijska analiza eluata dobijenog testom lužljivosti stabilizovane flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor

Parametar	Jedinica	Nađena vrednost	Referentna vrednost **	Standard/Uputstvo
Olovo, Pb	mg/kg dm [*]	0,149	10	SRPS EN ISO 11885
Kadmijum, Cd	mg/kg dm [*]	0,008	1	SRPS EN ISO 11885
Cink, Zn	mg/kg dm [*]	0,439	50	SRPS EN ISO 11885
Bakar, Cu	mg/kg dm [*]	0,708	50	SRPS EN ISO 11885
Nikl, Ni	mg/kg dm [*]	<0,05	10	SRPS EN ISO 11885
Hrom ukupni, Cr _{ukupni}	mg/kg dm [*]	0,019	10	SRPS EN ISO 11885
Živa, Hg	mg/kg dm [*]	0,046	0.2	SRPS EN 1483
Arsen, As	mg/kg dm [*]	0,072	2	*
Antimon, Sb	mg/kg dm [*]	<0,02	0.7	*
Barijum, Ba	mg/kg dm [*]	2,653	100	*
Srebro. Ag	mg/kg dm [*]	-		*
Ostatak isparenja na 105 °C	mg/kg dm [*]	22,96	60,000.00	APHA 2540B
Hloridi (Cl ⁻)	mg/kg dm [*]	0,2479	15,000.00	*
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	mg/kg dm [*]	20,234	20,000.00	EPA 375.4
Fluoridi (F ⁻)	mg/kg dm [*]	0,0096	150	SRPS H.Z1.142

 mg/kg dm^{*} - mg/kg suve mase

** Prilog 10, Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010.)

Dobijeni rezultati su u okviru dozvoljenih vrednosti za odlaganje neopasnog otpada na deponiju, saglasno važećim zakonskim i podzakonskim aktima Republike Srbije, koji su u potpunoj saglasnosti sa važećim zakonodavstvom EU iz ove oblasti. Rezultati ujedno predstavljaju i verifikaciju primenjenog novog postupka u cilju stabilizacije flotacijske jalovine bakra pepelom kao agansom za stabilizaciju, koji i sam predstavlja opasan otpad, zbog ispoljavanja karakteristike koja ga čini opasnim, H8-korozivnost (usled povećane pH vrednosti lužnog rastvora iznad 13).



2.5. Zaključak

Integralnim tretmanom flotacijske jalovine bakra sa polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor postignuta je stabilizacija čvstog otpada dobijenog nakon kiselinskog luženja flotacijske jalovine bakra sa Polja 1 RTB-a Bor. Povećani sadržaj jona bakra u procednoj tečnosti testa lužljivosti i pH vrednost procedne tečnosti koja je znatno niža od dozvoljene, su karakteristike koje su flotacijsku jalovinu bakra karakterisale kao opasan otpad. Takođe, tehnološki i ekonomski je bilo neprihvatljivo da se ovakav otpad stabilise pre izdvajanja evidentiranih korisnih komponenti. Flotacijska jalovina bakra tretirana je otpadnim rudničkim vodama iz akumulacije Robule koje, zbog svojih karakteristika, kao takve ne mogu direktno da se upuste u lokalne vodotokove. Kiselinskim luženjem postignuta su sledeća izluženja: 79.10 % Cu, 18.66 % Fe, 5.57 % Al, 37.48 % As, 1.21 % Pb, 98.12 % Zn, 47.70 % Mn, 0.94 % Cr, 0.72 % Cd. Proces stabilizacije primenjen je na čvrstom ostatku dobijenom nakon integralnog tretmana korišćenjem pepela nastalog sagorevanjem drvne mase koji takođe predstavlja opasan otpad.

Literatura

- [1] <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>
- [2] Jasmina Lilić, Vesna Filipović, Miroslav Grujić, Miodrag Žikić, Saša Stojadinović, ZAŠTITA MATERIJALA 2, 49 (2008), p 52-62
- [3] Mile Bugarin, Vladan Marinković, Vojka Gardić, Gordana Slavković, Istorijat istraživanja i geološka građa borskih ležišta bakra, Rudarski Radovi 1 (2011), p 1-6
- [4] www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/faq/faq_tclp.htm

Научном већу Института за рударство и металургију Бор

Бор
Зелени булевар 35

Предмет: Рецензија техничког решења: **"Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор "**

Аутори:

др Миле Бугарин, дипл.инж.геол. ,
др Зоран Стевановић, дипл.инж.руд.,
др Радмила Марковић, дип.инж.техн.,
Љубиша Обрадовић, дипл.инж.руд.,
Војка Гардић, дипл.инж. техн.,
Радојка Јоновић, дипл.инж. техн.,
Љиљана Аврамовић, дипл.инж. техн.
др Јасмина Стевановић, научни саветник
др Милица Гвозденовић, ванредни професор
др Милан Трумић, редовни професор

Одлуком Научног Већа ИРМ-а Бор, бр. XXIII/ 6.3. од 02.12.2014. год, именована сам за рецензента техничког решења под називом: **"Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор "**.

Ово техничко решење представља резултат рада на пројекту **ТР 37001: УТИЦАЈ РУДАРСКОГ ОТПАДА ИЗ РТБ-а БОР НА ЗАГАЂЕЊЕ ВОДОТОКОВА СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА И ПОСТУПАКА ЗА СМАЊЕЊЕ ШТЕТНОГ ДЕЈСТВА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ** који је финансиран од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије (период 2011-2014).

На основу добијеног писаног материјала који се састоји од следећих целина: Општи део и Детаљан опис техничког решења износим своје **мишљење**:

Приказ техничког решења урађен је у складу са захтевима дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата – Сл. Гласник РС 38/2008.

Општи део садржи податке о установи и ауторима решења, назив и свиденциони број пројекта, назив техничког решења, област на коју се техничко решење односи, за кога је

решење рађено, годину када је решење урађено и ко га примењује, од ког тела су верификовани резултати као и приказ проблема који се овим техничким решењем решава и стање решености проблема безбедног и трајног збрињавања рударског отпада у свету.

Документација поглавља 2, односи се на детаљан опис техничког решења и садржи следеће целине: уводни део, флотацијска јаловина бакра са Поља 1 РТБ-а Бор – хемијске карактеристике и утицај на животну средину, интегрални третман и стабилизација флотацијске јаловине бакра са Поља 1 РТБ-а Бор, закључак и литературу. Поголавља садрже довољно информација о хемијским карактеристикама рударског отпада-флотацијске јаловине бакра као и о карактеристикама које чине ову врсту отпада опасним са детаљним приказом метода и тумачењем добијених резултата испитивања. У оквиру поглавља 2 дати су и технолошки параметри интегралног третмана и стабилизације флотацијске јаловине бакра са поља 1 РТБ-а Бор, као и методе потврде ефикасности примењеног техничког решења на лабораторијском нивоу.

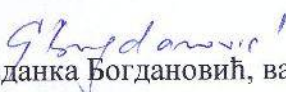
Наведена поглавља садрже довољно информација и дају јасну слику о применљивости предложеног техничког решења – нови технолошки поступак, у складу са напред наведеним правилником.

Закључак

Текстуална документација техничког решења припремљена је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата, донетом од стране Националног савета за национални и технолошки развој (Сл. Гласник РС 38/2008). Дате су потребне информације о области на коју се техничко решење односи и који се проблем његовом применом решава, са освртом на стање решености проблема у свету. Резултати којима је верификовано техничко решење потврђују применљивост предложеног технолошког поступка интегралног третмана флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор. Имајући у виду квалитет предложеног техничког решења: " **Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор** ", предлагем Научном већу ИРМ Бор да га верификује и сврста у категорију као што су предложили аутори: М83 – нови технолошки постаук.

Бор, децембар 2014. год.

Рецензент


Проф. др Грозданка Богдановић, ванредни професор

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

Предмет: Рецензија техничког решења: **"ИНТЕГРАЛНИ ТРЕТМАН ФЛОТАЦИЈСКЕ ЈАЛОВИНЕ БАКРА СА ПОЉА 1 СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА РТБ-а БОР "**

Установа/Аутори:

Институт за рударство и металургију Бор/др Миле Бугарин, дипл.инж.геол., др Зоран Стевановић, дипл.инж.руд., др Радмила Марковић, дипл.инж.техн., Љубиша Обрадовић, дипл.инж.руд., Војка Гардић, дипл.инж. техн., Радојка Јонових, дипл.инж. техн., Љиљана Аврамовић, дипл.инж. техн.

Институт за хемију технологију и металургију, Универзитет у Београду/др Јасмина Стевановић, научни саветник

Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду/др Милица Гвозденовић, ванредни професор

Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду др Милан Трумић, редовни професор.

Одлуком Научног Већа ИРМ-а Бор, бр. XXIII/6.3. од 02.12.2014. год, именован сам за рецензента техничког решења под називом: **"ИНТЕГРАЛНИ ТРЕТМАН ФЛОТАЦИЈСКЕ ЈАЛОВИНЕ БАКРА СА ПОЉА 1 СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА РТБ-а БОР "**.

Ово техничко решење представља резултат рада на пројекту **ТР 37001: УТИЦАЈ РУДАРСКОГ ОТПАДА ИЗ РТБ-а БОР НА ЗАГАЂЕЊЕ ВОДОТОКОВА СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА И ПОСТУПАКА ЗА СМАЊЕЊЕ ШТЕТНОГ ДЕЈСТВА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ** који је финансиран од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије (период 2011-2014), чији је руководиоца др Миле Бугарин, виши научни сарадник Института за рударство и металургију Бор (ИРМ Бор).

На основу добијеног писаног материјала износим своје

МИШЉЕЊЕ

Приказ техничког решења урађен је у складу са захтевима дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата – Сл. Гласник РС 38/2008.

Решење је презентирано на 15 (петнаест) страна у оквиру општег дела и детаљног описа техничког решења. Општи део садржи податке о установи и ауторима решења, назив и евиденциони број пројекта, назив техничког решења, област на коју се техничко решење односи, за кога је решење рађено, годину када је решење урађено и ко га примењује, од ког тела су резултати верификовани као и приказ проблема који се овим техничким

решењем решава и стање решености проблема безбедног и трајног збрињавања рударског отпада у свету.

Документација поглавља 2, које се односи на детаљан опис техничког решења, садржи следеће целине: Уводни део, Флотацијска јаловина бакра са Поља 1 РТБ-а Бор – хемијске карактеристике и утицај на животну средину, Интегрални третман и стабилизација флотацијске јаловине бакра са Поља 1 РТБ-а Бор, Закључак и Литература. Документација садржи и 8 табела.

Наведена поглавља садрже довољно информација које дају јасну слику о хемијским карактеристикама рударског отпада-флотацијске јаловине бакра, карактеристикама које чине ову врсту отпада опасном са детаљним приказом коришћених метода и стандарда и тумачењем резултата добијених након интегралног третмана два различита отпада и стабилизације добијеног чврстог остатка након овог третмана. У документацији која се односи на приказ предложеног техничког решења приказане су и методе потврде ефикасности примењеног техничког решења на лабораторијском нивоу.

Наведена поглавља садрже довољно информација и дају јасну слику о применљивости предложеног техничког решења – нови технолошки поступак, у складу са напред наведеним правилником.

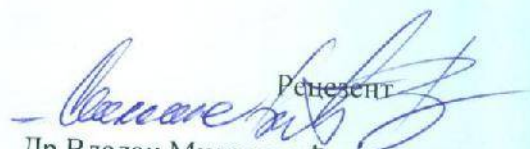
Закључак

Текстуална документација техничког решења припремљена је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата (Сл. Гласник РС 38/2008).

Дате су неопходне информације о области на коју се техничко решење односи и који се проблем његовом применом решава, са освртом на стање решености проблема у свету. Резултати којима је верификовано техничко решење потврђују применљивост предложеног технолошког поступка интегралног третмана флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор.

На основу изнетих чињеница, предлажем Научном већу ИРМ Бор да техничко решење: "**Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор**", верификује и сврста у категорију предложену од стране аутора: М83 – нови технолошки поступак.

Београд, 22.12.2014. год.


Рецезент

Др Владан Милошевић, виши научни сарадник

Институт за технологију нуклеарних и других
минералних сировина, Београд



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**

Број: XXIV/2.1.

Од 26.12.2014. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XXIV-ој седници одржаној дана 26.12.2014. године донело:

ОДЛУКУ

о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Интегрални третман флотацијске јаловине бабра са поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор*“, аутора: *др Милета Бугарина, др Зорана Стевановића, др Радмиле Марковић, Љубише Обрадовића, Војке Гардић, Радојке Јоновић, Љиљане Аврамовић, др Јасмине Стевановић, др Милице Гвозденовић, др Милана Трумића* и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Dr Milenko Ljubojev
Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.
Научни саветник



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОРБрој: 619 01 20 15 год.

БОР, Зелени булевар 35

Предмет: Верификација техничког решења Т1/2014: "Интегрални третман флотацијске јаловине бакра са поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор".

У оквиру пројекта технолошког развоја, ТР 37001: Утицај рударског отпада из РТБ-а Бор на загађење водотокова са предлогом мера и поступака за смањење штетног дејства на животну средину, за период 2011. – 2014. год., који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, од стране групе аутора предложено је техничко решење под називом:

"ИНТЕГРАЛНИ ТРЕТМАН ФЛОТАЦИЈСКЕ ЈАЛОВИНЕ БАКРА СА ПОЉА 1 СТАРОГ ФЛОТАЦИЈСКОГ ЈАЛОВИШТА РТБ-А БОР".

Аутори техничког решења: др Миле Бугарин, др Зоран Стевановић, др Радмила Марковић, Љубиша Обрадовић, Војка Гардић, Радојка Јоновић, Љиљана Аврамовић, др Јасмина Стевановић, др Милица Гвозденовић, др Милан Трумић.

Предложено техничко решење засновано је на оригиналним резултатима лабораторијских истраживања интегралног третмана флотацијске јаловине бакра са Поља 1 старог флотацијског јаловишта РТБ-а Бор (Одлука о прихватању техничког решења Научног већа бр. XXIV/2.1 од 26.12.2014).

Одлагањем флотацијске јаловине на начин који се до сада примењивао у земљи и у свету представља велики ризик по здравље људи и животну средину, одакле следи оправданост примене предложеног техничког решења и решавање еколошких проблема изазваних дејством флотацијске јаловине пореклом из РТБ Бор на животну средину услед неадекватног збрињавања. Додатни економски ефекат предложеног поступка постиже се валоризацијом бакра из рударског отпада применом процеса лужења и стабилизације чврстог отпада добијеног након лужења. Корисник овог техничког решења је ИРМ Бор, а резултати се могу применити на флотацијске јаловине бакра сличних физичко-хемијских карактеристика.

Прихватам да се предложено техничко решење сврста у категорију М83, нови технолошки поступак, у складу са захтевима дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата, (Сл. Гласник РС 38/2008, пр. 2.).

Јануар 2015. год.



Директор

Миле Бугарин, дипл. инж. геол.