

На основу Правилника о верификацији и валидацији техничко-технолошких решења и процедуре ИП 19, Израда и поступак верификације и валидације техничко-технолошких решења, Научно веће Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, на седници одржаној 29.12.2014. год., донело је

ОДЛУКУ

Да се резултат истраживачког рада "*Побољшање технолошких резултата (искоришћење бакра и садржај бакра) процеса основног флотирања руде лежишта „Церово-Цементација“ у погону флотације „Велики Кривељ“, променом реагенског режима*", који је проистекао као резултат рада на Пројекту

TR 33007

Назив пројеката:

Имплементација савременијих техничко-технолошких и еколошких решења у постојећим производним системима РББ и РБМ

аутора:

- др Владана Милошевића, вишег научног сарадника, ИТНМС, Београд,
- мр Зорана Бартуловића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
- мр Дејана Тодоровића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
- мр Владимира Јовановића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
- Бранислава Ивошевића, стручног саветника, ИТНМС, Београд,
- Соње Милићевић, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд
- Јелене Чарапић, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд

верификује као техничко решење према индикаторима научне компетентности (М84 - **Битно побољшан постојећи технолошки поступак**), у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Сл. гласник РС бр. 38/2008), а након усвајања рецензија рецензента **Проф. др Милана Трумића**, Технички факултет Бор и **Проф. др Славена Деушића**, Рударско-геолошки факултет Београд.

Коначну одлуку о верификацији доноси надлежни Матични научни одбор МПНТР Републике Србије.

Доставити:

- руководиоцу Пројекта,
- ауторима,
- архиви НВ



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Мирслав Сокић
др Мирслав Сокић, виши научни сарадник

НАУЧНО ВЕЋЕ
ИНСТИТУТА ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА
Франше д' Епереа 86, Београд

13/26-8
01. 12. 2014.

Број: 13/26-6
01. 12. 2014. године

На основу члана 40 Статута Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Научно веће је, на седници одржаној 01. 12. 2014. год., донело

ОДЛУКУ

Покреће се поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом *"Побољшање технолошких резултата (искоришћење бакра и садржај бакра) процеса основног флотирања руде лежишта „Церво-Цементација“ у погону флотације „Велики Кривец“, променом реагенсног режима"*, аутора: др Владан Милошевић, виши научни сарадник, мр Зоран Бартуловић, истраживач сарадник, мр Дејан Тодоровић, истраживач сарадник, мр Владимир Јовановић, истраживач сарадник, Бранислав Ивошевић, стручни саветник, Соња Милићевић, истраживач сарадник и Јелена Чарапић, истраживач сарадник, и бирају рецензенти **Проф. др Милан Трумић**, Технички факултет Бор и **Проф. др Славен Деушић**, Рударско-геолошки факултет Београд



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Мирослав Сокић, виши научни сарадник

NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA TEHNOLOGIJU NUKLEARNIH I DRUGIH MINERALNIH SIROVINA

PREDMET: RECENZIJA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

POBOLJŠANJE TEHNOLOŠKIH REZULTATA (ISKORIŠĆENJE BARA I SADRŽAJ BAKRA) PROCESA OSNOVNOG FLOTIRANJA RUDE LEŽIŠTA "CEROVO-CEMENTACIJA" U POGONU FLOTACIJE "VELIKI KRIVELJ" PROMENOM REAGENSNOG REŽIMA

Autora:

1. dr Vladan Milošević, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
2. mr Zoran Bartulović, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
3. mr Dejan Todorović, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
4. mr Vladimir Jovanović, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
5. Branislav Ivošević, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
6. Sonja Milićević, dipl.inž.teh. – ITNMS Beograd
7. Jelena Čarapić, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog Veća ITNMS Beograd, br.13/26-6 od 01.12.2014. godine, imenovan sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: *Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bara i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta "Cerovo-cementacija" u pogonu flotacije "Veliki Krivelj" promenom reagensnog režima.*

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat rada na projektu TR 33007 "Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima Rudnika bakra Bor i Rudnika bakra Majdanpek" koji je finansiran od strane Ministarstva prosvetu, nauku i tehnološki razvoja Republike Srbije (period 2011-2015), čiji je Rukovodilac dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina.

Na osnovu dobijenog pisanog materijala iznosim svoje

MIŠLJENJE

Prikaz tehničkog rešenja urađen je u skladu sa zahtevima definisanim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata – Sl. Glasnik RS 38/2008.

Rešenje je prezentirano na 20 (dvadeset) strana u okviru opšteg dela i detaljnog opisa tehničkog rešenja. Opšti deo sadrži podatke o ustanovi i autorima rešenja, naziv i evidencioni broj projekta, naziv tehničkog rešenja, oblast na koju se tehničko rešenje odnosi, za koga je rešenje rađeno, godinu kada je rešenje urađeno i ko ga primenjuje, od kog tela su rezultati verifikovani kao i prikaz problema koji se ovim tehničkim rešenjem rešava.

Dokumentacija sadrži i 8 tabela

U tehničkom rešenju je jasno opisana problematika sa kojom se susreće rukovodstvo RBB i data jasna vizija o pravcu iznalaženja rešenja. Shodno aktuelnoj situaciji u kojoj se nalazi RTB u pogledu investicionih aktivnosti i ulaganje u proširenje kapaciteta i rudarskog i metalurškog kompleksa, opravdana je namera da se, u ovoj fazi, pokuša sa poboljšanjem tehnoloških rezultata rudnika "Cerovo" unapređenjem reagensnog režima u flotaciji. Radni tim je tokom realizacije ovog zadatka svoje aktivnosti pravilno usmerio ka primeni savremenijih kolektora koji mogu da utiču na poboljšanje uslova flotiranja kompleksne rude sa Cerova. Ostvareni rezultati potvrđeni su i na industrijskom nivo uz predviđeni napredak u efikasnosti flotiranja primenom kolektora CYTEC MX-5193 što dokazuje svrhu ovog tehničkog rešenja i doprinos koji je time dat proizvodnji bakra u jednom od pogona RTB.

Navedena pogavlja sadrže dovoljno informacija o cilju sprovedenih ispitivanja i daju jasnu sliku o primenljivosti predloženog tehničkog rešenja – Bitno poboljšan tehnološki postupak, u skladu sa napred navedenim pravilnikom.

Zaključak

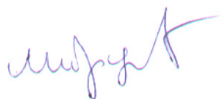
Tekstualna dokumentacija tehničkog rešenja pripremljena je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata (Sl. Glasnik RS 38/2008).

Date su neophodne informacije o oblasti na koju se tehničko rešenje odnosi i koji se problem njegovom primenom rešava. Rezultati kojima je verifikovano tehničko rešenje potvrđuju primenljivost predloženog tehnološkog postupka poboljšanja tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesom osnovnog flotiranja rude ležišta "Cerovo-Cementacija" u pogonu flotacije "Veliki Krivelj", promenom reagensnog režima .

Na osnovu iznetih činjenica, predlažem Naučnom veću ITNMS Beograd da tehničko rešenje: "**Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bara i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta "Cerovo-cementacija" u pogonu flotacije "Veliki Krivelj" promenom reagensnog režima "**", verifikuje i svrsta u kategoriju predloženu od strane autora: M84 – bitno poboljšan postojeći tehnološki postupak.

Beograd, 25.12.2014. god.

Recenzent



Prof. dr Milan Trumić
Univerzitetu Beogradu, Tehnički fakultet u Boru

Na osnovu člana 25. tačka 2) i 3) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti i Prilogu 2 Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača daje se

MIŠLJENJE o tehničkom rešenju

Naziv tehničkog rešenja : Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“ promenom reagensnog režima

Autori: Vladan Milošević, Zoran Bartulović, Dejan Todorović, Vladimir Jovanović, Branislav Ivošević, Sonja Milićević, Jelena Čarapić

Godina: 2014.

Prijavljena kategorija: M84 Bitno poboljšan tehnološki postupak

Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdio da:

1. Rešenje poseduje stručnu komponentu celokupnog i samostalnog rezultata	Da
2. Rešenje ima originalni naučno-istraživački doprinos	Da
3. Rešenje poseduje uredan tehnički elaborat (naslovna strana sa osnovnim podacima, potom elaborat sa opisima, crtežima itd)	Da
3.1. Naveden je korisnik rešenja (naručilac)	Da
3.2. Navedeno je ko je rešenje prihvatio, ko ga primenjuje	Da
3.3. Priložen je dokaz o komercijalizaciji rezultata (korišćenju)	Da
4. Opisano je problem koji se rešava	Da
4.1. Dato je stanje rešenosti tog problema u svetu	Da
4.2. Dato je stanje rešenosti tog problema kod nas	Da
5. Opisane su tehničke karakteristike	Da
6. Za kritičke evaluacije podataka, baza podataka	
6.1. Deo je međunarodnog projekta	Ne
6.2. Publikovana je kao internet publikacija ili objavljena na internetu	Ne
6.3. Publikovano u časopisu sa SCI liste	Ne
6.3. Ostalo	Ne
7. Rešenje je rađeno u okviru projekta Ministarstva nauke i dat je broj projekta ili broj ugovora sa privredom iz kog proizilazi	Da

* uneti da/ne u prazne kockice

Dato tehničko rešenje:

1. Ispunjava uslove za priznavanje prijavljene kategorije Da
2. Ispunjava uslove za priznavanje kategorije različite različite od prijavljene.
3. Ne ispunjava uslove za priznavanje tehničkih rešenja.

ZAKLJUČAK I MIŠLJENJE RECENZENTA DATO U POSEBNOM DOKUMENTU

Mesto i datum Beograd, 25.12. 2014.

RECENZENT



dr Milan Trumić
(Ime i prezime, potpis)

NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA TEHNOLOGIJU NUKLEARNIH I DRUGIH MINERALNIH SIROVINA

RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

POBOLJŠANJE TEHNOLOŠKIH REZULTATA (ISKORIŠĆENJE BAKRA I SADRŽAJ BAKRA) PROCESA OSNOVNOG FLOTIRANJA RUDE LEŽIŠTA „CEROVO-CEMENTACIJA“ U POGONU FLOTACIJE „VELIKI KRIVELJ“ PROMENOM REAGENSNOG REŽIMA

Autora:

8. dr Vladan Milošević, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
9. mr Zoran Bartulović, dipl.inž. rud. – ITNMS Beograd
10. mr Dejan Todorović, dipl.inž. rud. – ITNMS Beograd
11. mr Vladimir Jovanović, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
12. Branislav Ivošević, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd
13. Sonja Milićević, dipl.inž.teh. – ITNMS Beograd
14. Jelena Čarapić, dipl.inž.rud. – ITNMS Beograd

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog Veća Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, br.13/26-6 od 01.12.2014. god, imenovan sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: **Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“, promenom reagensnog režima.**

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat rada na projektu TR 33007: **”Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima Rudnika bakra Bor i Rudnika bakra Majdanpek”** koji je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (period 2011-2014),

Na osnovu priložene tehničke dokumentacije iznosim sledeće mišljenje:

Predloženo Tehničko rešenje je prikazano kroz 20 strana, u okviru kojih je osim tekstualnog dela sadržano 8 tabela i 7 slika. Tehničko rešenje se sastoji od sledećih fundamentalnih celina, odnosno poglavlja:

1. Uvod
2. Kratak opis ležišta „Cerovo“

Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje

4. Opis tehničkog rešenja
5. Laboratorijska tehnološka ispitivanja
6. Komentar ostvarenih rezultata
7. Zaključak
8. Primena tehničkog rešenja
9. Literatura

Sva poglavlja u okviru tehničkog rešenja su jasno definisana i sadrže dovoljno podataka o upotrebljivosti i efektima primene predloženog tehničkog rešenja.

Tehničko rešenje je urađeno u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl. Glasnik RS 38/2008).

ZAKLJUČAK

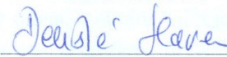
Predloženo tehničko rešenje sadrži sve neophodne informacije o oblasti na koju se odnosi, problem koji se njime rešava uz detaljan opis tehničko-tehnološkog postupka implementacije tehničkog rešenja u realnim uslovima.

Ovim tehničkim rešenjem jasno su istaknute prednosti primene novog ispitivanog reagensnog režima u pogledu tehno-ekonomskih pokazatelja pripreme i koncentracije rude ležišta Cerovo, sa relativno niskim sadržajem bakra i visokim učešćem oksidnog bakra. Imajući u vidu da se za tretman ovakve, kompleksne sirovine u svetu, u velikoj meri primenjuju efikasniji postupci za valorizaciju bakra oksidno-sulfidnog porekla, rešenje koje je proisteklo kao rezultat ovih ispitivanja ima još veći značaj jer se zadovoljavajući tehnološki efekti ostvaruju samo primenom postupka flotacijske koncentracije. To je i bila želja i namera investitora u ovoj fazi tako da se primenom predloga iz ovog tehničkog rešenja ostvaruju povoljniji tehno-ekonomski efekti bez ikakvih investicionih zahvata i dodatnih ulaganja u proizvodnju.

Na osnovu izloženih argumenata, preporučujem Naučnom veću ITNMS da se predloženo Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M84, pomenutog pravilnika.

Datum: 25.12.2014.god.

RECENZENT:



Prof.dr Slaven Deušić,

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko geološki fakultet

Na osnovu člana 25. tačka 2) i 3) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti i Prilogu 2 Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača daje se

MIŠLJENJE o tehničkom rešenju

Naziv tehničkog rešenja : Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“ promenom reagensnog režima

Autori: Vladan Milošević, Zoran Bartulović, Dejan Todorović, Vladimir Jovanović, Branislav Ivošević, Sonja Milićević, Jelena Čarapić

Godina: 2014.

Prijavljena kategorija: M84 Bitno poboljšan tehnološki postupak

Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdio da:

1. Rešenje poseduje stručnu komponentu celokupnog i samostalnog rezultata	Da
2. Rešenje ima originalni naučno-istraživački doprinos	Da
3. Rešenje poseduje uredan tehnički elaborat (naslovna strana sa osnovnim podacima, potom elaborat sa opisima, crtežima itd)	Da
3.1. Naveden je korisnik rešenja (naručilac)	Da
3.2. Navedeno je ko je rešenje prihvatio, ko ga primenjuje	Da
3.3. Priložen je dokaz o komercijalizaciji rezultata (korišćenju)	Da
4. Opisan je problem koji se rešava	Da
4.1. Dato je stanje rešenosti tog problema u svetu	Da
4.2. Dato je stanje rešenosti tog problema kod nas	Da
5. Opisane su tehničke karakteristike	Da
6. Za kritičke evaluacije podataka, baza podataka	
6.1. Deo je međunarodnog projekta	Ne
6.2. Publikovana je kao internet publikacija ili objavljena na internetu	Ne
6.3. Publikovano u časopisu sa SCI liste	Ne
6.3. Ostalo	Ne
7. Rešenje je rađeno u okviru projekta Ministarstva nauke i dat je broj projekta ili broj ugovora sa privredom iz kog proizilazi	Da

* uneti da/ne u prazne kockice

Dato tehničko rešenje:

1. Ispunjava uslove za priznavanje prijavljene kategorije Da
2. Ispunjava uslove za priznavanje kategorije različite od prijavljene.
3. Ne ispunjava uslove za priznavanje tehničkih rešenja.

ZAKLJUČAK I MIŠLJENJE RECENZENTA DATO U POSEBNOM DOKUMENTU

Mesto i datum Beograd, 25.12. 2014.

RECENZENT
Slaven Deusić
dr Slaven Deusić, redovni profesor
(ime i prezime, potpis)



RTB BOR – GRUPA
Društvo s ograničenom odgovornošću
„RUDNICI BAKRA BOR” U BORU

Zam.dir.za investicije: (030) 422-461; 421-198; 421-458;
Zam.dir.za proizvodnju: (030) 422-461; 421-198; 421-458;

Telex 19204 i 19249

Telefax br.(030) 422-074

E-mail: rbb@ptt.rs

RTB BOR – Grupa, Društvo
s ograničenom odgovornošću
„Rudnici bakra Bor”

u Boru
Broj 126/2211
27. 10. 2014. god.
BOR III

POTVRDA

Da su na izvođenju tehnoloških laboratorijskih ispitivanja flotacijske koncentracije C_u na uzorku iz ležišta Cerovo - Cementacija, RBB, primenjeni najsavremeniji naučni i stručni postupci vezani za preradu rude bakra flotacijskom koncentracijom u cilju dobijanja komercijalnog koncentrata bakra.

Kao rezultat ovih ispitivanja proisteklo je tehničko-tehnološko rešenje pod nazivom :

POBOLJŠANJE TEHNOLOŠKIH REZULTATA (ISKORIŠĆENJE BAKRA I SADRŽAJ BAKRA) PROCESA OSNOVNOG FLOTIRANJA RUDE LEŽIŠTA „CEROVO-CEMENTACIJA“ U POGONU FLOTACIJE „VELIKI KRIVELJ“, PROMENOM REAGENSNOG REŽIMA.

Autori tehnološkog rešenja :

dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Sonja Milićević dipl.ing.teh. i Jelena Čarapić dipl.ing.rud., zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86

Zamenik direktora za investicije i razvoj



Nebojša Bučan, dipl.ing.rud.

Projekat TR 33007 - **Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima RBB i RBM,**
rukovodilac projekta dr Vladan Milošević.

Tehničko-tehnološko rešenje:

Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“, promenom reagensnog režima

Autori:

dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Sonja Milićević dipl.ing.teh. i Jelena Čarapić dipl.ing.rud., zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86

NAZIV TEHNIČKOG REŠENJA:

Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“, promenom reagensnog režima

AUTORI TEHNIČKOG REŠENJA:

dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Sonja Milićević dipl.ing.teh. i Jelena Čarapić dipl.ing.rud., zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86

BROJ UGOVORA ILI PROJEKTA IZ KOGA PROIZILAZI TEHNIČKO REŠENJE:

Projekat broj TR 33007 (Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima RBB i RBM, rukovodilac Dr Vladan Milošević) koji finasira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije 2011-2014.

KATEGORIZACIJA TEHNIČKOG REŠENJA:

Bitno poboljšan postojeći tehnološki postupak – M 84

NAZIV MATIČNOG ODBORA MINISTRSTVA PROSVETE I NAUKE REPUBLIKE SRBIJE KOMPETENTNOG ZA DONOŠENJE ODLUKE O PRIHVATANJU TEHNIČKOG REŠENJA::
Matični naučni odbor za energetiku, rudarstvo i energetska efikasnost.

RECENZENTI TEHNIČKOG REŠENJA:

- 1. Prof.dr Milan Trumić, redovni profesor Tehničkog fakulteta u Boru**
- 2. Prof.dr Slaven Deušić, redovni profesor Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu**

KORISNIK TEHNIČKOG REŠENJA:

Rudarsko-topioničarski basen Bor – Rudnici bakra Bor

GODINA IZRADE:

2014.

VERIFIKACIJA TEHNIČKOG REŠENJA:

Potvrda iz RTB Bor

R E Š E N J E
ZA IZRADU TEHNIČKOG REŠENJA

NAZIV I KATEGORIJA TEHNIČKOG REŠENJA:

Poboljšanje tehnoloških rezultata (iskorišćenje bakra i sadržaj bakra) procesa osnovnog flotiranja rude ležišta „Cerovo-Cementacija“ u pogonu flotacije „Veliki Krivelj“, promenom reagensnog režima – M 84

Naziv projekta:

Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima RBB i RBM

Rukovodilac projekta:

Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik
(ime i prezime, zvanje)

Broj ugovora:

TR 33007

Naručilac:

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije 2011-2014.

Imenujem tim za realizaciju:

1. Dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., vođa tima
2. Mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., član
3. Mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., član
4. Mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., član
5. Branislav Ivošević dipl.ing.rud., član
6. Sonja Milićević dipl.ing.teh., član
7. Jelena Čarapić dipl.ing.rud., član

Tim je obavezan da pripremi kompletnu tehničku dokumentaciju i izradi tehničko rešenje u skladu sa dinamikom realizacije projekta.

RUKOVODILAC PROJEKTA

Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik
(ime i prezime, zvanje)

DIREKTOR INSTITUTA

Prof. dr *Zvonko Gulšija*

Sadržaj

	Stranica
Uvod	5
1. Kratak opis ležišta „Cerovo“	5
2. Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje	7
3. Opis tehničkog rešenja	7
3.1. Opis uzoraka rude za ispitivanje	8
3.2. Karakteristike rude	9
3.2.1 Fizičko-hemijske karakteristike	9
3.2.2 Mineraloške karakteristike rude	10
4. Laboratorijska tehnološka ispitivanja	12
4.1 I serija - Opiti flotiranja sa različitim reagensima	13
4.2 II serija - Opiti flotiranja sa različitim vremenom kondicioniranja	15
5. Komentar ostvarenih rezultata	17
6. Zaključak	18
7. Primena tehničkog rešenja	18
Literatura	19

UVOD

Poštujući proceduru IP 19 koja je usvojena u ITNMS, po kojoj je pored ostalog propisan i sadržaj teksta tehničkog rešenja, ovde su data poglavlja: Uvod, Kratak opis ležišta „Cerovo“, Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje, Opis tehničkog rešenja, Laboratorijska tehnološka ispitivanja, Komentar ostvarenih rezultata, Zaključak, Primena tehničkog rešenja i Literatura.

Na osnovu ugovora između RBB I ITNMS, pod nazivom **“Tehnološka ispitivanja utvrđivanja optimalnih uslova pripreme i prerade rude bakra iz tekuće proizvodnje ležišta Veliki Krivelj i ležište Cerovo, za ostvarivanje planiranog flotacijskog iskorišćenja na bakru u pogonu flotacije Veliki Krivelj”**, ekipa istraživača ITNMS je u toku septembra 2012. god. otpočela realizaciju ovog zadatka. Pored aktivnosti koje su planirane za sprovođenje u cilju realizacije ovog posla, namera saradnika ITNMS bila je da se kroz naučno-istraživački rad u periodu od nekoliko meseci ispitaju mogućnosti promene parametara tehnološkog procesa za postizanje povoljnijih tehnoloških pokazatelja flotacijske koncentracije minerala bakra, koji u tom periodu nisu bili na projektovanom tj. zadovoljavajućem nivou.

Na uzorcima rude ležišta “Cerovo” sprovedena su detaljna laboratorijska tehnološka ispitivanja, prema programu koji je definisan u funkciji ostvarivanja zadatih ciljeva.

Rezultati ispitivanja prezentovani su u izveštaju koji je predat rukovodstvu RTB, a određeni efekti koji su, na obostrano zadovoljstvo, u tom periodu ostvareni, su i predmet ovog rešenja.

1. Kratak opis ležišta „Cerovo“

Ležište bakra „Kraku Bugaresku-Cementacija“, pripada osnovnom tipu porfirskih ležišta, kao i podgrupi ležišta koja se karakterišu sekundarnim sulfidnim obogaćenjem (cementacioni podtip).

Smešteno je, uglavnom, u hidrotermalno promenjenim gornjokrednim vulkanskim stenama andezitskog sastava, dok je manjim delom u magmatskim stenama porfirske strukture, takozvanim „malim intruzijama“ (kvarcdioritporfiritima).

Na osnovu stepena koncentracije mineralnog sastava i odnosa pojedinih elemenata u ležištu zapaža se određena vertikalna zonalnost. Od površine terena prema dubini mogu se izdvojiti: zona oksidacije, zona cementacije ili sekundarnog sulfidnog obogaćenja i primarna zona.

- Zona oksidacije

Pod uticajem hipergenih procesa, nakon stvaranja primarne mineralizacije, došlo je do preobražavanja mineralnog i hemijskog sastava, primarne mineralizacije. Ova zona je razvijena do nivoa podzemnih voda. Za ovu zonu karakteristične descendente izmene su predstavljene: kaolinizacijom i limonitizacijom. Moćnost oksidacione zone je prosečno od 30 metara do 50 metara po dubini. Izgrađena je, pretežno od oksida i hidroksida gvožđa, sa retkim pojavama oksidnih minerala bakra (tenorit, malahit, azurit i samородni bakar).

- Zona cementacije

Ispod nivoa podzemnih voda, dolazi do stvaranja zone sekundarnog sulfidnog obogaćenja (zona cementacije). Zonu cementacije karakterišu procesi koji se ogledaju u prinošenju komponenti i nešto izraženijom kaolinizacijom, u odnosu na hipogenu mineralizaciju. Debljina ove zone je, pretežno, oko 30 metara. Za ovu zonu karakteristično je delimično, ređe potpuno pretvaranje halkopirita u kovelin i halkozin. Dubinski intervali ovih zona (oksidacije i cementacije) uslovljeni su lokalno prisutnom tektonikom.

- Primarna zona

Porfiriska mineralizacija bakra i stepen koncentracije rudnih i pratećih minerala su u tesnoj vezi sa vrstom okolnih stena, intenzitetom hidrotermalnih izmena okolnih stena, kao i položajem intruzija (kvarcdioritporfirita) sa kojima je genetski vezana. Kao rezultat delovanja hidrotermalnih rastvora došlo je do intenzivne hidrotermalne alteracije okolnih stena, kako intruzivnih tako i vulkanogenih magmatskih stena, ali i pelita i krečnjaka, interstratifikovanih u njima. Hidrotermalne alteracije karakteristične su za porfiriska ležišta, i odlikuju se istaknutom zonalnošću u prostornom razmeštaju, pri čemu se izdvajaju sledeće facije hidrotermalnih alteracija: silifikacija, sericitizacija, hloritizacija, zeolitizacija, piritizacija i sulfatizacija. Glavni rudni minerali su pirit i halkopirit.

U okviru mineralne asocijacije ležišta rudno mikroskopskim ispitivanjima utvrđeni su sledeći rudni minerali: pirit, halkozin, kovelin, halkopirit, limonit, hematit, magnetit, rutil, kuprit, tenorit, malahit, azurit, molibdenit, bornit, sfalerit, galenit, enargit, hrizokola, tirkiz, melanterit, halkantit.

Ležište bakra „Kraku Bugaresku-Cementacija“, nalazi se na oko 13 km, vazdušnom linijom, severozapadno od Bora, i na 2 km od najbližeg sela Mali Krivelj. Lokalizovano je na grebenu brda Kraku Bugaresku (600 m).

U Tabeli 1 dat je pregled hemijskih analiza iz ležišta bakra „Kraku Bugaresku-Cementacija“.

Tabela 1 Hemijske analize rude iz ležišta „Kraku Bugaresku Cementacija“

Element	Srednji aritmetički sadržaji analiziranih proba
Cu, (%)	0,134-0,254
Cu _{ox} , (%)	0,022-0,033
Au, (g/t)	0,178-0,047
Ag, (g/t)	1,365-0,797
S, (%)	3,910-2,084

2. Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje

Naučni aspekt ovog tehničkog rešenja utemeljen je oblašću nauke multidisciplinarnog karaktera i objedinjuje oblasti fizičke-hemije, hemije, geologije i geohemijskih fenomena, mineralogije i fenomena na granici faza. Suština fizičko-hemijskih procesa koji su osnovni za naučni pristup izučavanju ove problematike, u najvećoj meri svodi se na oblast elektro-hemije i izučavanje pojava na granicama čvrste, tečne i gasovite faze trofaznog flotacijskog sistema. Naučne podloge na osnovu kojih se pristupilo realizaciji laboratorijskih ispitivanja predstavljaju deo oblasti pripreme mineralnih sirovina za koju je karakteristično da se koncentracija korisnih komponenti iz tretirane sirovine vrši na osnovu razlika u fizičko-hemijskim osobinama. Specifičnost fizičko-hemijskih procesa do kojih dolazi tokom odvijanja flotacijske koncentracije korisnih komponenti uslovljava primenu određenih naučnih principa ali i empirijskih formula koje su proistekle tokom dugogodišnjeg izučavanja fenomena u ovoj oblasti.

U konkretnom slučaju, naučno-istraživačkim radom i ispitivanjima koja su sprovedena, došlo se do određenih saznanja koja jasno ukazuju u kom pravcu se treba naučno-inžinjerski orijentisati i tražiti mogućnost za poboljšanje tehnoloških pokazatelja pripreme i koncentracije korisnih komponenti iz rude ležišta "Cerovo".

3. Opis tehničkog rešenja

Postojeća tehnološka šema flotacijske koncentracije minerala bakra egzistira iz perioda prerade cerovske rude sa vrlo visokim sadržajem bakra i sadržajem oksida do 20% u periodu od 1993-2003.god.

Pogon za preradu cerovske rude ponovo je pušten u rad maja 2012. god., sa izmenjenom koncepcijom u odnosu na prethodni period rada ovog pogona sa aspekta procesa flotacijske koncentracije minerala bakra. Naime, u odnosu na prethodni period rada cerovskog pogona, flotacijska koncentracija se umesto u pogonu borske flotacije obavlja u pogonu Flotacije „Veliki Krivelj“. Prema ovoj tehnološkoj šemi, cerovska ruda u vidu pulpe gustine 35-40 % Č se hidrotransportom doprema sa ležišta do Flotacije „Veliki Krivelj“. Dužina cevovoda za hidrotransport iznosi ~ 11,5 km. Definitivna priprema cerovske pulpe dopremljene iz pogona za mlevenje i klasiranje, koji je lociran u blizini ležišta, sprovodi se u kriveljskoj flotaciji. Dakle, tu se vrši definitivno podešavanje parametara flotacijske koncentracije i to: gustine, pH vrednosti i doziranje kolektora prema predviđenom reagensnom režimu. Osnovno flotiranje minerala bakra ležišta „Cerovo“ odvija se nezavisno od procesa osnovnog flotiranja kriveljske rude, na liniji sa instaliranim starim flotacijskim ćelijama tipa DENVER D-500. U procesu domeljavanja osnovnog koncentrata dolazi do spajanja kriveljske i cerovske sirovine, tako da se trostepeno prečišćavanje domlevenog osnovnog koncentrata u zatvorenom ciklusu odvija zajedničkim tretiranjem ruda ležišta „Veliki Krivelj“ i „Cerovo“ u odnosu kapaciteta prerade 4:1.

U opisanim uslovima prerade cerovske rude, tokom 2012.god., rezultati koji su ostvarivani su bili daleko niži od očekivanog i projektovanog nivoa. Vrednosti iskorišćenja bakra su bile često ispod 60% a sadržaj bakra u osnovnom koncentratu se kretao u opsegu 1-2%. Pored toga, loši efekti osnovnog flotiranja na liniji za Cerovo, u određenoj meri, nepovoljno su uticali na ukupne efekte flotiranja u kriveljskoj flotaciji i dobijanja zajedničkog koncentrata bakra kriveljsko-cerovske rude.

Ideja rukovodstva RBB u nameri prevazilaženja ove situacije, bila je da se ispita mogućnost poboljšanja flotacijskih efekata prerade primenom savremenijih flotacijskih reagenasa u većoj meri prilagođenih karakteristikama rude sa Cerova u odnosu na

primenjene kolektore na bazi ksantata. Odlučeno je da se, iz tehno-ekonomskih razloga, isprobaju sve mogućnosti unapređenja postupka flotacijske koncentracije bez primene hidrometalurških procesa i operacija, koje bi bez sumnje bile prihvatljivije za preradu rude sa niskim sadržajem bakra a visokim sadržajem oksidnog bakra. U tu svrhu, RBB i ITNMS su sklopili ugovor o otpočinjanju tehnoloških laboratorijskih ispitivanja reagenasa za flotacijsku koncentraciju sulfidnih ali i oksidnih minerala bakra.

Dakle, cilj laboratorijskih tehnoloških ispitivanja sprovedenih za potrebe RBB bio je da se postojeća tehnološka šema prerade cerovske rude prilagodi uslovima koncentracije bakra iz kompleksnih ruda sa sve nižim sadržajem bakra u rudi a relativno visokim sadržajem oksida. U cilju realizacije ovog zadatka, sprovedena su ispitivanja savremenijih kolektorskih struktura i penušača, koji su dali zapaženije rezultate u praksi prerade ruda sličnih karakteristika širom sveta. Tokom ispitivanja korišćeni su kolektori i penušači različitih proizvođača uz njihove preporuke i sugestije za primenu.

Uslovi izvođenja laboratorijskih eksperimenata su prilagođavani uslovima tehnološkog procesa flotacijske koncentracije u pogonu u što je moguće većoj meri. Međutim, u nekim slučajevima, primena pomenutih reagenasa zahtevala je promenu određenih tehnoloških parametara procesa u cilju uspostavljanja optimalnih uslova za njihovu primenu. Uslovi izvođenja svih laboratorijskih testova koji su sprovedeni tokom realizacije ovog posla prikazani su u Prilogu Izveštaja koji je predat RBB. U ovom Tehničkom rešenju prikazani su početni uslovi laboratorijskih testova koji su relevantni za opis suštine doprinosa koji je postignut i efekata koji su ostvareni tokom ispitivanja i primenjeni u pogonskim uslovima.

Kroz Komentar i Zaključak koji se nalaze na kraju ovog rešenja, dat je osvrt na kolektore koji zavređuju pažnju, efekte koji se ostvaruju njihovom primenom i ističe se predlog koji je proistekao kao rezultat ovih ispitivanja i koji je na kraju potvrđen primenom i na industrijskom nivou.

3.1 Opis uzoraka rude za ispitivanje

Na početku realizacije ovog zadatka, bilo je neophodno definisati fizičko-hemijske i mineraloške karakteristike rude, uslove usitnjavanja i oslobađanja korisnih komponenti i izvršiti laboratorijska tehnološka ispitivanja. U tu svrhu izvršeno je uzorkovanje sa površinskog kopa "Cerovo", na više pozicija lokacije Jug, kako bi se što preciznije opisao deo ležišta oksidno-sulfidne rude, koja je i bila tema ispitivanja. Dakle, uzorci kompleksne rude sa problematičnim odnosom sulfida i oksida bakra uzeti su na potezu "Cerovo-Cementacija 1"- jug, sa etaža koje su bile u eksploataciji u tom periodu, ili planirane za zahvate u bližoj perspektivi. Manji broj uzoraka predstavlja deo jezgra bušotina istražnih radova, a veći broj je uzorkovan direktno sa površine ležišta na mestima otkopavanja rude tokom redovnih eksploatacionih aktivnosti.

Uzeto je 6 uzoraka rude i to: Uzorak I: Cerovo bušotine; Uzorak II: Cerovo jug, oktobar 2012.; Uzorak III: Cerovo jug, kota 455-"D2"; Uzorak IV; Cerovo "D3"; Uzorak V: Cerovo "D4"; Uzorak VI: Cerovo "D5" za koje se može konstatovati da predstavljaju ovo ležište na zadovoljavajućem nivou.

Za definisanje tehnoloških parametara i početnih uslova za sprovođenje laboratorijskih testova flotacijske koncentracije urađena je hemijska analiza na određene elemente za svaki od 6 različitih uzoraka.

Na kraju je odlučeno da uzorak za fizičko-hemijsku, mineralošku karakterizaciju i laboratorijska tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije predstavlja kompozit uzoraka I - VI i u daljem tekstu će biti prikazani samo rezultati ispitivanja na ovom uzorku.

3.2 Karakteristike rude

Karakterizacija uzoraka ležišta Cerovo urađena je u ITNMS Beograd i IRM-Bor i to:

- Fizička karakterizacija - Laboratorija za PMS - ITNMS
- Hemijska karakterizacija - Hemijska laboratorija IRM
- Mineraloška karakterizacija – Laboratorija za mineralogiju – ITNMS.

3.2.1 Fizičko-hemijske karakteristike

- Specifična masa rude	$\gamma = 2,77 \text{ g/cm}^3$
- Nasipna masa rude ggk 2,8 mm	$\Delta = 1,55 \text{ t/m}^3$
- Gruba vlaga rude	$W = 12,00 \%$
- Prirodna pH vrednost rude	pH 4,5

Hemijska analiza uzoraka rude bakra ležišta „Cerovo Cementacija” od kojih je sastavljen kompozit i hemijska analiza kompozitnog uzorka prikazane su u Tabeli 2.

Tabela 2 Hemijska analiza uzoraka rude bakra ležišta „Cerovo Cementacija”

Uzorak rude	Sadržaj		
	Cu, %	Cu _{ox} , %	S, %
Cerovo Bušotine	0,25	0,10	2,20
Cerovo jug-oktobar 2012	0,68	0,45	1,33
Cerovo jug-kota 455-“D2”	0,27	0,10	3,11
Cerovo “D3”	0,26	0,05	1,69
Cerovo “D4”	0,14	0,02	1,08
Cerovo “D5”	0,27	0,04	1,06
Kompozit	0,27	0,10	1,96

Granulometrijski sastav kompozitnog uzorka na ulazu u proces mlevenja, ggk 2,0 mm prikazan je u Tabeli 3.

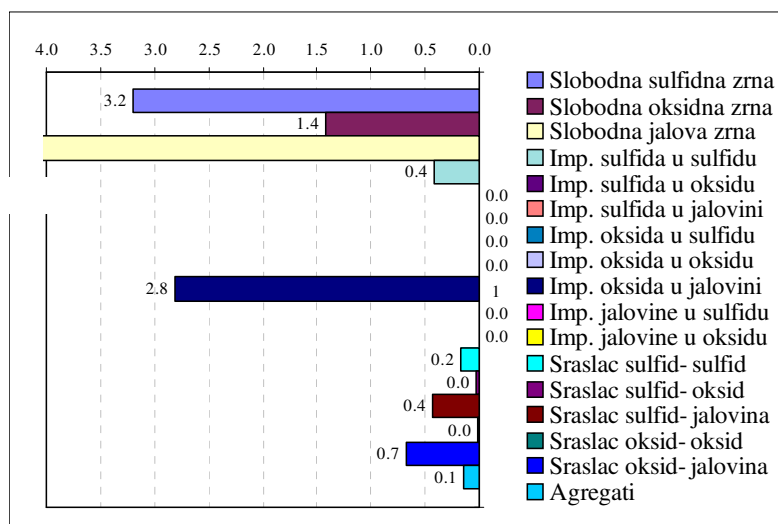
Tabela 3 Granulometrijski sastav kompozitnog uzorka rude

Klasa krupnoće, mm	M, %	Σ M, % ↓
+1,190	26,35	26,35
-1,190+0,400	35,16	61,52
-0,400+0,200	6,93	68,45
-0,200+0,074	10,27	78,72
-0,074+0,037	4,49	83,21
-0,037+0,000	16,79	100,00
Ulaz	100,00	

3.2.2 Mineraloške karakteristike rude

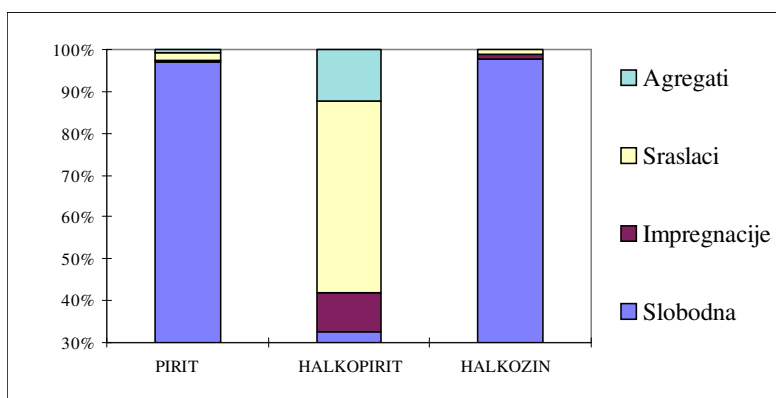
Na uzorku ulazne rude "Cerovo - Cementacija " izvedena je kvalitativna i kvantitativna mineraloška analiza na celom uzorku.

Na osnovu dobijenih kvalitativnih mineraloških analiza u uzorku ulazne rude "Cerovo - Cementacija I" utvrđen je, sledeći mineralni sastav: **pirit, halkopirit, halkozin, kovelin, sfalerit, galenit, legure (Au,Ag), magnetit, hematit, limonit, rutil, leukoksen, kuprit, samorodni bakar, malahit, minerali jalovine**. Sadržaj sulfidne mase u uzorku iznosi 4,0% u kojoj se nalazi 80,4% slobodnih sulfidnih zrna (Slika 1).



Slika 1 Rekapitulacija sklopa rudnih i nerudnih minerala ulazne rude "Cerovo - Cementacija " (%)

U ispitivanom uzorku ulazne rude "Cerovo - Cementacija ", minerali bakra su malo zastupljeni i to: **halkozin** (0,67%) i **halkopirit** (0,23%), kao vodeći minerali bakra, dok je **kovelin** (0,03%) veoma malo zastupljen. Od oksidnih minerala bakra utvrđen je **kuprit** (>0,01%), **samorodni bakar** (>0,01%) i **malahit** (0,03%).



Slika 2 Kumulativni sklop zrna glavnih rudnih minerala ulazne rude "Cerovo - Cementacija " (%)

Tabela 4 Sklop zrna glavnih rudnih minerala ulazne rude "Cerovo - Cementacija " (%)

Način pojavljivanja	Pirit	Halkopirit	Halkozin
Slobodna	96.9	32.7	97.8
Impregnacije	0.5	9.2	1.1
Sraslaci	1.9	45.9	1.2
Agregati	0.7	12.2	0.0

Halkozin je jedan od najviše zastupljenih minerala bakra, gde se u slobodnim zrnima javlja sa oko 98%. Ostala mineralna zrna sa halkozinom najvećim delom se javljaju u vidu sraslaca (1%) i impregnacijama u drugim mineralima (1%). Opšta karakteristika halkozina je, da se on formira na račun primarnog halkopirita i zbog toga je redovno najviše sa njim u intimnom srastanju. Detaljni sklop halkozinskih zrna prikazan je na Slici 2, i Tabeli 4.

Halkopirit je manje zastupljen, gde se u slobodnim zrnima javlja sa oko 33%. Ostatak mineralnih zrna sa halkopiritom najvećim delom je u vidu sraslaca (46%), ageragata (12%) i impregnacija u drugim mineralima (najčešće u halkozinu - 9%). Detaljni sklop halkopiritskih zrna prikazan je na Slici 2, i Tabeli 4.

Pirit je najzastupljeniji sulfidni mineral (2,93%), gde se u slobodnim zrnima javlja sa oko 97%. Ostali deo piritских zrna je rasejan u ostalim utvrđenim oblicima. Detaljni sklop piritских zrna prikazan je na slici 2, i tabeli 4.

Od oksidnih minerala gvožđa utvrđeni su magnetit (0,98%) i hematit (0,53%) a od hidroksida limonit (0,41%). Uzorak je jače oksidisan i limonitisan.

Tabela 5 Kvantitativni mineralni sastav ulazne rude "Cerovo - Cementacija " (%)

Mineral	M, %
Pirit	2,93
Halkopirit	0,23
Halkozin	0,67
Kovelin	0,03
Sfalerit	0,03
Galenit	0,10
Elektrum	< 0,01
Magnetit	0,98
Hematit	0,53
Rutil	0,03
Leukoksen	0,06
Limonit	0,41
Kuprit	< 0,01
Bakar	< 0,01
Malahit	0,03
Jalovina	93,98
Ukupno:	100,00

U Tabeli 5, detaljno je prikazan kvantitativni mineralni sastav ispitivanog uzorka. Jalovina je najvećim delom silikatno-kvarcna, dok je manji deo karbonatan. U Tabeli 6, prikazani su sadržaji sulfidne, oksidne i jalove mase u uzorku.

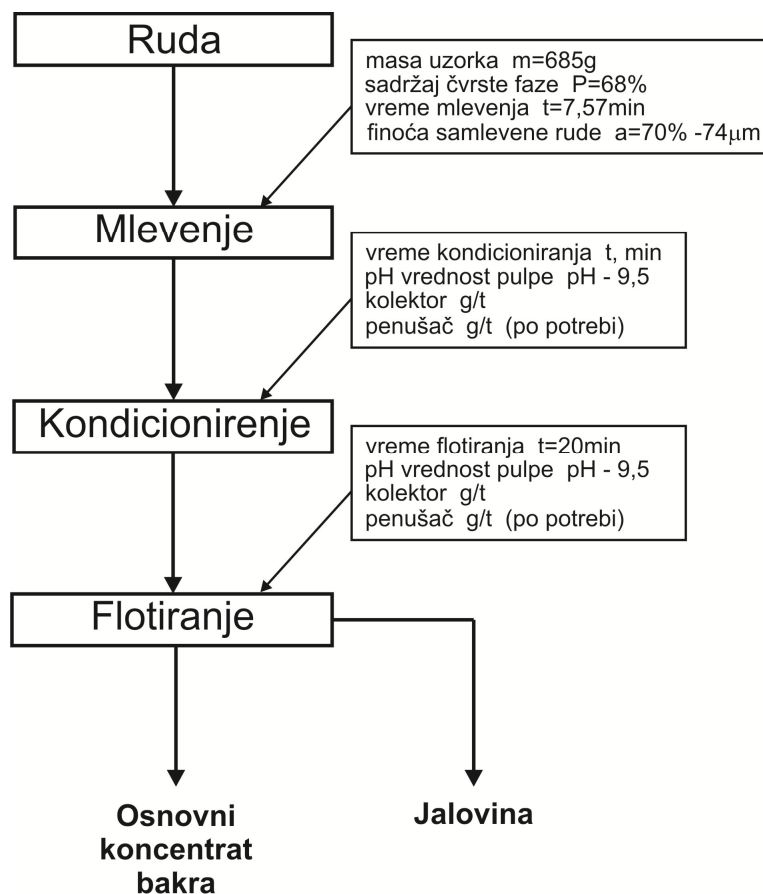
Tabela 6 Sadržaj sulfidne, oksidne i jalove mase u celom uzorku (%)

Naziv	M, %
Sulfidna masa:	4,0
Oksidna masa:	2,0
Jalova masa:	94,0
Otvorenost sulfida:	80,4

4. Laboratorijska tehnološka ispitivanja

Prema planu i programu istraživanja koji je bio sastavni deo Ugovora sa RBB, predviđeno je da se laboratorijska tehnološka ispitivanja sprovedu samo do nivoa osnovnog flotiranja jer se samo ta faza tehnološkog procesa flotiranja cerovske rude u Flotaciji "Veliki Krivelj" odvija nezavisno od tehnološkog procesa prerade kriveljske rude. S obzirom da je kapacitet prerade cerovske rude četiri puta manji od kapaciteta prerade kriveljske rude, saradnici ITNMS i RBB su smatrali da laboratorijska ispitivanja trostepenog flotacijskog prečišćavanja nemaju nikakvu svrhu jer se u pogonu Flotacije "Veliki Krivelj", u ovoj fazi procesa, kriveljska i cerovska ruda mešaju. Procena rezultata koji su ostvareni tokom laboratorijskih ispitivanja uz primenu različitih kolektora i penušača vršena je na osnovu tehnoloških pokazatelja osnovnog flotiranja.

Testovi osnovnog flotiranja su sprovedeni prema šemi koja je prikazana na Slici 3. Sve specifičnosti u izvođenju pojedinih testova osnovnog flotiranja su prikazane u Prilogu Izveštaja saradnika ITNMS koji je predat RBB.



Slika 3 Šema izvođenja testova osnovnog flotiranja rude ležišta “Cerovo Cementacija”

U ovom Tehničkom rešenju biće predstavljene samo pojedini testovi laboratorijskih ispitivanja, koji će numerički i tekstualno biti izmenjeni u odnosu na Izveštaj iz koga potiču i prilagođeni ovom dokumentu u cilju lakšeg razumevanja. Dakle, u rešenju su prikazane 2 serije testova flotacijske koncentracije na kompozitnom uzorku rude ležišta “Cerovo Cementacija” i to prva serija 20 testova, a druga serija 4, što je ukupno 24 testa, obeleženih rednim brojevima od 1 do 24.

4.1 I serija - Testovi flotiranja sa različitim reagensima

Laboratorijska ispitivanja i serije testova su vršena primenom kolektora: KEX, NaIPX (kineskog proizvođača), MX 5193, MX 5149, MX 7015, AP 3404, AP 3418, AP 3739 AP 6493 (proizvođača CYTEC) i penušača: DOW 250 i OP 521(CYTEC). Ispitivanja su vršena varijacijom sledećih parametara flotacije: doza reagenasa, međusobna kombinacija primenjenih kolektora, pH vrednost, vreme kondicioniranja i sve to u cilju utvrđivanja najefikasnijeg kolektora, penušača i uslova flotiranja.

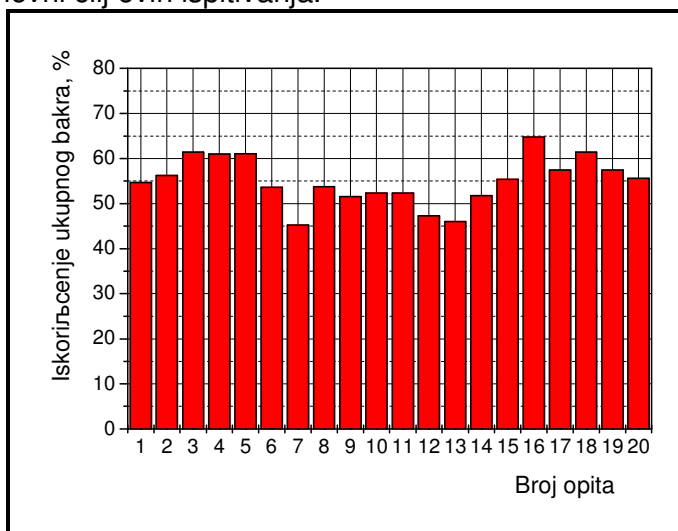
U Tabeli 7 prikazani su uslovi flotiranja odabranih laboratorijskih testova.

Tabela 7 Uslovi izvođenja testova u laboratoriji

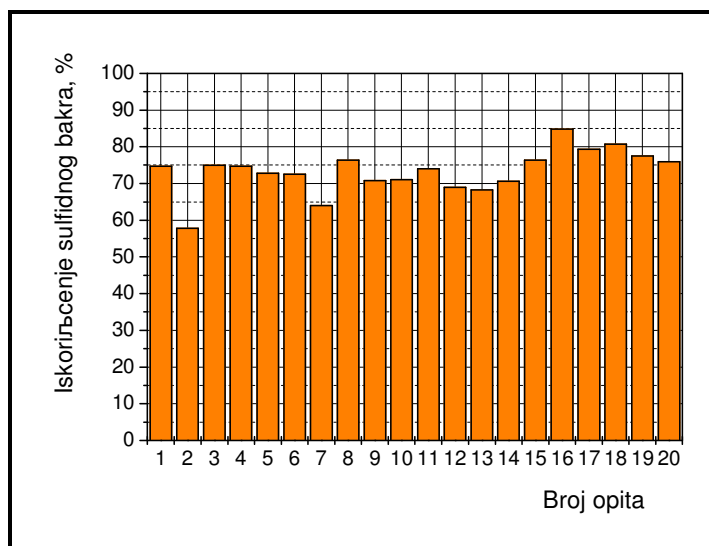
Broj opita	Kolektori (kombinacija)		Penušač
	Kolektor 1	Kolektor 2	
1	KEX	-	DOW 250
2	MX 5193	KEX	DOW 250
3	A 6493	KEX	DOW 250
4	MX 5193	-	DOW 250
5	MX 7015	-	DOW 250
6	AP 3404	-	DOW 250
7	AP 3739	-	DOW 250
8	MX 7015	-	DOW 250
9	KEX	-	DOW 250
10	MX 5149	-	DOW 250
11	AP 3739	-	DOW 250
12	AP 3404	-	DOW 250
13	MX 5149	-	DOW 250
14	MX 5193	KEX	DOW 250
15	MX 5193	-	DOW 250
16	MX 5193	-	OP 521
17	AP 3739	-	OP 521
18	KEX	-	OP 521
19	MX 5193	KEX	OP 521
20	MX 5193	KEX	DOW 250

Na Slikama 4 i 5 prikazani su dijagrami zavisnosti iskorišćenje bakra u osnovnom koncentratu u odnosu na uslove izvođenja testova

Na prikazanim histogramima moguće je izvršiti upoređenje iskorišćenja bakra u osnovnom koncentratu primenom različitih kolektora, tj. parametara čije povećanje vrednosti je bilo osnovni cilj ovih ispitivanja.



Slika 4 Iskorišćenje ukupnog bakra u osnovnom koncentratu u testovima 1-20.



Slika 5 Iskorišćenje sulfidnog bakra u osnovnom koncentratu u testovima 1-20.

Iz grafičkog prikaza ostvarenih rezultata u ovoj seriji opita uočava se:

- Iskorišćenje ukupnog bakra u osnovnom koncentratu bakra je najmanje u testu 7, (45,21 % I Cu_{uk}) a najveće u testu 16, (64,29 % I Cu_{uk}).
- Iskorišćenje sulfidnog bakra u osnovnom koncentratu bakra je najmanje u testu 2, (57,81 % I Cu_s) a najveće u testu 16, (84,85 % I Cu_s).

Dakle, najveće iskorišćenje bakra u osnovnom koncentratu ostvareno je u opitu 16 tj. primenom kolektora proizvođača CYTEC MX 5193 . Doza primenjenog kolektora u osnovnom flotiranju iznosila je 24 g/t.

Povoljan uticaj ovog kolektora na proces flotacijske koncentracije minerala bakra iz rude ležišta "Cerovo" uočen je i vizuelno još u toku izvođenja laboratorijskih testova.

Sadržaj bakra u koncentratu tokom ispitivanja u prvoj seriji testova 1-20 kretao se u opsegu od 1-2,5%. Primenom kolektora CYTEC MX 5193 ostvaren je sadržaj bakra u osnovnom koncentratu od 2,65%, što je prihvatljivo za projektovanu tehnološku šemu, a sa druge strane znatno bolje od vrednosti sadržaja bakra u osnovnom koncentratu u slučaju primene ksantata.

S obzirom na ove činjenice, odlučeno je da se u daljem toku laboratorijskih tehnoloških ispitivanja izvrši serija testova u cilju optimizacije uslova primene kolektora CYTEC MX 5193. U tu svrhu, prema preporuci proizvođača kolektora, akcenat je bačen na vreme kondicioniranja pre početka procesa flotacije jer je primećeno da ovaj parametar ima velikog uticaja na efikasnost njegove primene. U pomenutim opitima korišćen je penušač D 250.

4.2 II serija – Testovi flotiranja sa različitim vremenom kondicioniranja

U prethodnoj fazi ispitivanja odabran je reagensni režim koji je dao najbolje tehnološke rezultate.

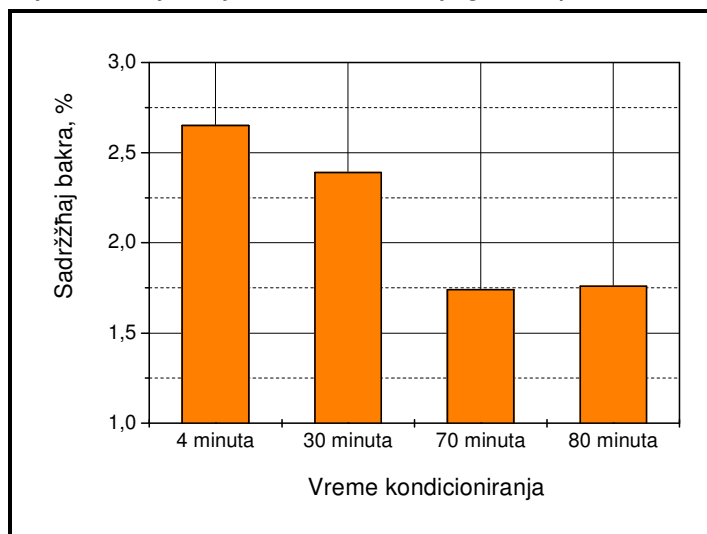
Laboratorijska ispitivanja II serije testova su vršena primenom kolektora MX 5193 i penušača DOW 250. Promenjivi parametar koji je ispitivan u cilju optimizacije uslova primene ovog kolektora bio je vreme kondicioniranja.

U Tabeli 8 prikazano je vreme kondicioniranja i reagensni režim pri kojem su izvođeni testovi 21, 22, 23 i 24.

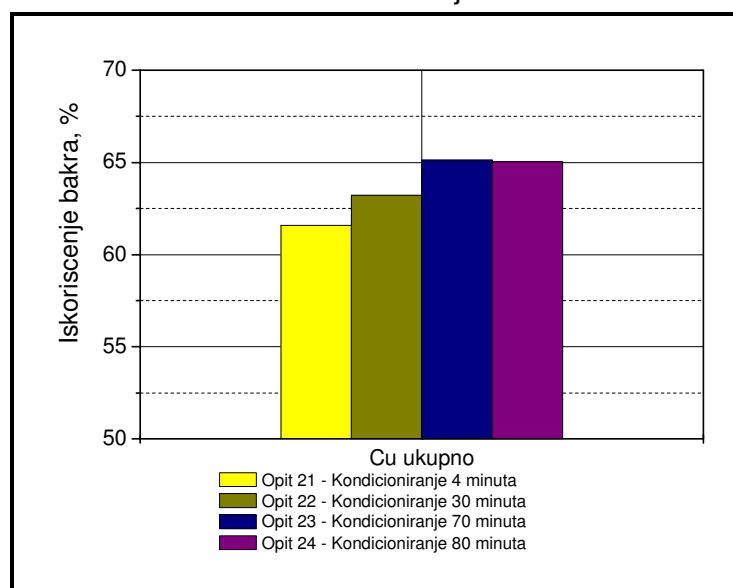
Tabela 8 Vreme kondicioniranja i reagensni režim u opitima 21, 22, 23 i 24

Broj opita	Vreme kondic., min	Kolektor	Penušač
21	4	MX 5193	DOW 250
22	30	MX 5193	DOW 250
23	70	MX 5193	DOW 250
24	80	MX 5193	DOW 250

Analiza ostvarenih rezultata II serije laboratorijskih ispitivanja uzorka rude „Cerovo Cementacija“, obavljena je i na osnovu dijagrama prikazanih na slikama 6 i 7.



Slika 6 Sadržaj bakra u osnovnom koncentratu bakra pri različitim vremenima kondicioniranja



Slika 7 Iskorišćenje bakra u osnovnom koncentratu bakra primenom kolektora CYTEC MX 5193 u funkciji vremena kondicioniranja

Analizirajući ostvarene rezultate opita 21, 22, 23 i 24 urađenih na uzorku rude „Cerovo-Cementacija“, vrednost sadržaja bakra u osnovnom koncentratu primenom kolektora CYTEC MX 5193 najveća je pri vremenu kondicioniranja od 4 minuta i iznosi 2,65%, a najmanja pri vremenu kondicioniranja od 70 minuta i iznosi 1,70%.

Dalje, uočava se da kolektor MX 5193 ostvaruje najbolja iskorišćenja minerala bakra u osnovnom koncentratu bakra kada je vreme kondicioniranja 70 minuta, a najniže iskorišćenje ukupnog bakra ostvareno u opitu u kojem je vreme kondicioniranja 4 minuta.

Na prikazanim histogramima moguće je izvršiti upoređenje sadržaja bakra u osnovnom koncentratu i njegovog iskorišćenja u funkciji vremena kondicioniranja. S obzirom da ova dva parametra u većoj meri stoje u proporcionalno obrnutom odnosu, bitno je sa tehno-ekonomskog aspekta definisati optimalno vreme kondicioniranja koje mora biti prihvatljivo i u pogledu tehničke primene u industrijskim uslovima. Kako se vrednosti iskorišćenja bakra u koncentratu značajno povećavaju sa povećanjem vremena kondicioniranja, a vrednosti sadržaja bakra sporije smanjuju, uz dogovor sa saradnicima RBB i na preporuku predstavnika CYTEC, odlučeno je da se u sledećoj fazi definisanja primene ovog kolektora pokuša sa produženjem vremena kondicioniranja.

Dakle, analiza ostvarenih rezultata upućuje na zaključak o kolektoru čijom primenom mogu biti ostvareni povoljniji rezultati u odnosu na postojeći reagensni režim a nakon izvršenih ispitivanja i sagledavanja tehničko-tehnoloških uslova njegove primene u funkciji ostvarenja povoljnijih rezultata i preporuke proizvođača, pristupilo se realizaciji zadatka i na industrijskom nivou.

5. Komentar ostvarenih rezultata

Na osnovu ostvarenih rezultata koji su prikazani u ovom tehničkom rešenju, može da se konstatuje sledeće:

- Uzorci na kojima su sprovedena laboratorijska tehnološka ispitivanja nedvosmisleno ukazuju na činjenicu da je ruda ležišta Cerovo prilično problematičnog sadržaja i veoma komplikovana i kompleksna za preradu i valorizaciju korisnih komponenti. Takođe šest uzetih uzoraka rude ležišta Cerovo jug ukazuju na visok stepen heterogenosti ležišta što predstavlja dodatni problem sa aspekta primene tehnoloških procesa i operaciju za pripremu i koncentraciju.
- Primenom savremenijih i selektivnijih flotacijskih reagenasa za kolektiranje minerala bakra, koji su bili predmet ovih ispitivanja, ostvaruju se nešto bolji rezultati u odnosu na tehnološku šemu i reagensni režim koji je trenutno primenjen u pogonu flotacije Veliki Krivelj na cerovskom delu.
- Najviše vrednosti iskorišćenja bakra u osnovnom koncentratu uz zadovoljavajući sadržaj bakra u ovom proizvodu, ostvarene su primenom kolektora CYTEC AERO MX 5193.
- Flotacijski reagensi koji su primenjeni tokom ovih ispitivanja (kolektori i penušači) svrstani su u grupu savremenih flotacijskih reagenasa koji su našli primenu u svetu za valorizaciju minerala bakra iz sulfidno-oksidnih ruda sličnog tipa. S ovog aspekta posmatrano jasno je da rezultati ovih tehnoloških ispitivanja u velikoj meri prezentuju maksimalne mogućnosti valorizacije minerala bakra primenom flotacijske koncentracije.

- Pošto su vrednosti iskorišćenja bakra u osnovnom koncentratu zapaženo veće prilikom dužeg perioda kondicioniranja pulpe, za primenu izabranog kolektora pristupilo se iznalaženju tehničko-tehnoloških mogućnosti doziranja uz poštovanje vremena kondicioniranja od 70-80 minuta.

6. Zaključak

Na osnovu analize i komentara ostvarenih rezultata, može da se zaključi sledeće:

- Na osnovu rezultata laboratorijskih tehnoloških ispitivanja sprovedenih tokom 2012 godine, a koji su delimično prezentovani u ovom rešenju, Rukovodstvo RBB se odlučilo za primenu kolektora CYTEC AERO MX 5193 na industrijskom nivou. Shodno tome, odmah nakon ispitivanja kolektor je primenjen u tekućoj proizvodnji na liniji osnovnog flotiranja rude ležišta Cerovo u trajanju od oko mesec dana, koliko je ovog reagensa bilo na zalihama u magacinima RTB.
- U cilju uspostavljanja optimalnih uslova primene ovog kolektora na osnovu laboratorijskih ispitivanja, u potpunosti je promenjeno mesto doziranja kolektora za liniju osnovnog flotiranja cerovske rude u flotaciji Veliki Krivelj. Sagledavajući najpovoljnije rešenje u cilju sprovođenja ove aktivnosti saradnici RBB i ITNMS su kao rešenje pronašli mogućnost da se kolektor dozira u koš pumpe pumpne stanice za transport hidromešavine od ležišta Cerovo do flotacije Veliki Krivelj. Transport pumpe od Cerova do kriveljske flotacije traje oko 75-85 minuta, što je optimalno vreme kondicioniranja ovog kolektora
- S obzirom na nivo i obim ispitivanja tokom realizacije ovog zadatka, potpuno je jasno da se ne može očekivati mnogo više od mogućnosti flotacijske koncentracije u pogledu primene ovog postupka za valorizaciju minerala sulfidno-oksidnih minerala bakra iz kompleksne rude ležišta Cerovo.
- Predlog koji je proizašao kao rezultat realizacije ovih ispitivanja a koji je prezentovan kroz ovo tehničko rešenje, u potpunosti se razlikuje u pogledu svih do sada primenjenih aktivnosti u cilju unapređenja postupka flotacijske koncentracije u pogonima RBB. Ako se uzme u obzir zahtevnost zadatka koji je postavljen pred saradnike ITNMS i karakteristike kompleksne rude ležišta Cerovo, koja je bila predmet ispitivanja, smatramo da ovo tehničko rešenje još više dobija na značaju.

7. Primena tehničkog rešenja

Kao što je u prethodnom delu ovog dokumenta opisano, nakon izvršenih laboratorijskih tehnoloških ispitivanja odmah se pristupilo industrijskoj primeni predloga koji je bio rezultat izveštaja o ispitivanjima. Kao predlog za poboljšanje tehnoloških efekata prerade kompleksne cerovske rude proizašao je kolektor CYTEC AERO MX 5193, uz potpuno drugačije uslove primene od dotadašnjih a uz minimalna ulaganja u cilju obezbeđivanja optimalnih uslova primene. Tokom perioda decembar 2012. - januar 2013., u kome je tim saradnika iz ITNMS i RBB pratila efekte primene novog kolektora za preradu cerovske rude, u kontinuitetu su ostvarivani vidno bolji tehnološki rezultati, što potvrđuje dokumentacija o parametrima prerade u Direkciji RBB i dnevnicima prerade u pogonu.

Iako unapređenje postupka flotacijske koncentracije za sulfidno-oksidne partije cerovskog ležišta nije najbolje rešenje za valorizaciju rude bakra iz rude ovih

karakteristika, u periodu koji je u ovom dokumentu opisan, je bila jedina moguća i prihvatljiva aktivnost za Rukovodstvo RBB i RTB. Uzimajući to u obzir i tehno-ekonomske efekte koji su ostvareni primenom predloženog rešenja, treba posmatrati značaj i doprinos proizvodnji koji je ekipa saradnika ITNMS tokom realizacije ovog zadatka dala.

Kao potvrda svemu što je urađeno i delimično prezentovano u ovom tehničko-tehnološkom rešenju je i izjava korisnika rezultata tj., RBB, koja je data u prilogu.

LITERATURA

- [1] Dopunski rudarski projekat rekonstrukcije flotacije Veliki Krivelj u cilju povećanja kapaciteta od $8,0 \times 10^6$ na $10,6 \times 10^6$ t/god. vlažne rude, ITNMS, Beograd, maj 2013.
- [2] M. Manojlović-Gifing, Faze fotacijske pulpe, RGF Beograd, 1989.
- [3] D.R. Nagaraj, J.S. Brinen, SIMS Analysis of flotation collector adsorption and metal ion activation on minerals: recent studies, Cytec Industries
- [4] N.Canić, Z. Bartulović, I. Đurković: Separate Versus Combined Processing of "Good" and "Bad" Ores in the "Veliki Krivelj" Flotation Plant. International Symposium "Technologies for Mineral Processing of Refractory Raw Materials and for Environmental Protection in Extractive Areas. Baia Mare-Romania, 1998.
- [5] Boris Fidančev i saradnici, "Studija o tehnološkim laboratorijskim ispitivanjima flotiranja Cu (Au, Ag i Mo) na rudnom uzorku iz ležišta "ILOVICA"- Strumica, R.Makedonija", 2011.god.

Rukovodilac projekta:

Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik ITNMS



Autori tehničkog rešenja,

potpis

Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik ITNMS



Mr Zoran Bartulović, istraživač saradnik ITNMS



Mr Dejan Todorović, istraživač saradnik ITNMS



Mr Vladimir Jovanović, istraživač saradnik ITNMS



Branislav Ivošević, stručni savetnik ITNMS



Sonja Milićević, istraživač saradnik ITNMS



Jelena Čarapić, istraživač saradnik ITNMS

