

**НАУЧНО ВЕЋЕ  
ИНСТИТУТА ЗА ТЕХНОЛОГИЈУ НУКЛЕАРНИХ  
И ДРУГИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА**

Франше д' Епереа 86, Београд

Број:13/6-7

27. 11. 2015. године

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 27. 11. 2015. год., донело је

**О Д Л У К У**

Да се резултат истраживачког рада „*Дефинисање нове производне линије флотацијске концентрације минерала бакра, олова и цинка из полиметаличне руде лежишта „Подвирови и Цоњев камен“ – БОСИЛМЕТАЛ применом савремених техничко-технолошких решења*“ који је приистекао као резултат рада на Пројекту МПНТР

ТР 33007

Назив пројекта:

**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА САВРЕМЕНИЈИХ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИХ И  
ЕКОЛОШКИХ РЕШЕЊА У ПОСТОЈЕЋИМ ПРОИЗВОДНИМ СИСТЕМИМА РББ И РБМ**

аутора:

1. др Владана Милошевића, вишег научног сарадника ИТНМС, Београд,
2. др Соње Милићевић, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
3. проф.др Милана Трумић, редовног професора, Технички факултет, Бор
4. др Маје Трумић, Технички факултет, Бор
5. мр Зорана Баргуловића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
6. мр Дејана Тодоровића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
7. мр Владимира Јовановића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
8. Бранислава Ивошевића, стручног саветника, ИТНМС, Београд,
9. Јелене Чарапић, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,
10. Роберта Јогрића, дипл. инг руд. Red Metal AG, Швајцарска.
11. Владимира Адамовића, истраживача сарадника, ИТНМС, Београд,

верификује као техничко решење према индикаторима научне компетентности М 82– (нова производна линија), 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 Проф. др Грозданке Богдановић, Технички факултет Бор, Универзитет у Београду и др Зоран Штирбановић Технички факултет Бор, Универзитет у Београду.

Коначну одлуку о верификацији доноси надлежни Матични научни одбор МПН Р Србије.

Доставити:

- руководиоцу Пројекта,
- ауторима,
- архиви НВ.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

др Мирослав Сокић  
виши научни сарадник



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:

**DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE  
MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALIČNE RUDE LEŽIŠTA „  
PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH  
TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA**

**Autori:**

**dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., dr Sonja Milićević dipl.ing.teh. mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Jelena Čarapić dipl.ing.rud. i Vladimir Adamović dipl.ing.teh,** zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86, **prof.dr Milan Trumić dipl.ing.rud.,dr Maja Trumić dipl.ing.rud.,** zaposleni na TF Bor i **Robert Jogrić dipl.ing.rud.** zaposlen u Red Metal AG, Švajcarska.

Beograd, 2015. god.

NAZIV TEHNIČKOG REŠENJA:

**DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALIČNE RUDE LEŽIŠTA „ PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA**

AUTORI TEHNIČKOG REŠENJA:

**dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., dr Sonja Milićević dipl.ing.teh., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Jelena Čarapić dipl.ing.rud. i Vladimir Adamović dipl.ing.tehn,** zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86, **prof.dr Milan Trumić dipl.ing.rud., dr Maja Trumić dipl.ing.rud.,** zaposleni na TF Bor i **Robert Jogrić dipl.ing.rud.,** zaposlen u Red Metal AG, Švajcarska

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 2011-2015.**

KATEGORIZACIJA TEHNIČKOG REŠENJA:

**Nova proizvodna linija – M 82**

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 Grozdanka Bogdanović, vanredni profesor Tehničkog fakulteta u Boru
2. dr Zoran Štirbanović, docent, Tehnički fakultet u Boru

KORISNIK TEHNIČKOG REŠENJA:

**BOSILMETAL doo**

GODINA IZRADE:

**2015.**

VERIFIKACIJA TEHNIČKOG REŠENJA:

**Potvrda iz BOSILMETAL doo**

**R E Š E N J E**  
**ZA IZRADU TEHNIČKOG REŠENJA**

**NAZIV I KATEGORIJA TEHNIČKOG REŠENJA:**

Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalne rude ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja **M-82**

**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 2011-2015.**

Imenujem tim za realizaciju:

1. Dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., vođa tima
2. Prof.dr Milan Trumić, dipl.ing.rud., član
3. Dr Maja Trumić, diol.ing.rud., član
4. Dr Sonja Milićević dipl.ing.teh., član
5. Mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., član
6. Mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., član
7. Mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., član
8. Branislav Ivošević dipl.ing.rud., član
9. Jelena Čarapić dipl.ing.rud., član
10. Vladimir Adamović, dipl.ing.teh., član
11. Robert Jogrić 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

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:

**Autori:**

**dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., dr Sonja Milićević dipl.ing.teh., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Jelena Čarapić dipl.ing.rud. i Vladimir Adamović dipl.ing.teh.** zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86, **prof.dr Milan Trumić dipl.ing.rud, dr Maja Trumić dipl.ing.rud,** Zaposleni na TF Bor i **Robert Jogrić dipl.ing.rud. zaposlen** u Red Metal AG, Švajcarska

# Sadržaj

<b>UVOD</b>	<b>6</b>
<b>1. Kratak opis ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“</b>	<b>7</b>
<b>2. Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje</b>	<b>9</b>
<b>3. Opis tehničkog rešenja</b>	<b>9</b>
<b>4. Opis uzorka za ispitivanje</b>	<b>10</b>
4.1. Obrada uzorka	10
4.2. Karakteristike rude	11
4.2.1. <i>Fizičko-hemijske karakteristike sirovine</i>	11
4.2.2. <i>Mineraloško-geološki sastav</i>	12
<b>5. Tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije</b>	<b>14</b>
5.1 Laboratorijski testovi flotacijske koncentracije prispelih uzoraka	14
5.2 Poluindustrijska tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije	17
5.2.1. <i>Tehničko – tehnološki opis poluindustrijskog procesa flotacijske koncentracije minerala Cu, Pb i Zn</i>	17
5.2.2. <i>Tehničko-tehnološka šema flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka u poluindustrijskom postrojenju</i>	19
5.2.3. <i>Tehničko-tehnološki opis poluindustrijskog procesa flotacijske koncentracije minerala Cu, Pb i Zn</i>	20
5.2.4. <i>Materijalni bilans i tehnološki pokazatelji poluindustrijske probe</i>	23
<b>6. Komentar ostvarenih rezultata</b>	<b>23</b>
<b>7. Zaključak</b>	<b>26</b>
<b>8. Primena tehničkog rešenja</b>	<b>27</b>
<b>Literatura</b>	<b>27</b>

## 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, Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje, Opis tehničkog rešenja, Opis uzorka za ispitivanje, Tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije, Komentar ostvarenih rezultata, Zaključak, Primena tehničkog rešenja i Literatura.

U cilju ispitivanja mogućnosti efikasne pripreme i koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL, u laboratoriji za PMS - ITNMS, u poluindustrijskom postrojenju sprovedena je tehnološka proba na reprezentativnom uzorku ovog ležišta.

Kao podlogu za definisanje tehničko-tehnoloških uslova procesa flotacijske koncentracije na poluindustrijskom nivou, u ITNMS je urađen set preliminarnih a kasnije i detaljnih laboratorijskih testova neophodnih za precizno definisanje parametara koncentracije korisnih komponenti i povećanje nivoa simulacije industrijskog procesa flotiranja na poluindustrijskom nivou.

Zadatak u ovoj fazi tehnoloških istraživanja bio je da se rezultati ostvareni u laboratoriji potvrde na poluindustrijskom nivou u cilju definisanja tehničko-tehnoloških parametara procesa kao neophodnih podloga za izradu Studije izvodljivosti, Elaborata o rudnim rezervama i projektovanje postrojenja za preradu rude rudnika BOSILMETAL. Krajnji cilj ovih ispitivanja je dobijanje koncentrata bakra, olova i cinka u poluindustrijskom postrojenju u laboratoriji za PMS ITNMS, prema komercijalnim uslovima i zahtevima za dalju pirometaluršku preradu.

Prema predlogu tehničko-tehnološkog rešenja koji je proistekao iz sagledavanja Investitora i saradnika ITNMS na realizaciji ovog zadatka, formirana je šema poluindustrijskih ispitivanja po principu dobijanja zasebnih koncentrata bakra, olova i cinka. Rezultati ostvareni tokom tehnoloških ispitivanja na laboratorijskom i poluindustrijskom nivou definisani su kao podloga za projektovanje postrojenja za pripremu i koncentraciju minerala bakra, olova i cinka iz polimetalicne rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL

Kao rezultat kompletnih tehnoloških ispitivanja u vidu obaveze prema Investitoru, proistekao je **IZVEŠTAJ O POLUINDUSTRIJSKIM ISPITIVANJIMA POLIMETALICNE RUDE LEŽIŠTA „PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL**

U izveštaju je dat pregled aktivnosti sprovedenih tokom laboratorijskih i poluindustrijskih ispitivanja i prezentovani su rezultati koji su ostvareni. Pored toga, izveštaj sadrži stručni komentar saradnika ITNMS koji su angažovani na zadatku i zaključak sa predlogom o daljim aktivnostima vezanim za projektovanje industrijskog postrojenja. Ovaj Izveštaj predstavlja osnov tehničko-tehnološkog rešenja pod nazivom **DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALICNE RUDE LEŽIŠTA „PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA.**





**Tabela 1.** Overene rezerve rude u ležištu „Podvirovi i Conjev kamen“ (1967)

Kategorija	Ruda (t)	Sadržaj metala (%)		
		Pb	Zn	Cu
A	9.358	9,55	10,33	2,41
B	47.190	9,10	8,13	1,88
C <sub>1</sub>	114.573	9,96	8,84	2,34
A+B+C <sub>1</sub>	171.085	9,70	8,73	2,21

Na bazi overenih rezervi urađen je investicioni program sa planiranom godišnjom proizvodnjom od 24.000 t rude.

Proračunate eksploatacione rezerve od 156.000 t obezbeđivale su vek rudnika od 6,5 godina.

Eksploatacija rude počela je 1966., a završena 1970. godine. Nema preciznih podataka o količini izvađene rude, a u izveštajima se pominju podaci od 40.000-60.000 t.

Istražnim bušenjem iz jame (1972.) utvrđen je nastavak rudnog tela ispod nivoa 1312 m. Vršeni su proračuni i procene rezervi rude u okviru u okviru godišnjih izveštaja o istraživanjima, ali nije rađen elaborate o rezervama. Istraživanje ležišta po padu nastavljeno je posle 1982. godine istražnim bušenjem sa površine sve do 1989. Godine.

Na osnovu elaborata o rudnim rezervama u ovom ležištu, overene rezerve A,B i C<sub>1</sub> kategorija rude u detaljno istraženom delu ležišta (iznad nivoa 1250 m) i potencijalne rezerve C<sub>2</sub> kategorije ispod ovog nivoa prikazane su u Tabeli 2.

**Tabela 2.** Istražene rezerve u ležištu „Podvirovi i Conjev kamen“ sa stanjem 31.12.2007.

Kategorija	Ruda (t)	Sadržaj metala (%)			Količina metala (t)		
		Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
A	39.997	9,45	7,80	2,22	3.781,16	3.121,67	888,55
B	46.386	9,06	7,54	2,17	4.201,16	3.500,13	1.006,75
C <sub>1</sub>	55.218	4,58	4,40	0,90	2.529,59	2.429,26	498,66
<b>A+B+C<sub>1</sub></b>	<b>141.601</b>	<b>7,42</b>	<b>6,39</b>	<b>1,69</b>	<b>10.511,91</b>	<b>9.051,06</b>	<b>2.393,96</b>
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>1.848.540</b>	<b>2,39</b>	<b>2,54</b>	<b>0,20</b>	<b>44.167,15</b>	<b>47.027,21</b>	<b>3.685,54</b>

Posle detaljne analize uslova eksploatacije i ranije primenjenih metoda otkopavanja sračunate su eksploatacione rezerve koje su baza početka za nastavak aktivnosti po ovom program i prikazane su u Tabeli 3.

**Tabela 3.** Eksploatacione rezerve u ležištu „Podvirovi i Conjev kamen“

Ruda (t)	Sadržaj metala (%)			Količina metala (t)		
	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
125.647	5,89	5,09	1,33	7.407,61	6.393,29	1.674,90

Podaci preuzeti iz Projekta “Istraživanje uslova selektivnog flotiranja Pb-Cu-Zn rude iz ležišta “Podvirovi i Conjev kamen”, Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu, (Ev. br. 17014) 2011. God.

U periodu od kraja 2007. pa sve do početka 2014 godine, izvršena su značajna finansijska ulaganja na istraživanju i pripremu ležišta za eksploataciju kroz izradu rudarskih prostorija, izvođenje radova na dubinskom bušenju, kao i prikupljanju i interpretaciji tehničke dokumentacije koja je sačinjena na osnovu rezultata ranijih geoloških istraživanja na ovim

lokalitetima. Nakon obavljenih proračuna, istražene rezerve ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ su prikazane u Tabeli 4.

**Tabela 4.** Istražene rezerve u ležištu Podvirovi i Conjev Kamen 01.04.2014

Kategorija	Ruda (t)	Sadržaj metala (%)		
		<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
A	124 647	4,56	4,69	1,25
B	884 228	2,88	3,88	0,23
C1	739 415	2,73	3,29	0,30
<b>A+B+C1</b>	<b>1.748 290</b>	<b>2,94</b>	<b>3,69</b>	<b>0,33</b>
C2	1.750 000	3,17	3,66	0,60
<b>A+B+C1+C2</b>	<b>3.498 290</b>	<b>3,05</b>	<b>3,67</b>	<b>0,46</b>

## 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 i poluindustrijskih 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 na osnovne principe rešavanja problematike polimetalčnih ruda, mogućnosti primene savremenih flotacijskih reagenasa u funkciji unapređenja dosadašnjih tehničko-tehnoloških parametara i savremenih tehničko-tehnoloških rešenja vezanih za definisanje tehnološke proizvodne linije.

## 3. Opis tehničkog rešenja

U ovom tehničkom rešenju prikazani su rezultati koji su ostvareni tokom izrade Izveštaja o poluindustrijskim ispitivanjima polimetalčne rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ za potrebe korisnika rezultata tj. Investitora – BOSILMETAL doo. Zahvaljujući ovom Izveštaju tehnološka ispitivanja su sa laboratorijskog nivoa nastavljena i u poluindustrijskim uslovima u cilju potvrde ostvarenih rezultata. Rezultati poluindustrijskih ispitivanja predstavljaju osnov za dalje aktivnosti Investitora u cilju otpočinjanja eksploatacije na lokalitetu „Podvirovi i Conjev kamen“. Naime, poluindustrijska tehnološka šema dobijanja koncentrata bakra, olova i cinka definisana je kao podloga za izradu Studije izvodljivosti i projektovanje budućeg postrojenja za pripremu i koncentraciju minerala bakra, olova i cinka iz rude rudnika BOSILMETAL. Namera Investitora bila je da ovu dokumentaciju priloži resornim Ministarstvima kako bi dalje mogao da napreduje sa realizacijom planova vezanih za ovaj rudnik. Time je ispunjen zadatak angažovanih istraživača

i u potpunosti potvrđen dugogodišnji naučno-istraživački rad ovih saradnika na temu unapređenja procesa pripreme i koncentracije.

Tehničko rešenje sadrži Uvodni deo, opis pripreme i obrade uzorka za ispitivanje, fizičko-hemijsku i mineraloško-geološku karakterizaciju i eksperimentalni deo u kome su prezentovani samo deo rezultata koji su relevantni za suštinu teme kojom se ovo rešenje bavi.

Na kraju, dat je komentar ostvarenih rezultata, zaključak i potvrda korisnika tehničkog rešenja.

#### 4. Opis uzorka za ispitivanje

Uzorak za poluindustrijsku probu u laboratoriji za PMS – ITNMS, predstavlja skup više proba iz istražno-rudarskih radova, planski izabranih za potrebe nadgradnje rezultata laboratorijskih ispitivanja. Formiran je od bušotina sa tri različite lokacije ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ sa ciljem da u zadovoljavajućoj meri opiše deo rudnika BOSILMETAL koji je bio predmet ispitivanja, sa aspekta primenjenih otkopnih metoda i dinamike podzemne eksploatacije. Uzorak je u ITNMS prispeo nakon uzorkovanja i pripreme na licu mesta po standardnoj proceduri koju je sproveo naručilac posla. Zadatak izvršioca posla, tj., saradnika iz sektora za PMS – ITNMS, bio je da se od ova tri uzorka formira kompozitni uzorak za poluindustrijska tehnološka ispitivanja u međusobnom odnosu koji se prema hemijskom sastavu u što većoj meri poklapa sa prosečnim hemijskim sastavom rude sa lokaliteta „Podvirovi i Conjev kamen“. Obrada i priprema uzorka za poluindustrijska tehnološka ispitivanja obavljena je u laboratoriji za PMS – ITNMS.

##### 4.1 Obrada uzorka

Priprema i obrada uzorka za poluindustrijska tehnološka ispitivanja sprovedena je prema standardnoj proceduri za usitnjavanje, klasiranje, homogenizaciju i skraćivanje uzoraka. Međusobni odnos uzoraka sa različitih lokacija ležišta čija se sirovina ispituje i hemijski sastav kompozitnog uzorka prikazani su u Tabeli 5.

**Tabela 5.** Karakteristike kompozitnog uzorka ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“

Uzorak	Masa, kg	Pb %	Zn %	Cu %
1 do 18	642,40	9,17	4,00	1,39
19 do 31	562,10	8,24	3,92	1,36
33 do 50	1.445,50	0,74	1,33	0,14
Kompozit	2.650,00	4,37	2,53	0,70

Nakon formiranja kompozita pristupilo se pripremi uzorka za dalja tehnološka ispitivanja. U daljem tekstu dat je opis procesa pripreme i obrade uzorka ležišta Podvirovi i Conjev kamen:

- Prispeli uzorci su, svaki posebno, najpre usitnjavani na čeljusnoj drobilici u otvorenom ciklusu do krupnoće  $GGK=12$  mm.
- Primarno izdrobljeni uzorci su, dalje, drobljeni u valjkastoj drobilici sa međusobni rastojanjem između valjaka od 4 mm, u otvorenom ciklusu.
- Treći stepen usitnjavanja uzoraka izvršen je, takođe, u valjkastoj drobilici sa međusobni rastojanjem između valjaka od 2 mm, u zatvorenom ciklusu. Kao uređaj za klasiranje izdrobljenog proizvoda korišćeno je vibraciono sito sa kontinualnim hranjenjem otvora  $d=2$  mm.

- Na ovaj način su pripremljena sva tri prispela uzorka a njihova krupnoća je svedena na GGK=2 mm.
- Nakon usitnjavanja uzoraka do krupnoće GGK=2 mm, koja predstavlja ulaz u proces mlevenja, svaki od uzoraka je homogenizovan ponaosob, prema pravilu homogenizovanja usitnjenih uzoraka.
- Homogenizovani uzorci su, u sledećoj fazi, mešani u međusobnom odnosu koji je definisan u Tabeli 5. Potrebna količina rude za svaki od uzoraka dobijena je uzorkovanjem po šemi šah polja. Nakon toga izvršena je homogenizacija spojenih uzoraka tj., uzorka koji predstavlja kompozit tri uzorka ležišta „Podvirovi - Conjev kamen“ koji su dobijeni od Investitora.

Na ovaj način dobijen je kompozitni uzorak za fizičko-hemijsku karakterizaciju i dalja tehnološka ispitivanja.

## 4.2 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

### 4.2.1 Fizičko-hemijske karakteristike sirovine

*Specifična masa uzorka* je određena metodom piknometra i iznosi:

$$\rho=3,30 \text{ g/cm}^3$$

*Prirodna pH vrednost rude* pre procesa mlevenja i flotiranja, pri sadržaju čvrstog od 68% u pulpi, iznosi:

$$\text{pH} = 8,6$$

*Sadržaj vlage u uzorku* iznosi:

$$W_o=3,38 \%$$

*Bondov radni indeks* iznosi

$$W_i= 13,87 \text{ kWh/t}$$

### Hemijski sastav uzorka

**Tabela 6.** Hemijski sastav uzorka za ispitivanje

Element	Ag, ppm	As, ppm	Bi, ppm	Ca, %	Cd, ppm	Cu, ppm	Fe, %	Hg, ppm	Pb, ppm	S, %	Sb, ppm
<b>Sadržaj</b>	>10	3382	0,51	1,10	185,90	8616	3,99	0,21	>10000	>5	497

Element	Se, ppm	Sn, ppm	Zn, ppm	Au, ppm	Au(R), ppm	Au(S), ppm	Ag, ppm	Pb, ppm	Zn, ppm	SiO <sub>2</sub> , %	Al, %
<b>Sadržaj</b>	3,1	0,5	>10000	0,07	0,07	N.A.	33,2	48500	28800	51,5	4,84

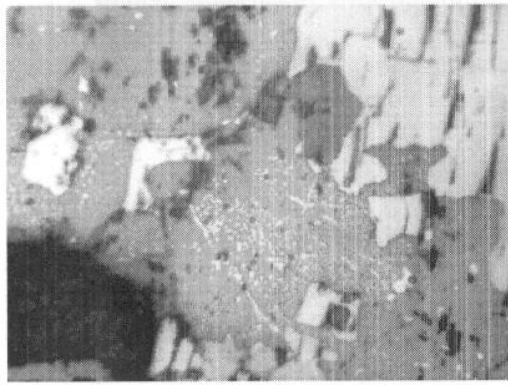
#### 4.2.2 Mineraloško-geološki sastav

Podvirovska uzdužna dislokacija, pružanja SZ-JI, je konstatovana na dužini od 5 km. Preseca seriju sericitsko-hloritskih škriljaca sa probojima kvarclatita. U okviru strukture otkriveno je i delom istraženo ležište “Podvirovi i Conjev kamen”, a u ostalim delovima su konstatovane mnogobrojne pojave Pb-Zn rude.

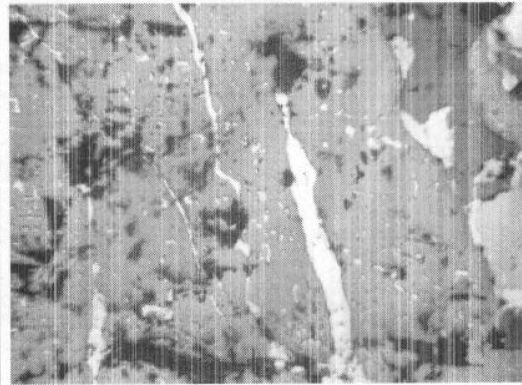
Rudna tela su lokalizovana uz rasednu zonu pružanja SZ-JI i generalnog pada oko 65° prema jugozapadu, uz kontakt škriljaca i kvarclatita. Osa orudnjenja postepeno tone u pravcu jugoistoka. Orudnjenje deponovano u strukturi ima formu žice, pri čemu kristalasti škriljci čine krovinu, a kvarclatiti podinu. U dubljim delovima ležišta orudnjenje je pretežno u obliku izduženih sočiva koja su kombinacija štokverkno-impregnacionog, žiličasto-impregnacionog i kompaktnog tipa, u rudnoj zoni širine do 60 m. Sredina deponovanja rudne materije su kvarclatiti i znatno manje kristalasti škriljci.

Kontinuitet orudnjenja po pružanju iznosi oko 700 m, a po padu preko 600 m. ležište je istraživano rudarskim radovima, istražnim bušenjem i pratećim geološkim radovima sa geofizičkim i geochemijskim ispitivanjima.

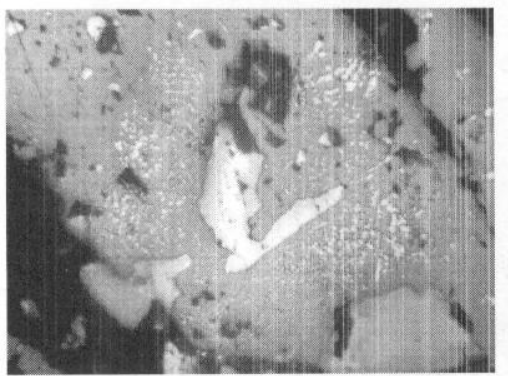
Po podacima iz studije o mikroskopskom ispitivanju rude ležišta “Podvirovi i Conjev kamen” utvrđeni su sledeći rudni minerali: galenit, halkopirit i sfalerit, a podređeno markasit, pirit, tetraedrit i burnonit. Od nerudnih minerala zastupljeni su kvarc, diopsid, hlorit, kalcit itd. (Slika 2 a,b,c,d,e,f)



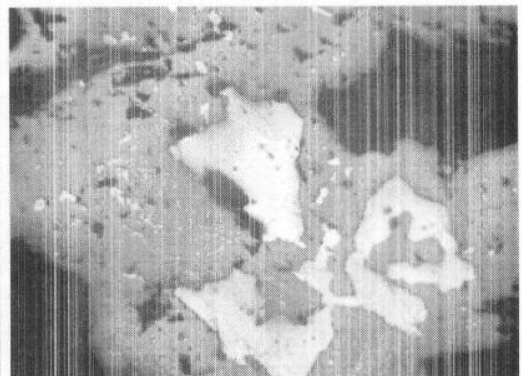
a) Marmatit sa inkluzijama halkopirita, ostaci potiskivanog galenita



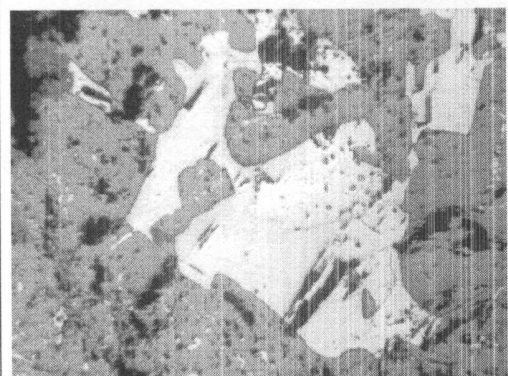
b) Marmatit sa inkluzijama i žilicama halkopirita



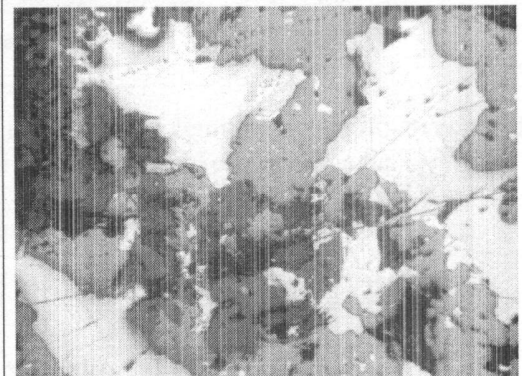
c) Marmatit sa velikom gustom inkluzija halkopirita, zahvaćenim galenitom



d) Kao na slici c)



e) Marmatit sa inkluzijama halkopirita, ostaci potiskivanog galenita, halkopirita, tetraeditra i piritva



f) Zahvaćeni galenit marmatitom "Kripe" galenita u mlađim sulfidima

**Slika 2** Slika zastupljenosti nerudnih minerala

Galenit obrazuje veće površine sa fragmentima sulfide i jalovine. Krupnoća ovih fragmenata u galenitu iznosi od 0,02 do 0,1 mm. galenit se nalazi u halkopiritu i u vidu uklopaka krupnoće 0,015-0,05 mm, a obrazuje i površine do 0,15mm

Sfalerit gradi veće površine ispucale i potisnute galenitom, tetraeditom i halkopiritom, pri čemu ovi minerali dostižu krupnoću od 0,025 do 0,1 mm. Isto tako sfalerit se javlja u vidu

fragemnata u halkopiritu i galenitu i dostiže krupnoću od 0.025 do 0,1 mm. Pukotine u sfaleritu zapunjene su mineralima jalovine.

Karakteristična su halkopiritna izdvajanja u sfaleritu. Halkopiritna zrna, koja se javljaju u vidu intergranularnog filma po obodu sfaleritskih zrna dostižu krupnoću od 0,010 do 0,025 mm, dok unutar sfaleritskih zrna halkopiritska izdvajanja mogu biti veoma sitna, do ispod 0,005 mm.

Fina halkopiritska izdvajanja u galenitu i sfaleritu mogu da dovedu do povećanih gubitaka halkopirita u koncentratu olova i sfalerita u koncentratu bakra.

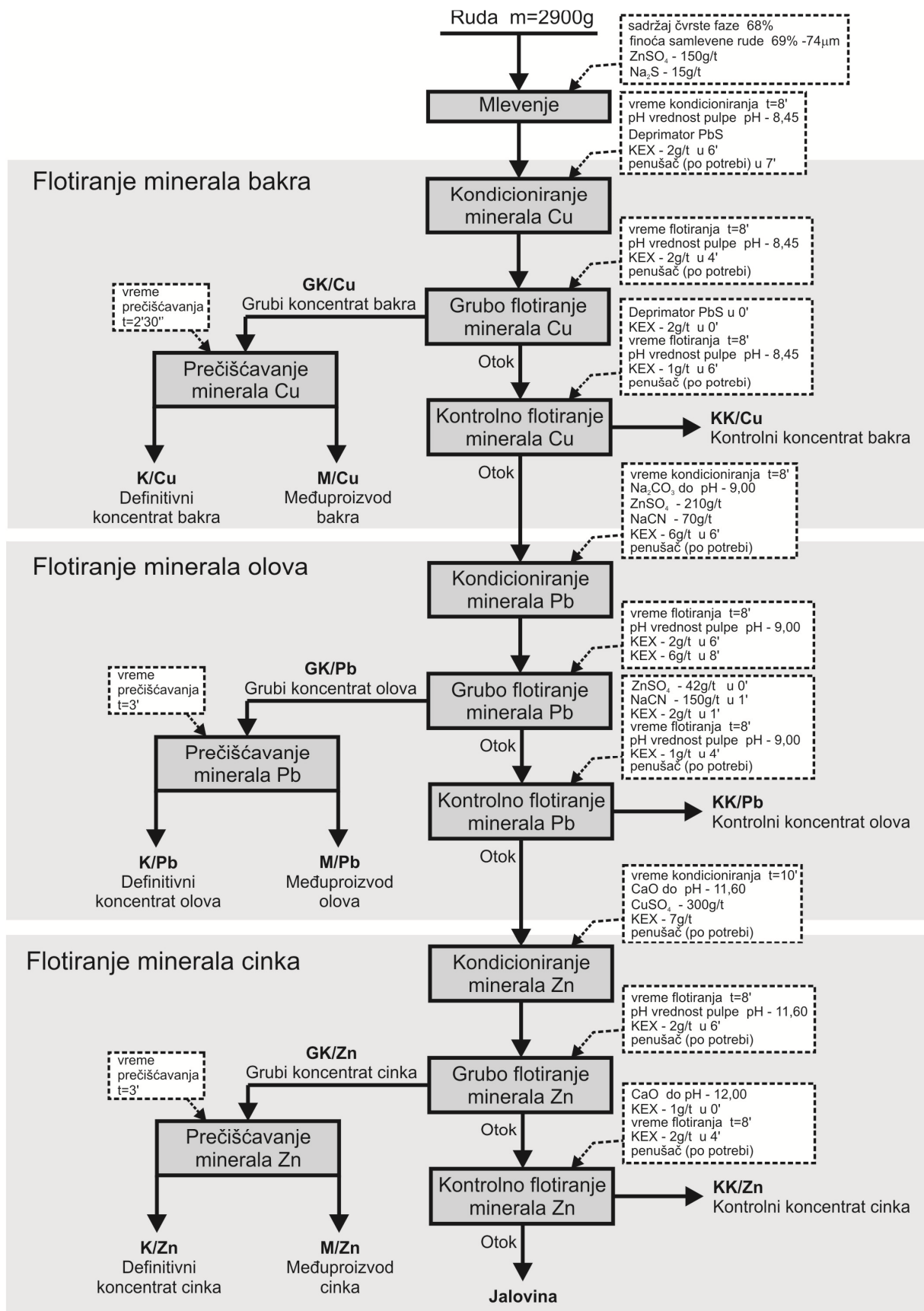
## **5. Tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije**

Nakon dobijanja osnovnih informacija o uzorku, koje su neophodne za dalja tehnološka ispitivanja, pristupilo se definisanju polaznih parametara i uslova za sprovođenje poluindustrijske probe na uzorku „Podvirovi i Conjev kamen“. U cilju formiranja tehničko – tehnološke šeme u poluindustrijskom postrojenju za pripremu mineralnih sirovina ITNMS, bilo je potrebno izvesti set laboratorijskih testova na uzorku, kako bi u što većoj meri prilagodili uslove laboratorijskih testova uslovima poluindustrijske probe. U tekstu koji sledi biće prikazani uslovi i tehnološki rezultati laboratorijskih testova.

### **5.1. Laboratorijski testovi flotacijske koncentracije prispelih uzoraka**

U sklopu laboratorijskih ispitivanja urađen je određen broj testova u dogovoru sa Investitorom i to prema dosadašnjem iskustvu saradnika BOSILMETAL i ITNMS uz primenu reagensnog režima koji nije karakterističan za pripremu i koncentraciju polimetalčnih ruda koje sadrže bakar, olovo i cink. Prema toj šemi najpre je vršena koncentracija minerala bakra, a nakon toga koncentracija minerala olova i cinka. Ono što je karakteristično za predloženu šemu tehnoloških laboratorijskih ispitivanja je da se za koncentraciju bakra a deprimiranje olova koristi savremeni reagens koji predstavlja poslovnu tajnu Investitora.

Na Slici 3 dat je šematski prikaz tehnološke šeme izvođenja laboratorijskih testova. Nakon toga slede rezultati laboratorijskih ispitivanja. Usled nedostatka prostora, biće prikazani rezultati samo pet reprezentativnih testova u cilju sticanja neophodnog uvida u dalji tok ispitivanja. Uslovi izvođenja testova su se razlikovali u količini utrošenog deprimatora galenita. Takođe, u testu 3 nije vršeno prečišćavanje koncentrata Pb i Zn, jer je akcenat bio na kvalitetu koncentrata Cu. Rezultati laboratorijskih testova prikazani su u Tabeli 7.



Slika 3 Šematski prikaz izvođenja laboratorijskih opita



Tabela 7. Bilans metala opita 1-5

<b>Opit 1</b>	<b>“Podvirovi i Conjev kamen” - kompozit</b>						
<b>Proizvod</b>	<b>M, %</b>	<b>Cu, %</b>	<b>Pb, %</b>	<b>Zn, %</b>	<b>I Cu, %</b>	<b>I Pb %</b>	<b>I Zn %</b>
<i>Ulaz</i>	100,00	0,82	4,62	3,041	100,00	100,00	100,00
<i>K/Cu</i>	1,71	19,74	24,22	6,540	40,98	8,94	3,67
<i>M/Cu</i>	1,99	5,21	17,97	5,710	12,64	7,75	3,74
<i>KK/Cu</i>	5,24	5,45	21,66	9,450	34,74	24,55	16,28
<b>Otok Cu</b>	91,06	0,10	2,98	2,548	11,64	58,75	76,30
<i>K/Pb</i>	3,95	0,78	52,85	17,036	3,75	45,18	22,14
<i>M/Pb</i>	1,83	0,58	11,12	5,520	1,29	4,40	3,32
<i>KK/Pb</i>	2,96	0,63	2,95	24,760	2,27	1,89	24,13
<b>Otok Pb</b>	82,31	0,04	0,41	0,987	4,33	7,28	26,71
<i>K/Zn</i>	1,35	0,52	2,00	50,96	0,86	0,59	22,69
<i>M/Zn</i>	5,23	0,17	1,05	1,11	1,05	1,19	1,90
<i>KK/Zn</i>	3,16	0,17	1,05	0,69	0,66	0,72	0,72
<i>Jalovina</i>	72,58	0,02	0,31	0,06	1,77	4,79	1,41
<b>Opit 2</b>	<b>“Podvirovi i Conjev kamen” - kompozit</b>						
<b>Proizvod</b>	<b>M, %</b>	<b>Cu, %</b>	<b>Pb, %</b>	<b>Zn, %</b>	<b>I Cu, %</b>	<b>I Pb %</b>	<b>I Zn %</b>
<i>Ulaz</i>	100,00	0,81	4,57	3,11	100,00	100,00	100,00
<i>K/Cu</i>	1,24	19,16	11,82	7,00	29,41	3,20	2,78
<i>M/Cu</i>	3,17	6,94	11,49	6,64	27,34	7,99	6,77
<i>KK/Cu</i>	2,82	1,08	3,58	28,38	3,78	2,21	25,71
<b>Otok Cu</b>	92,77	0,34	4,26	2,17	39,48	86,60	64,74
<i>K/Pb</i>	3,16	0,71	71,26	6,67	2,78	49,32	6,77
<i>M/Pb</i>	2,16	0,75	37,68	4,89	2,01	17,82	3,39
<i>KK/Pb</i>	3,84	5,83	14,82	9,43	27,75	12,45	11,62
<b>Otok Pb</b>	83,61	0,07	0,38	1,60	6,93	7,01	42,97
<i>K/Zn</i>	2,02	0,58	1,00	52,05	1,45	0,44	33,78
<i>M/Zn</i>	2,03	0,40	1,39	8,30	1,01	0,62	5,40
<i>KK/Zn</i>	2,29	0,32	1,23	1,40	0,91	0,62	1,03
<i>Jalovina</i>	77,27	0,04	0,32	0,11	3,55	5,33	2,75
<b>Opit 3</b>	<b>“Podvirovi i Conjev kamen” - kompozit</b>						
<b>Proizvod</b>	<b>M, %</b>	<b>Cu, %</b>	<b>Pb, %</b>	<b>Zn, %</b>	<b>I Cu, %</b>	<b>I Pb %</b>	<b>I Zn %</b>
<i>Ulaz</i>	100,00	0,78	4,48	3,05	100,00	100,00	100,00
<i>K/Cu</i>	1,45	18,64	20,05	6,51	34,67	6,50	3,10
<i>M/Cu</i>	2,16	3,06	13,73	4,58	8,49	6,63	3,25
<i>KK/Cu</i>	3,95	7,00	12,35	9,88	35,44	10,89	12,81
<b>Otok Cu</b>	92,43	0,18	3,68	2,67	21,40	75,97	80,84
<i>GK/Pb</i>	5,57	1,16	54,11	4,28	8,27	67,24	7,82
<i>KK/Pb</i>	2,28	1,72	4,15	12,55	5,02	2,11	9,37
<b>Otok Pb</b>	84,59	0,07	0,35	2,29	8,11	6,63	63,66
<i>GK/Zn</i>	4,85	0,56	0,54	37,26	3,48	0,58	59,31
<i>KK/Zn</i>	1,68	0,48	1,53	2,32	1,03	0,57	1,28
<i>Jalovina</i>	78,05	0,04	0,31	0,12	3,60	5,47	3,07

<b>Opit 4</b>	<b>“Podvirovi i Conjev kamen” - kompozit</b>						
<b>Proizvod</b>	<b>M, %</b>	<b>Cu, %</b>	<b>Pb, %</b>	<b>Zn, %</b>	<b>I Cu, %</b>	<b>I Pb %</b>	<b>I Zn %</b>
<i>Ulaz</i>	100,00	0,87	4,64	2,70	100,00	100,00	100,00
<i>K/Cu</i>	1,16	20,95	16,88	7,05	27,83	4,21	3,02
<i>M/Cu</i>	3,24	6,36	16,90	6,36	23,66	11,81	7,63
<i>KK/Cu</i>	4,06	6,70	13,90	8,17	31,21	12,16	12,27
<b>Otok Cu</b>	91,55	0,16	3,64	2,28	17,30	71,81	77,09
<i>K/Pb</i>	3,33	0,97	70,88	4,49	3,72	50,92	5,53
<i>M/Pb</i>	1,90	0,77	25,92	3,64	1,68	10,60	2,55
<i>KK/Pb</i>	2,08	1,48	3,99	27,58	3,54	1,79	21,24
<b>Otok Pb</b>	84,24	0,09	0,47	1,53	8,37	8,50	47,76
<i>K/Zn</i>	2,25	0,63	1,67	47,33	1,61	0,81	39,38
<i>M/Zn</i>	1,92	0,47	2,06	5,23	1,04	0,86	3,73
<i>KK/Zn</i>	1,65	0,55	2,38	1,78	1,03	0,85	1,09
<i>Jalovina</i>	78,42	0,05	0,35	0,12	4,68	5,99	3,57
<b>Opit 5</b>	<b>“Podvirovi i Conjev kamen” - kompozit</b>						
<b>Proizvod</b>	<b>M, %</b>	<b>Cu, %</b>	<b>Pb, %</b>	<b>Zn, %</b>	<b>I Cu, %</b>	<b>I Pb %</b>	<b>I Zn %</b>
<i>Ulaz</i>	98,57	0,84	4,88	3,17	100,00	100,00	100,00
<i>K/Cu</i>	0,95	20,06	22,23	7,31	22,90	4,35	2,20
<i>M/Cu</i>	3,11	7,38	20,53	7,82	27,41	13,07	7,67
<i>KK/Cu</i>	4,30	6,03	20,44	8,17	31,02	18,02	11,10
<b>Otok Cu</b>	90,20	0,16	3,41	2,72	17,23	63,12	77,59
<i>K/Pb</i>	3,64	1,42	64,95	9,45	6,17	48,40	10,85
<i>M/Pb</i>	1,83	0,93	17,21	6,59	2,04	6,47	3,82
<i>KK/Pb</i>	2,14	1,05	3,81	23,66	2,69	1,67	16,02
<b>Otok Pb</b>	82,59	0,06	0,39	1,80	6,32	6,58	46,89
<i>K/Zn</i>	2,57	0,61	1,35	45,75	1,87	0,71	37,18
<i>M/Zn</i>	2,09	0,39	1,73	9,08	0,96	0,74	5,98
<i>KK/Zn</i>	1,37	0,61	2,98	4,02	0,99	0,83	1,74
<i>Jalovina</i>	76,56	0,04	0,37	0,14	3,94	5,73	3,43

## 5.2 Poluindustrijska tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije

### 5.2.1 Tehničko – tehnološki opis poluindustrijskog procesa flotacijske koncentracije minerala Cu, Pb i Zn

Na osnovu rezultata laboratorijskih testova i tehničko-tehnoloških mogućnosti poluindustrijskog postrojenja u ITNMS, izvršeno je povezivanje opreme i usklađivanje parametara za efikasnu realizaciju probe. Utvrđeni su sledeći tehničko – tehnološki parametri prerade i uzorkovanja u poluindustrijskom postrojenju:

- Kapacitet prerade: Q=42kg/h,
- Finoća mlevenja:  $\gamma=69\%$  -0,074mm u prelivu klasifikatora,
- Vreme trajanja poluindustrijske probe: ~10h/radni dan
- Interval uzimanja uzoraka: t=15min,
- Uzorkovanje proizvoda koncentracije posle probe:

- Koncentrat minerala Cu posle prvog prečišćavanja
- Koncentrat minerala Pb posle prvog prečišćavanja
- Koncentrat minerala Zn posle prvog prečišćavanja
- Definitivna jalovina – otok flotiranja minerala Zn

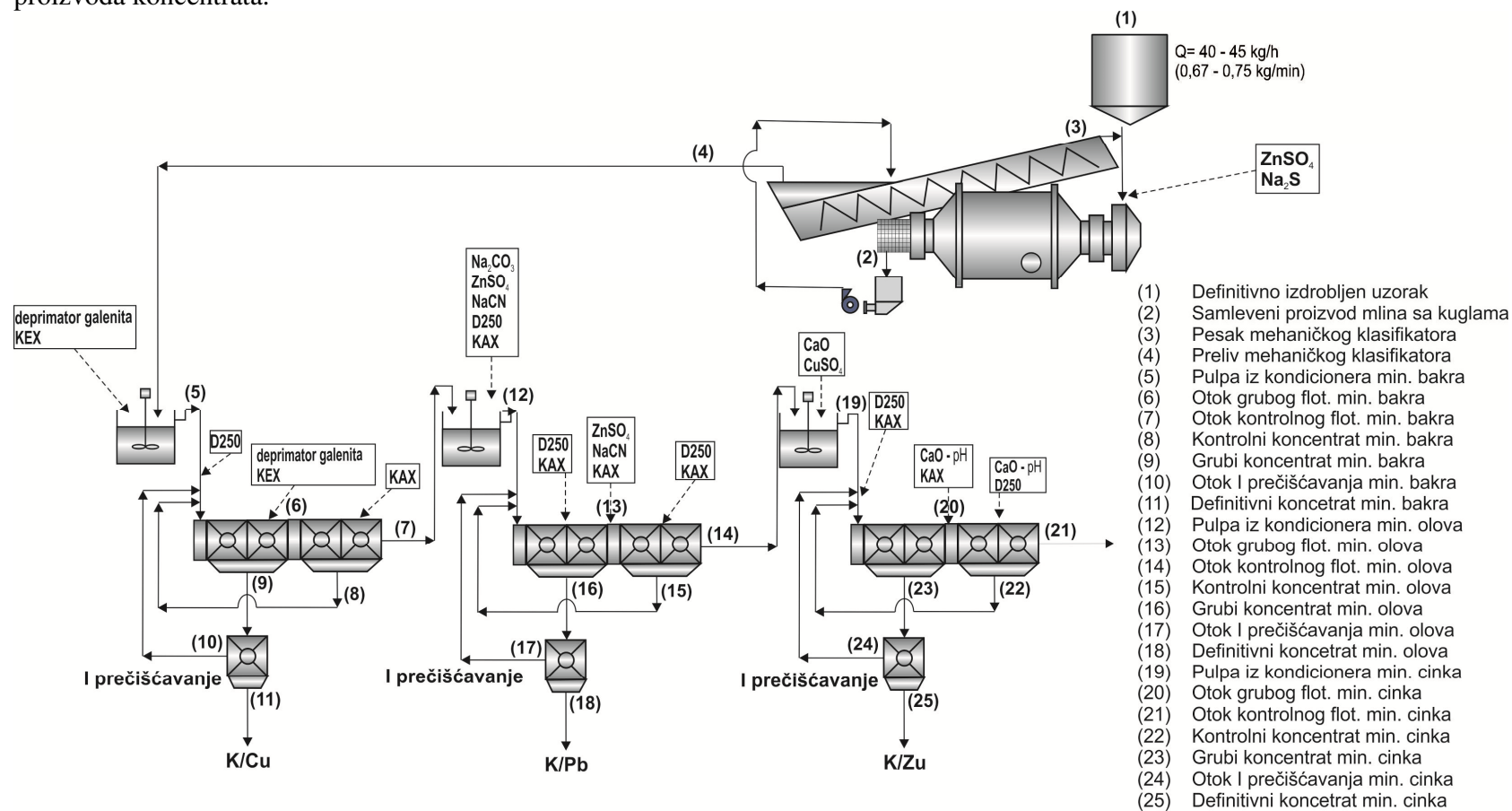
U cilju bilansiranja ostvarenih rezultata tokom procesa, merene su mase dobijenih koncentrata po danima i prikazane kumulativno u materijalnom bilansu.

Poluindustrijska proba sprovedena je po prethodno utvrđenoj šemi u laboratorijskim uslovima, pri održavanju svih relevantnih parametara na konstantoj vrednosti.

Simuliranje procesa laboratorijskih ispitivanja na poluindustrijskom nivou izvršeno je kontinualnim praćenjem i uzorkovanjem, kako bi se u što većoj meri sprovela provera i potvrda laboratorijskih testova.

### 5.2.2. Tehničko-tehnološka šema flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka u poluindustrijskom postrojenju

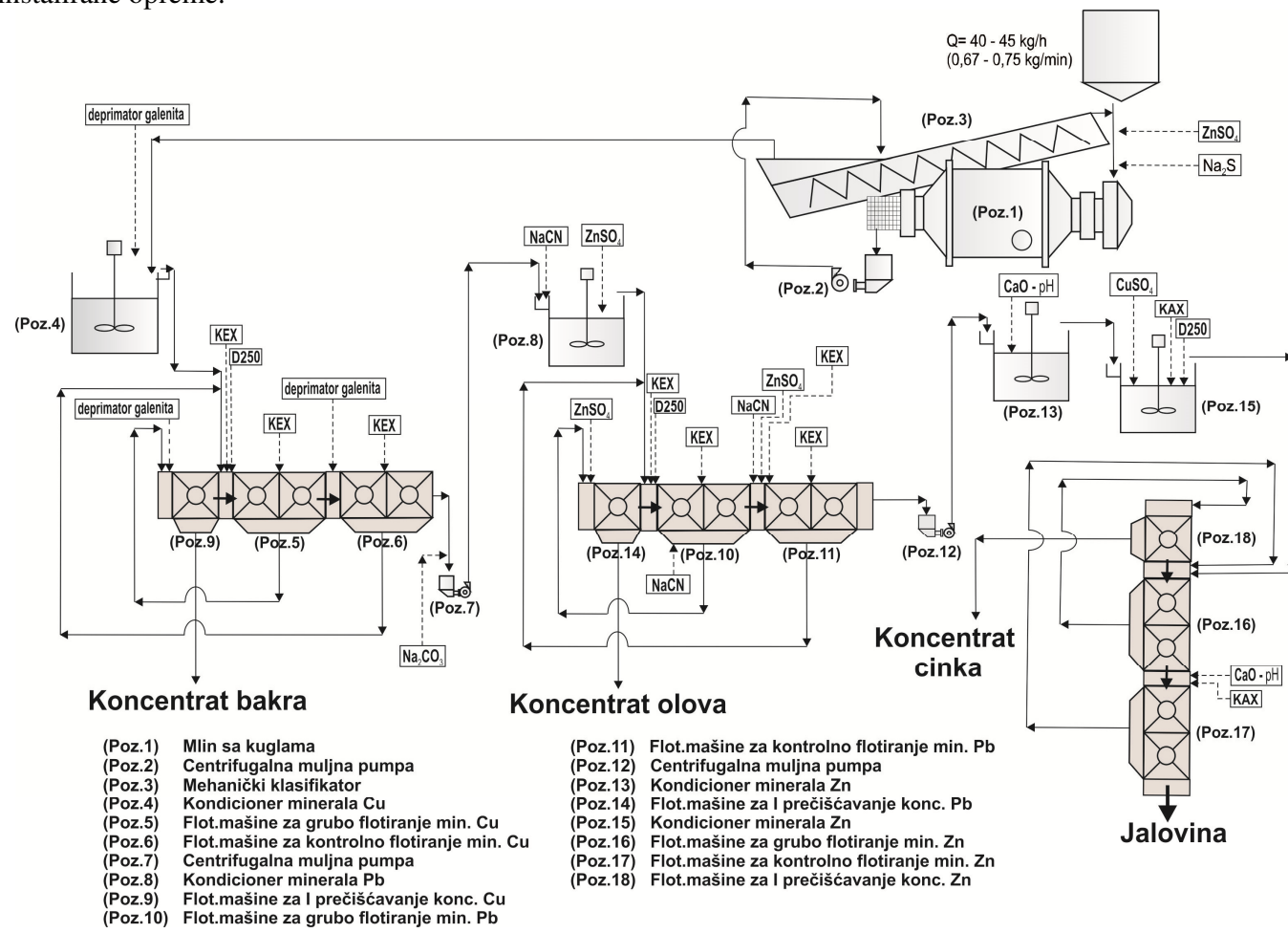
Na Slici 4 prikazana je tehnološka šema dobijanja koncentrata bakra, olova i cinka sa tehnološkim pozicijama međuproizvoda i proizvoda koncentrata.



Slika 4 Tehnološka šema dobijanja koncentrata minerala bakra, olova i cinka

### 5.2.3. Tehničko-tehnološki opis poluindustrijskog procesa flotacijske koncentracije minerala Cu, Pb i Zn

Na Slici 5 prikazana je tehnička šema poluindustrijskog procesa flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka sa pozicionim rasporedom instalirane opreme.



Slika 5 Tehnička šema dobijanja koncentrata minerala bakra, olova i cinka sa pozicijama opreme

## ***Mlevenje i klasiranje***

Definitivno izdrobljen uzorak (1) krupnoće GGK 2mm, odlazi u mlin sa kuglama (poz.1) gde se obavlja proces mlevenja. Samleveni proizvod mlina sa kuglama (2) se centrifugalnom muljnom pumpom (poz.2) transportuje u mehanički klasifikator (poz.3) na klasiranje.

Pesak mehaničkog klasifikatora (3), vraća se u mlin sa kuglama.

Na taj način mlin sa kuglama radi u zatvorenom ciklusu sa mehaničkim klasifikatorom (poz.3).

Preliv mehaničkog klasifikatora (4), koji sadrži 69 % gotovog proizvoda (-0,074mm), predstavlja definitivni proizvod mlevenja i klasiranja i transportuje se gravitacijski u kondicioner pulpe (poz.4) grubog flotiranja minerala bakra.

## ***Flotiranje minerala bakra***

Flotacijska koncentracija počinje u poluindustrijskim flotacijskim mašinama DENVER SUB A 5 zapremine 12 l, a radne 8 l.

Pulpa se iz kondicionera (5) (poz.4) gravitacijski uvodi u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.5) na grubo flotiranje minerala bakra .

Otok grubog flotiranja minerala bakra (6), odlazi na kontrolno flotiranje u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.6).

Otok kontrolnog flotiranja minerala bakra (7), se uz pomoć centrifugalne muljne pumpe (poz.7) odvodi u kondicioner pulpe (poz.8), gde se pulpa priprema za flotacijsku koncentraciju minerala olova .

Kontrolni koncentrat flotiranja minerala bakra (8) se vraća ponovno na grubo flotiranje u flotacijske mašine (poz.5).

Koncentrat grubog flotiranja minerala bakra (9) transportuje se u flotacijsku mašinu (poz.9) na prvo prečišćavanje minerala bakra.

Otok prvog prečišćavanja minerala bakra (10) se vraća ponovo u flotacijske mašine (poz.5) na grubo flotiranje.

Koncentrat prvog prečišćavanja minerala bakra (11), predstavlja definitivni koncentrat bakra i skuplja se tokom procesa u buradima.

## ***Spisak i mesto doziranja reagenasa u procesu flotiranja minerala bakra***

1.  $ZnSO_4$  150g/t deprimator minerala cinka u mlin (poz.1)
2.  $Na_2S$  15g/t sulfidizator u mlin (poz.1)
3. deprimator minerala olova u količini od 140 do 250 g/t rude u kondicioner (poz.4)
4. KEX kao kolektor od 15g/t u kondicioner (poz.4)
5. penišač D250 po potrebi
6. KEX kao kolektor po 1g/t u flot. mašine (poz.5 i 6)
7. deprimator minerala olova u količini od 13 do 20 g/t rude u flot. mašinu (poz.6 i 9)

## ***Flotiranje minerala olova***

Otok kontrolnog flotiranja minerala bakra (7), se uz pomoć centrifugalne muljne pumpe (poz.7) odvodi u kondicioner pulpe (poz.8), gde se pulpa priprema za flotacijsku koncentraciju minerala olova .

Pulpa se iz kondicionera (12) (poz.8) gravitacijski uvodi u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.10) na grubo flotiranje minerala olova .

Otok grubog flotiranja minerala olova (13), odlazi na kontrolno flotiranje u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.11).

Otok kontrolnog flotiranja minerala olova (14), se uz pomoć centrifugalne muljne pumpe (poz. 12) odvodi u kondicioner pulpe (poz. 13), gde se pulpa priprema za flotacijsku koncentraciju minerala cinka .

Kontrolni koncentrat minerala olova (15) se vraća ponovno na grubo flotiranje u flotacijske mašine (poz. 10).

Koncentrat grubog flotiranja minerala olova (16) transportuje se u flotacijsku mašinu (poz.14) na prvo prečišćavanje minerala olova.

Otok prvog prečišćavanja minerala olova (17), se vraća ponovo u flotacijske mašine (poz.10) na grubo flotiranje.

Koncentrat prvog prečišćavanja minerala olova (18) predstavlja definitivni koncentrat olova i skuplja se tokom procesa.

#### *Spisak i mesto doziranja reagenasa u procesu flotiranja minerala olova*

1.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kao regulator sredine pH 9 u pumpu (poz.7)
2. NaCN 50g/t deprimator drugih sulfidnih minerala osim minerala olova u ulaz kondicionera (poz.8)
3.  $\text{ZnSO}_4$  150g/t deprimator minerala cinka u kondicioner (poz.8)
4. KEX 6g/t na izlazu kondicionera (poz.8)
5. D250 po potrebi
6. KEX kao kolektor od 6, 2 i 1g/t u flot. mašine (poz.10 i 11)
7. NaCN dva puta po 10g/t u flot. mašine (poz.11 i 14)
8.  $\text{ZnSO}_4$  40 i 30g/t u flot. mašine (poz.11 i 14)

#### *Flotiranje minerala cinka*

Otok kontrolnog flotiranja minerala olova (14) se uz pomoć centrifugalne muljne pumpe (poz.12) odvodi u kondicioner pulpe (poz.13), gde se pulpa dodaje krečno mleko i priprema pH vrednost na zadatih 11,5 . Tako pripremljena pulpa se gravitacijski odvodi u kondicioner (poz.15), gde se pulpi dodaju ostali reagensi i tako priprema za flotacijsku koncentraciju minerala cinka.

Pulpa (19), se iz kondicionera (poz.15) gravitacijski uvodi u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.16) na grubo flotiranje minerala cinka .

Otok grubog flotiranja minerala cinka(20), odlazi na kontrolno flotiranje u dve poluindustrijske flotacijske mašine (poz.17).

Otok kontrolnog flotiranja minerala cinka (21), predstavlja definitivnu jalovinu koja se prikuplja.

Kontrolni koncentrat minerala cinka (22) se vraća ponovno na grubo flotiranje u flotacijske mašine (poz. 16).

Koncentrat grubog flotiranja minerala cinka (23) transportuje se u flotacijsku mašinu (poz.18) na prvo prečišćavanje minerala cinka.

Otok prvog prečišćavanja minerala cinka (24) se vraća ponovo u flotacijske mašine (poz.16) na grubo flotiranje.

Koncentrat prvog prečišćavanja minerala cinka (25), predstavlja definitivni koncentrat cinka i skuplja se tokom procesa .

*Spisak i mesto doziranja reagenasa u procesu flotiranja minerala cinka:*

1. Krečno mleko kao regulator sredine pH 11,5 i 12 u kondicioner (poz.13) i flot. mašine (poz.17)
2. CuSO<sub>4</sub> 300g/t aktivator minerala cinka u ulaz kondicionera (poz.15)
3. KAX 7g/t u kondicioner (poz.15)
4. D250 po potrebi
5. KAX 3g/t u flot. mašine (poz.17)

#### **5.2.4 Materijalni bilans i tehnološki pokazatelji poluindustrijske probe**

Poluindustrijska ispitivanja na uzorku ležišta “Podvirovi i Conjev kamen” izvršena su tokom juna meseca 2014. godine. Koncentrati bakra, olova i cinka su nakon poluindustrijskog procesa u trajanju od 10-12 h tokom dnevne probe sušeni i mereni u cilju izrade materijalnog bilansa i dobijanja podataka o tehnološkim efektima. Nakon završetka kompletne poluindustrijske probe na kompozitnom uzorku mase m=2.650,00 kg suve rude, reprezentativni uzorci proizvoda koncentracije minerala bakra, olova i cinka i jalovine su predati na hemijsku analizu. Materijalni bilans i tehnološki pokazatelji poluindustrijske probe prikazani su u Tabeli 8. Učešće pratećih elemenata čiji sadržaj može bitno da utiče na kvalitet koncentrata i njegovu komercijalnu vrednost prikazano je u Tabeli 9.

**Tabela 8.** Materijalni bilans i tehnološki pokazatelji poluindustrijske probe

Proizvod	M, %	Cu, %	Pb, %	Zn, %	Ag, g/t	I Cu, %	I Pb, %	I Zn, %	I Ag, %
Ulaz	100,00	0,86	4,46	2,51	33,71	100,00	100,00	100,00	100,00
K/Cu	3,02	20,88	6,53	4,30	580,00	73,25	4,43	5,17	51,96
K/Pb	5,23	1,30	71,26	4,10	260,00	7,90	83,64	8,53	40,34
K/Zn	3,86	1,20	1,80	52,20	17,10	5,38	1,56	80,15	1,96
Jalovina	87,89	0,13	0,53	0,18	2,20	13,47	10,37	6,15	5,74

**Tabela 9.** Sadržaj bitnih pratećih elemenata u proizvodima koncentracije

Element	Fe	S	Sb	As	Mg	Mn	Sn (PPM)	Cd (PPM)	Hg (PPM)	Bi (PPM)	Ca (PPM)
K/Cu	13,76	25,47	1,89	2,25	0,10	0,12	2,10	101,43	0,75	1,53	0,37
K/Pb	1,61	14,52	0,12	0,07	0,09	0,12	0,60	133,22	0,10	3,32	0,31
K/Zn	5,82	27,9	0,02	0,08	0,28	0,53	2,40	872,44	0,27	4,85	0,99

## **6. Komentar ostvarenih rezultata**

Kompozit uzoraka ležišta “Podvirovi i Conjev kamen”, predstavlja rudu sa izuzetno visokim sadržajem korisnih komponenti i to bakra, olova i cinka. Ovako bogata ruda u svakom pogledu predstavlja veliki izazov za proces pripreme i koncentracije minerala bakra, olova i cinka u cilju dobijanja komercijalnih proizvoda za dalju preradu.

Osnovni zadatak poluindustrijske probe flotacijske koncentracije korisnih komponenti iz ovih ležišta je da se potvrde rezultati laboratorijskih testova na osnovu kojih se po definisanoj tehnološkoj šemi dobijaju zasebni koncentrati bakra, olova i cinka.

Izveštaj o poluindustrijskim ispitivanjima nedvosmisleno ukazuje na mogućnost dobijanja tri komercijalna proizvoda za dalju preradu u pirometalurškom procesu.

Treba istaći da je poluindustrijska proba izvedena bez većih zastoja, problema i oscilacija parametara koncentracije, koji su praćeni. Ispitivana tehnološka šema selektivne flotacijske



koncentracije minerala bakra, olova i cinka u cilju njihove valorizacije deluje izuzetno ohrabrujuće, perspektivno i primenljivo na industrijskom nivou po kontinualnom režimu vođenja procesa. Tokom probe, vizuelno je bilo lako uočljivo da se koncentracije metala dobro odvajaju međusobno i da njihovi minerali flotiraju pravovremeno i na tačno predviđenom mestu po zadatoj tehnološkoj šemi. Primenom flotacijskih reagenasa koji su korišćeni u poluindustrijskom procesu ostvaruje se visok stepen selektivnosti, čime se dobija mogućnost dobijanja zasebnih koncentrata bakra, olova i cinka, što bi moglo da se veoma povoljno odrazi na tehnološke efekte prerade u rudniku Bosilmetal.

Što se tiče dobijenih koncentrata, može se konstatovati:

**Koncentrat bakra** – Obzirom na prilično visok sadržaj bakra u uzorku rude za ispitivanje, bilo je logično očekivati i visok sadržaj bakra u koncentratu. Kao što je prethodno istaknuto, na osnovu ovih konstatacija unapred je odlučeno da se tokom probe vrši samo jedno prečišćavanje osnovnog koncentrata. Nakon jednog prečišćavanja osnovnog koncentrata postignuta je zadovoljavajuća vrednost sadržaja bakra u njemu. Naime, 20,88 % bakra u ovom proizvodu omogućava njegovu dalju primenu u procesu prerade pirometalurškim procesom.

Bez obzira što postoji mogućnost daljeg prečišćavanja koncentrata i povećanja sadržaja bakra u njemu, smatralo se da je jedno prečišćavanje dovoljno u cilju dobijanja komercijalno prihvatljivog proizvoda, što potvrđuju rezultati poluindustrijske probe. Ovakav sadržaj bakra u koncentratu, deklarise ovaj međuproizvod kao prilično kvalitetan i prihvatljiv za primenu u topionicama bakrovih koncentrata, i na taj način ga svrstava u jedan od tri komercijalna proizvoda prema namerama investitora iz “Bosilmetala”.

Takođe, ohrabruje i činjenica da u ovom koncentratu ima 6,53% olova, što je na gornjoj granici prihvatljivosti za standard koje nameću topionice bakra. Daljim prečišćavanjem ovog koncentrata moguće je dodatno oboriti sadržaj olova i poboljšati kvalitet koncentrata u pogledu sadržaja pratećih komponenti. Sve u svemu, sadržaj olova u koncentratu bakra se nalazi u opsegu u kome je moguće dodatnom optimizacijom procesa prečišćavanja lako uticati na snižavanje ovog sadržaja u koliko to bude potrebno.

Isto tako, sadržaj cinka u ovom koncentratu od 4,30% se kreće u opsegu prihvatljivom za pirometalurški standard. Logično je očekivati da se daljim prečišćavanjem jednom prečišćenog koncentrata sadržaj cinka može dodatno spustiti, ako to nameću tehničko-tehnološki uslovi dalje prerade.

Što se tiče sadržaja ostalih pratećih elemenata koji su relevantni za ocenu kvaliteta koncentrata, treba istaći sadržaj srebra koji zavređuje pažnju i doprinosi komercijalnoj vrednosti koncentrata i ekonomskim efektima.

Sadržaj štetnih primesa, prikazanih u Tabeli 9, koje mogu smanjiti vrednost koncentrata sa tehničko-tehnološkog i ekološkog aspekta, je takav da definitivno može da se konstatuje da su prisutni u manjoj meri nego što je propisano i nemaju negativnog uticaja na vrednost ovog proizvoda.

Prema prethodno iznetim činjenicama može se definitivno konstatovati da je poluindustrijskim procesom na uzorku rude ležišta “Podvirovi i Conjev kamen” dobijen kvalitetan koncentrat bakra sa komercijalnim potencijalom za dalju upotrebu. Time su potvrđeni rezultati laboratorijskih ispitivanja i namera investitora iz “Bosilmetala” da valorizuje ovaj vredan metal iz rude.

**Koncentrat olova** – Sadržaj olova u rudi je veoma visok obzirom na činjenicu da je ruda iz ovog rudnika prilično bogata metalima. Iz ovog razloga odlučeno je da se u procesu flotacijske koncentracije mineral olova izvrši jedno prečišćavanje osnovnog koncentrata i po toj šemi pokuša da dobije dovoljno kvalitetan koncentrat za dalju komercijalnu upotrebu, prema uslovima laboratorijskih ispitivanja. Nakon izvršene poluindustrijske probe, sadržaj olova od 71,26% u ovom koncentratu je izuzetno visok i što je veoma bitno ovi rezultati su ostvareni posle samo

jednog prečišćavanja. Na ovaj način moguće je pojednostaviti fazu flotacije minerala olova, a takođe i pojačavaju se tehno-ekonomski efekti prerade date sirovine. Sa takvim sadržajem olova u olovnom koncentratu ovaj međuproizvod postaje vrlo konkurentan i interesantan sa aspekta pirometalurških zahteva. Sadržaj bakra od 1,30% je ispod gornje granice tolerancije i ne predstavlja nikakav problem u pogledu plaćanja negativnih poena posebno ako se uzme u obzir da je to koncentrat koji se može i dalje prečišćavati.

U zavisnosti od potreba tržišta koncentrata u smislu sadržaja korisnih komponenti, dodatnim prečišćavanjem jednom prečišćenog osnovnog koncentrata, moguće je oboriti sadržaj bakra i svesti ga u željene granice. Sadržaj cinka u koncentratu olova je, isto tako, zadovoljavajući i ne podleže smanjenju cene ovog koncentrata.

U svakom slučaju, postoji varijanta prečišćavanja ovako dobijenog koncentrata kako bi se poboljšao njegov kvalitet sa aspekta sadržaja pratećih komponenti u zavisnosti od zahteva tržišta. Pored toga, kao i u prethodnom slučaju ističe se visok sadržaj srebra koji doprinosi kvalitetu dobijenog koncentrata i njegovoj ekonomskoj vrednosti na tržištu. Definitivno možemo konstatovati da je poluindustrijskim procesom flotacijske koncentracije minerala olova dobijen kvalitetan koncentrat olova sa izuzetnom tržišnom vrednošću.

Sadržaj štetnih primesa, prikazanih u Tabeli 9, koje mogu smanjiti vrednost koncentrata sa tehničko-tehnološkog i ekološkog aspekta, je takav da definitivno može da se konstatuje da su prisutni u manjoj meri nego što je propisano i nemaju negativnog uticaja na vrednost ovog proizvoda

Na taj način je potvrđeno da je moguće dobiti i drugi komercijalni proizvod iz ležišta "Podvirovi i Conjev kamen" prema šemi investitora iz "Bosilmetala".

**Koncentrat cinka** - Kao i u prethodna dva slučaja u vezi korisnih komponenti ležišta "Podvirovi i Conjev kamen", sadržaj cinka u ovoj rudi je prilično visok i veoma interesantan sa aspekta pripreme i koncentracije. I u slučaju cinka je odlučeno da se tokom poluindustrijske probe izvrši samo jedno prečišćavanje osnovnog koncentrata cinka. Nakon ovog procesa dobijen je koncentrat cinka sa 52,20 % cinka što je značajno viši sadržaj od minimalno zahtevanog za potrebe pirometalurške prerade koncentrata cinka. Sa ovog aspekta može da se konstatuje da je koncentracija ovog metala tokom poluindustrijske probe u potpunosti uspeła.

Što se tiče sadržaja pratećih elemenata, koji su bili tema poluindustrijskih ispitivanja, ističe se da je sadržaj bakra od 1,20% u potpunosti u opsegu tolerancije za potrebe tržišta, a sadržaj olova od 1,80% je ispod gornje granice propisanih vrednosti za pirometalurški postupak dalje prerade koncentrata cinka.

Kao što je već spomenuto u komentarima koncentrata bakra i olova, i koncentrat cinka podleže dodatnom prečišćavanju flotacijskim postupkom u cilju povećanja sadržaja cinka a smanjenja sadržaja pratećih komponenti, ukoliko se ukaže potreba za tim.

Što se tiče sadržaja srebra u koncentratu cinka, on je znatno niži nego što je to slučaj sa koncentratima bakra i olova i sa tog aspekta može se konstatovati da iako poboljšava kvalitet i cenu koncentrata ne zavređuju toliku pažnju kao u prethodna dva slučaja.

Dakle, na osnovu prethodno iznetog definitivno se može konstatovati da je flotacijskom koncentracijom rude ležišta "Podvirovi i Conjev kamen" dobijen vrlo kvalitetan koncentrat cinka sa interesantnim parametrima u pogledu komercijalnih karakteristika.

Sadržaj štetnih primesa, prikazanih u Tabeli 9, koje mogu smanjiti vrednost koncentrata sa tehničko-tehnološkog i ekološkog aspekta, je takav da definitivno može da se konstatuje da su prisutni u manjoj meri nego što je propisano i nemaju negativnog uticaja na vrednost ovog proizvoda.

Na ovaj način su potvrđeni rezultati laboratorijskih ispitivanja mogućnosti valorizacije ovog metala iz rude i namera investitora da dobije treći selektivni koncentrat iz ispitivanog ležišta.

Na osnovu ovih činjenica može se konstatovati da je poluindustrijska proba u potpunosti uspeła i to sa aspekta potvrde rezultata laboratorijskih ispitivanja i vođenja kontinualnog procesa tokom

perioda prerade kompozitnog uzorka, što upućuje na mogućnost primene zadatog tehnološkog postupka na industrijskom nivou i relativno jednostavan način vođenja procesa i kontrole relevantnih parametara flotacijske koncentracije.

## 7. Zaključak

Nakon izvršene poluindustrijske probe na uzorku ležišta "Podvirovi i Conjev kamen" rudnika „Bosilmetal“, analize i komentara ostvarenih rezultata, zaključuje se sledeće:

- Fizičko-hemijske karakteristike ispitivanog uzorka predstavljaju tipičan primer vrlo bogate rude sa velikim potencijalom i mogućnošću jednostavne valorizacije metala bakra, olova i cinka postupkom flotacijske koncentracije.
- Tehničko-tehnološka šema definisana laboratorijskim ispitivanjima je prilično jednostavna i primenjiva sa aspekta reagensnog režima, mogućnošću vođenja procesa i kontrole relevantnih parametara, posebno ako se uzme u obzir da je u pitanju izuzetno bogata polimetalna ruda.
- Poluindustrijska proba na uzorku ležišta "Podvirovi i Conjev kamen" je u potpunosti uspeła i potvrdila rezultate ostvarene u fazi laboratorijskih ispitivanja.
- Rezultati poluindustrijskih ispitivanja flotacijske koncentracije nedvosmisleno ukazuju na mogućnost dobijanja kvalitetnog koncentrata bakra, već posle prvog prečišćavanja osnovnog koncentrata.
- Rezultati poluindustrijskih ispitivanja flotacijske koncentracije nedvosmisleno ukazuju na mogućnost dobijanja kvalitetnog koncentrata olova, već posle prvog prečišćavanja osnovnog koncentrata.
- Rezultati poluindustrijskih ispitivanja flotacijske koncentracije nedvosmisleno ukazuju na mogućnost dobijanja kvalitetnog koncentrata cinka, već posle prvog prečišćavanja osnovnog koncentrata.
- Sadržaj štetnih primesa u koncentratima bakra, olova i cinka je u granicama tolerancije pa samim tim ne umanjuje ekonomsku vrednost koncentrata.
- Tehničko-tehnološki parametri flotiranja minerala bakra, olova i cinka omogućavaju dalji tretman jednom prečišćenog koncentrata bakra, olova i cinka flotacijskim postupkom u cilju dobijanja kvalitetnijih i komercijalno interesantnijih proizvoda koncentracije.
- Trenutno se sprovode aktivnosti koje su vezane za projektovanje poluindustrijskog postrojenja kapaciteta 3 t/h u pogonu rudnika BOSILMETAL na lokalitetu "Podvirovi i Conjev kamen". Autori ovog tehničkog rešenja su angažovani i na ovom zadatku. Projektovanje ovog postrojenja vrši se u skladu sa ciljem da se u roku od dve godine isprojektuje i postrojenje za pripremu i koncentraciju kapaciteta 250 000-300 000 t/god. Time se potvrđuje svrha svih aktivnosti i tehnoloških ispitivanja na rešavanju problematike polimetalne sirovine rudnika „Bosilmetal“ a koje su prezentovane kroz ovo tehničko rešenje u vidu implementacije nove proizvodne linije za dobijanje koncentrata bakra, olova i cinka.
- Na kraju, treba napomenuti da je opšti utisak o rudi ležišta "Podvirovi i Conjev kamen" rudnika „Bosilmetal“ izuzetno povoljan i mišljenje saradnika koji su sproveli poluindustrijska ispitivanja je da se radi o sirovini sa velikim potencijalom u pogledu valorizacije korisnih komponenti prilično jednostavnim tehničko-tehnološkim postupkom za dobijanje komercijalnih proizvoda. Nadamo se da smo svojim naučno-istraživačkim i inženjerskim aktivnostima uspeali da damo skroman doprinos industrijskoj preradi rude iz ovog ležišta i time pospešili razvoj industrije Srbije u oblasti rudarstva.

## 8. Primena tehničkog rešenja

Ovo tehničko rešenje je proisteklo iz Izveštaja o poluindustrijskim ispitivanjima polimetalne rude iz ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ – Bosilmeta i prezentovano je u kraćim crtama. Izveštaj koji je izradila grupa istraživača i projekatana iz ITNMS je bio potreban korisniku rezultata tj. Investitoru, kao deo neophodne dokumentacije za potrebe resornih Ministarstava u cilju dobijanja neophodnih dozvola za dalji nastavak aktivnosti u vezi sa otvaranjem rudnika na lokalitetu „ Podvirovi i Conjev kamen“ i pokretanje proizvodnje.

U tom smislu, primena tehničkog rešenja indirektno se ogleda kroz prizmu aktivnosti koje su neophodne da bi Investitor- BOSILMETAL ostvario krajnji cilj a to je otpočinjanje eksploatacije i prerade polimetalne rude Cu, Pb i Zn.

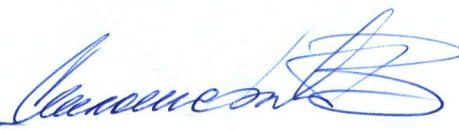
Zahvaljujući pomenutom Izveštaju, trenutno se odvijaju aktivnosti projektovanja poluindustrijskog i industrijskog postrojenja za pripremu i koncentraciju u cilju dobijanja komercijalnog koncentrata bakra, olova i cinka.

### LITERATURA

- [1] M. Simić, Metalogenija zone Mačkatica-Blagodot-Karamanica, GEOINSTITUT, Beograd, 2001.
- [2] V. Milošević i saradnici, Izveštaj o poluindustrijskim ispitivanjima polimetalne rude iz ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ – Bosilmetal, ITNMS, Beograd, 2014.
- [3] M. Manojlović-Gifing, Faze fotacijske pulpe, RGF Beograd, 1989.
- [4] D.R. Nagaraj, J.S. Brinen, SIMS Analysis of flotation collector adsorption and metal ion activation on minerals: recent studies, Cytec Industries

Rukovodilac projekta:

Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik ITNMS



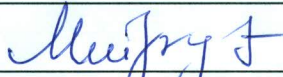
Autori tehničkog rešenja,

potpis

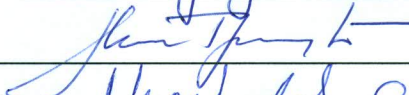
Dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik ITNMS



Prof.dr Milan Trumić, vanredni prof. TF Bor



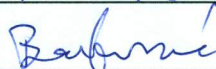
dr Maja Trumić, docent TF Bor



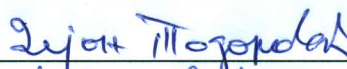
Dr Sonja Milićević, istraživač saradnik ITNMS



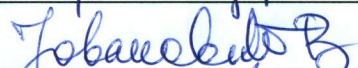
Mr Zoran Bartulović, istraživač saradnik ITNMS



Mr Dejan Todorović, istraživač saradnik ITNMS



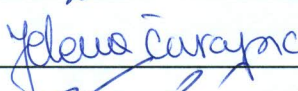
Mr Vladimir Jovanović, istraživač saradnik ITNMS




Branislav Ivošević, stručni savetnik ITNMS



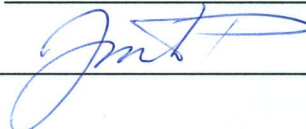
Jelena Čarapić, istraživač saradnik ITNMS

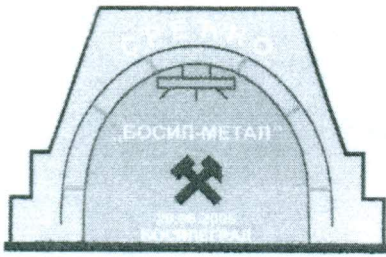


Vladimir Adamović, istraživač saradnik ITNMS



Robert Jogrić, saradnik, RED METAL AG





ПРИВРЕДНО ДРУШТВО ЗА ВАЂЕЊЕ РУДА  
И ОСТАЛИХ ОБОЈЕНИХ МЕТАЛА

**"БОСИЛ · МЕТАЛ" -Д.О.О.-БОСИЛЕГРАД**

17540 - Босилеград, Георги Димитров 74 ТЕЛ/ФАКС 017/878-956

017/878-955 Тр. 205-111109-53 Комерцијална банка АД Београд

Матични број: 20200243 Шифра делатности: 0729 ПИБ: 104625461

ВАЂЕЊЕ РУДА, ИЗВОЂЕЊЕ РАДОВА, ПРОЈЕКТОВАЊЕ, МАРКЕТИНГ, ЕХПОРТ-ИМПОРТ

Bosilegrad, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Poštovani,

Prema Vašem zahtevu i za Vaše potrebe dostavljamo Vam

### POTVRDU

Da su na izvođenju tehnoloških laboratorijskih i poluindustrijskih ispitivanja flotacijske koncentracije Cu, Pb i Zn na polimetalčnoj rudi iz polimetalčne rude ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ - BOSILMETAL, primenjeni najsavremeniji naučni i stručni postupci vezani za preradu polimetalčne rude bakra, olova i cinka flotacijskom koncentracijom u cilju dobijanja komercijalnog koncentrata bakra, olova i cinka.

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

**DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALIČNE RUDE LEŽIŠTA „ PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA**

Autori tehnološkog rešenja :

dr Vladan Milošević dipl.ing.rud., dr Sonja Milićević dipl.ing.teh., mr Zoran Bartulović dipl.ing.rud., mr Dejan Todorović dipl.ing.rud., mr Vladimir Jovanović dipl.ing.rud., Branislav Ivošević dipl.ing.rud., Jelena Čarapić dipl.ing.rud., zaposleni u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 11 000 Beograd, Franše d'Eperea 86, prof. dr Milan Trumić, dipl.ing.rud, dr Maja Trumić, dipl.ing.rud., zaposleni na TF Bor i Robert Jogrić i dipl.ing.rud. zaposlen u RED METAL AG Švajcarska.



Direktor

Vukajlović Miodrag

**Predmet: Pokretanje postupka za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja**

U skladu sa procedurom QMS, IP 19, Izrada i postupak validacije i verifikacije tehničko-tehnoloških rešenja, obraćamo se Naučnom veću Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS) sa molbom da, prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl.glasnik RS, 38/08), pokrene postupak za validaciju i verifikaciju tehničkog rešenja, kategorije M 82 – Nova proizvodna linija, pod nazivom: **Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalične rude ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja.** Tehničko rešenje je rezultat projekta TR 33007, pod nazivom „Implementacija savremenijih tehničko-tehnoloških i ekoloških rešenja u postojećim proizvodnim sistemima RBB i RBM“.

**Autori:**


1. dr Vladan Milošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
2. dr Sonja Milićević, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
3. prof.dr Milan Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
4. dr.Maja Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
5. mr Zoran Bartulović, dipl.inž. rud. - ITNMS Beograd
6. mr Dejan Todorović, dipl.inž. rud.- ITNMS Beograd
7. mr Vladimir Jovanović, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
8. Branislav Ivošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
9. Jelena Čarapić, dipl.inž.rud.- ITNMS Beograd
10. Vladimir Adamović, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
11. Robert Jogrić, dipl.inž.rud.- RED METAL AG, Švajcarska

**Za recenzente predlažemo:**

1. Prof. dr Grozdanka Bogdanović, Tehnički fakultet Bor
2. dr Zoran Štirbanović, Tehnički fakultet Bor

Beograd, 06. 11. 2015. godine

Podnosilac zahteva:

  
dr Vladan Milošević, viši naučni saradnik

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

Број:13/5-12  
09.11.2015. године

На основу члана 40 Статута Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Научно веће Института је, на седници одржаној 09.11.2015. године донело

**О Д Л У К У**

Покреће се поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом „*Дефинисање нове производне линије флотацијске концентрације минерала бабра, олова и цинка из полиметаличне руде лежишта „Подвирови и Цоњев камен“ – БОСИЛМЕТАЛ применом савременијих техничко технолошких решења*“, аутора др Владана Милошевића, вишег научног сарадника, др Соње Милићевић, истраживача сарадника, мр Зорана Бартуловића, истраживача сарадника, мр Дејана Тодоровића, истраживача сарадника, мр Владимира Јовановића, истраживача сарадника, Бранислава Ивошевића, стручног саветника, и Јелене Чарапић, истраживача сарадника, Владимира Адамовића, истраживача сарадника, ИТНМС Београд, Проф. др Милан Трумић и др Маја Трумић, Технички факултет Бор, и Роберт Јогрић Red Metal AG, Švajcarska, и бирају рецензенти **Проф. др Грозданка Богдановић**, Технички факултет Бор, и **др Зоран Штирбановић**, Технички факултет Бор.



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

*Dr* **Мирослав Сокић**

виши научни сарадник



# NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA TEHNOLOGIJU NUKLEARNIH I DRUGIH MINERALNIH SIROVINA

PREDMET: RECENZIJIA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

## DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALIČNE RUDE LEŽIŠTA „PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA

### Autora:

1. dr Vladan Milošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
2. dr Sonja Milićević, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
3. prof.dr Milan Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
4. dr.Maja Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
5. mr Zoran Bartulović, dipl.inž. rud. - ITNMS Beograd
6. mr Dejan Todorović, dipl.inž. rud.- ITNMS Beograd
7. mr Vladimir Jovanović, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
8. Branislav Ivošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
9. Jelena Čarapić, dipl.inž.rud.- ITNMS Beograd
10. Vladimir Adamović, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
11. Robert Jogrić, dipl.inž.rud.- RED METAL AG, Švajcarska

Odlukom Naučnog Veća ITNMS Beograd, br. 13/5-12 od 09.11.2015. godine, imenovan sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: *Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalične rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja.*

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 prosvete, nauke i tehnološkog 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 28 (dvadeset osam) 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 5 slika i 9 tabela.

Osnovni zadatak poluindustrijske probe flotacijske koncentracije korisnih komponenti iz ovog ležišta bio je da se potvrde rezultati laboratorijskih testova na osnovu kojih se po definisanoj tehnološkoj šemi dobijaju zasebni koncentracije bakra, olova i cinka.

Izveštaj o poluindustrijskim ispitivanjima nedvosmisleno ukazuje na mogućnost dobijanja tri komercijalna proizvoda za dalju preradu u pirometalurškom procesu.

Ispitivana tehnološka šema selektivne flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka u cilju njihove valorizacije deluje izuzetno ohrabrujuće, perspektivno i primenljivo na industrijskom nivou po kontinualnom režimu vođenja procesa.

Primenom flotacijskih reagenasa koji su korišćeni u poluindustrijskom procesu ostvaruje se visok stepen selektivnosti, čime se dobija mogućnost dobijanja zasebnih koncentrata bakra, olova i cinka, što bi moglo da se veoma povoljno odrazi na tehnološke efekte prerade u rudniku Bosilmetal.

U cilju realizacije zadatka tokom izrade Izveštaja, istraživači – autori tehničkog rešenja su bili rukovođeni savremenim naučno-istraživačkim i inženjerskim principima, uvodeći u određenoj meri novitete u oblast pripreme i koncentracije ruda bakra, olova i cinka. Ostvareni tehnološki rezultati i karakteristike dobijenih koncentrata potvrđuju da su u svojoj nameri u potpunosti uspeali.

Navedena pogavlja sadrže dovoljno informacija o cilju sprovedenih ispitivanja i daju jasnu sliku o primenljivosti predloženog tehničkog rešenja – Nova proizvodna linija, 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 da je predloženi tehnološki postupak primenjen od strane korisnika i daje zapažene tehnološke rezultate.

Na osnovu iznetih činjenica, predlažem Naučnom veću ITNMS Beograd da tehničko rešenje: " **Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalne rude ležišta „ Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja.**", verifikuje i svrsta u kategoriju predloženu od strane autora: M<sub>82</sub> – nova proizvodna linija.

Beograd, 17.11.2015. god.

Recenzent



Dr Grozdanka Bogdanović,  
redovni profesor, TF Bor

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 :** Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalične rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja

**Autori:** Vladan Milošević, Sonja Milićević, Milan Trumić, Maja Trumić, Zoran Bartulović, Dejan Todorović, Vladimir Jovanović, Branislav Ivošević, Jelena Čarapić, Robert Jogrić

**Godina:** 2015.

**Prijavljena kategorija:** M82 Nova tehnološka linija

**Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdio da:**

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

\* uneti da/ne u prazne kockice

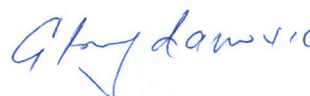
Dato tehničko rešenje:

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, 17.11. 2015.

RECENZENT



**Dr Grozdanka Bogdanović, red.prof.**  
(Ime i prezime, potpis)

# NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA TEHNOLOGIJU NUKLEARNIH I DRUGIH MINERALNIH SIROVINA

RECENZIJU TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM:

## DEFINISANJE NOVE PROIZVODNE LINIJE FLOTACIJSKE KONCENTRACIJE MINERALA BAKRA, OLOVA I CINKA IZ POLIMETALIČNE RUDE LEŽIŠTA „PODVIROVI I CONJEV KAMEN“ – BOSILMETAL PRIMENOM SAVREMENIJIH TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH REŠENJA

### Autora:

1. dr Vladan Milošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
2. dr Sonja Milićević, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
3. prof.dr Milan Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
4. dr.Maja Trumić, dipl.inž.rud. – TF Bor
5. mr Zoran Bartulović, dipl.inž. rud. - ITNMS Beograd
6. mr Dejan Todorović, dipl.inž. rud.- ITNMS Beograd
7. mr Vladimir Jovanović, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
8. Branislav Ivošević, dipl.inž.rud. - ITNMS Beograd
9. Jelena Čarapić, dipl.inž.rud.- ITNMS Beograd
10. Vladimir Adamović, dipl.inž.teh. - ITNMS Beograd
11. Robert Jogrić, dipl.inž.rud.- RED METAL AG, Švajcarska

### MIŠLJENJE

Odlukom Naučnog Veća Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, br. 13/5-12 od 09.11.2015. god, imenovan sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: **Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalične rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja.**

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 2011-2015).

Na osnovu priložene tehničke dokumentacije iznosim sledeće mišljenje:

Predloženo Tehničko rešenje je prikazano kroz 28 strana, u okviru kojih je osim tekstualnog dela sadržano 9 tabela i 5 slika. Tehničko rešenje se sastoji od sledećih fundamentalnih celina, odnosno poglavlja:

- Uvod
- Kratak opis ležišta
- Naučna podloga i oblast nauke kojoj pripada tehničko rešenje
- Opis tehničkog rešenja
- Opis uzorka za ispitivanje
- Tehnološka ispitivanja flotacijske koncentracije

- Komentar ostvarenih rezultata
- Zaključak
- Primena tehničkog rešenja
- 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**

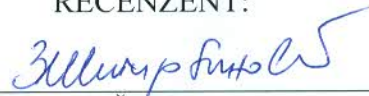
Ovo tehničko rešenje predstavlja tipičan primer mogućnosti primene naučno-istraživačkog rada u praksi, u cilju iznalaženja optimalnih rešenja za konkretan slučaj. Prilikom izrade Izveštaja, koji predstavlja osnov tehničkog rešenja, autori su iskazali savremen pristup rešavanju problema i iznalaženja najpovoljnije tehnološke šeme u datim uslovima. Pri tom, tehnološka ispitivanja su sprovedena u skladu sa Zakonom o rudarstvu i Pravilnikom utvrđenim redosledom, sprovodeći svaku od tih faza po pravilima i principima za procese i operacije u PMS.

Dobijeni rezultati omogućavaju dalje napredovanje aktivnosti koje je Investitor zacrtao kao krajnji cilj.

Na osnovu izloženih argumenata, preporučujem Naučnom veću ITNMS da se predloženo Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M<sub>82</sub>, pomenutog pravilnika.

Datum: 17.11.2015.god.

RECENZENT:



Dr Zoran Štirbanović, docent  
Tehnički Fakultet Bor, Univerzitet u Beogradu

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 :** Definisanje nove proizvodne linije flotacijske koncentracije minerala bakra, olova i cinka iz polimetalne rude ležišta „Podvirovi i Conjev kamen“ – BOSILMETAL primenom savremenijih tehničko-tehnoloških rešenja

**Autori:** Vladan Milošević, Sonja Milićević, Milan Trumić, Maja Trumić, Zoran Bartulović, Dejan Todorović, Vladimir Jovanović, Branislav Ivošević, Jelena Čarapić, Robert Jogrić

**Godina:** 2015.

**Prijavljena kategorija:** M82 Nova tehnološka linija

**Pregledom svih priloženih dokaza sam utvrdio da:**

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

\* 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, 17.11. 2015.

**RECENZENT**



**Dr Zoran Štirbanović, docent**  
(Ime i prezime, potpis)

## И з ј а в а

Овом изјавом потврђујем да је техничко-технолошко решење, под називом: „Дефинисање нове производне линије флотацијске концентрације минерала бакра, олова и цинка из полиметаличне руде лежишта „Подвирови и Цоњев камен“ – Босилметал применом савременијих техничко-технолошких решења“, категорије М82, чији су аутори:

1. др Владан Милошевић, виши научни сарадник – ИТНМС Београд
2. Проф. др Милан Трумић, редовни професор – ТФ Бор
3. др Маја Трумић, доцент – ТФ Бор
4. др Соња Милићевић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
5. мр Зоран Бартуловић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
6. мр Дејан Годоровић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
7. мр Владимир Јовановић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
8. Бранислав Ивошевић, стручни саветник – ИТНМС Београд
9. Јелена Чарапић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
10. Владимир Адамовић, истраживач сарадник – ИТНМС Београд
11. Роберт Јогрић, дипл. инг руд – Ред метал АГ, Швајцарска

резултат рада на пројекту ТР 33007 под називом «Имплементација савременијих техничко-технолошких и еколошких решења у постојећим производним системима РББ и РБМ», под Руководством др Владана Милошевића, вишег научног сарадника Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, а које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, (2011-2015).

Изјаву дајем ради верификације наведеног техничко-технолошког решења на седници Научног већа ИТНМС и даље.

Београду, 16.11.2015.

Руководилац Пројекта ТР 33007

  
Др Владан Милошевић, виши научни сарадник