



*Datum: 14. 03.2019.*

## NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR

### **Predmet: Pokretanje postupka za validizaciju i verifikaciju tehničkog rešenja**

U skladu sa PRAVILNIKOM O POSTUPKU I NAČINU VREDNOVANJA I KVANTITATIVNOM ISKAZIVANJU NAUČNOISTRAŽIVAČKIH REZULTATA, (Sl. Glasnik, RS br. 24/2016, 21/2017, i 38/2017), obraćamo se Naučnom Veću Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, sa molbom da pokrene postupak za validizaciju i verifikaciju tehničkog rešenja br T1/34004, pod nazivom:

### **DOBIJANJE BAKAR (II) HLORIDA ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) U KRISTALNOM OBLIKU**

Autora:

Dr Dragana Božić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Suzana Dragulović, dipl.ing.teh., stručni savetnik  
Dr Vesna Conić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Dr Mile Bugarin, dipl, ing.geol., naučni savetnik  
Mr Ljiljana Avramović, dipl.ing.teh., istraživač saradnik  
Dr Zdenka Stanojević Šimšić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Danijela Simonović, dipl.ing.teh.-master

Tehničko rešenje – Novo tehničko rešenje (nije komercijalizovano) (M85) je rezultat projekta TR 34004: „Razvoj ekoloških i energetski efikasnijih tehnologija za proizvodnju obojenih i plemenitih metala kombinacijom bioluženja, solventne ekstrakcije i elektrolitičke rafinacije“. Predloženo tehničko rešenje je rezultat projekta TR 34004, za period 2011-2019. godine.

Saglasan rukovodilac projekta TR34004:

Dr Vesna Conić, naučni saradnik, IRM Bor

Podnosilac zahteva:

Dr Dragana Božić, naučni saradnik



**NOVO TEHNIČKO REŠENJE (NIJE KOMERCIJALIZOVANO)  
(M85)**

**DOBIJANJE BAKAR (II) HLORIDA ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) U  
KRISTALNOM OBLIKU  
br. T1/34004**

Podnosilac zahteva:

Dr Dragana Božić, dipl. ing. met., naučni saradnik

*Bor, mart, 2019.*

| NAZIV ZAPISA | VRSTA : 0. | Oznaka: |
|--------------|------------|---------|
|--------------|------------|---------|



**„Техничка и развојна решења“**

MAT.DOK.:

Datum: 2019-03-14

**Група М80: „Техничка решења“**

**Категорија: „Ново техничко решење (није комерцијализовано)“**

**Резултат М85**

**1. Аутори решења:**

Dr Dragana Božić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Suzana Dragulović, dipl.ing.teh., stručni savetnik  
Dr Vesna Conić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Dr Mile Bugarin, dipl.ing.geolog., naučni savetnik  
Mr Ljiljana Avramović, dipl.ing.teh., istraživač saradnik  
Dr Zdenka Stanojević-Šimšić, dipl.ing.met., naučni saradnik  
Danijela Simonović, dipl.ing.teh.-master

**E-mail:** dragana.bozic@irmbor.co.rs

**2. Назив техничког решења – Ново техничко решење примено на националном нивоу:**

Добијање бакар (II) хлорида ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) у кристалном облику

**3. Кључне речи:**

Бакар (II) хлорид ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), хлороводонична киселина (HCl), азотна киселина ( $\text{HNO}_3$ )

**4. За кога је решење рађено:**

„ASTREA“ DOO

**5. Година када је решење комплетирано:**

2018-2019. година

**6. Година када је počelo да се применоје и од кога:**

2018. године, „ASTREA“ DOO

**7. Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:**

Техничко решење припада области Материјали и хемијске технологије, и области Уређење, заштита коришћења вода, земљишта и ваздуха.

**8. Problem који се техничким решењем решава:**



Bakar (II) hlorid se koristi kao katalizator za organske i neorganske reakcije, sredstvo za bojenje i štampanje tekstila, pigment za staklo i keramiku, konzervans drveta, dezinfekciono sredstvo, insekticid, fungicid i herbicid, i kao katalizator u proizvodnji hlora iz hlorovodonika.

## 9. Stanje rešenosti tog problema u svetu:

Bakar (II) hlorid ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), je jedinjenje koje u poslednjih nekoliko godina izaziva veliko interesovanje na globalnom nivou zbog širokog spektra primene ove soli u različitim granama industrije, što se odražava i na kvalitet života uopšte. O značaju proizvodnje, prodaje i praktičnoj primeni ovog jedinjenja može se zaključiti praćenjem ekonomskih i statističkih izveštaja koji se bave analizom tržišta Bakar (II) hlorida u svetu. Vodeći proizvođači bakar (II) hlorida u svetu su: MERCK, Finoric LLC, Rapid, Shenyang Xin Guang Chemical Factory, Hainan Huarong Chemical Co., Ltd.

## 10. Opis tehničkog rešenja:

### 10.1. Uvod

Na osnovu planiranog programa istraživanja u okviru projekta TR34004: „**Razvoj ekoloških i energetski efikasnijih tehnologija za proizvodnju obojenih i plemenitih metala kombinacijom bioluženja, solventne ekstrakcije i elektrolitičke rafinacije**“, planirano je dobijanje bakar (II) hlorida,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### Bakar ( II) hlorid, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Bakar ( II) hlorid kristališe sa dva molekula vode –  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – zeleni nehigroskopni kristali. Otrovan. Rastvara se u vodi. Može da se dobije na više načina:

- delovanjem hlorovodonične kiseline na kuprikarbonat,
- delovanjem hlorovodonične kiseline na bakar hidroksid,
- delovanjem hlorovodonične kiseline na bakar oksid,
- rastvaranjem elementarnog bakra u carskoj vodi.

Kristalnu vodu gubi na  $100^\circ\text{C}$  Bakar ( II) hlorid se upotrebljava u naftnoj industriji; u metalurgiji; u organskoj sintezi; u proizvodnji insekticida; u pirotehnici; za impregnaciju drveta.

Bakar (II) hlorid se široko koristi kao hemijski katalizator, komponenta pirotehničkih smeša, u proizvodnji različitih mineralnih boja. Kao analizator dimnih gasova, pomaže u izračunavanju njihove koncentracije i nivoa ugljen-dioksida. Takođe se koristi kao nosilac kiseonika u raznim fazama proizvodnje hemikalija, takva tehnologija, na primer, česta je u proizvodnji organskih boja.

Glavna industrijska primena bakar ( II) hlorida je kao ko-katalizator sa paladijum (II) hloridom u Wacker procesu. Koristi se i u drugim organskim sintetičkim primenama. Takođe se koristi u pirotehničkim sredstvima kao plavo-zeleno sredstvo za bojenje. U testu plamena, hloridi bakra, kao i sva jedinjenja bakra, emituju zeleno-plavu boju.

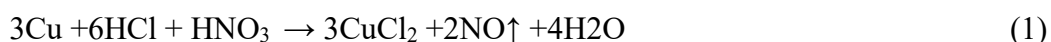


Koristi se za proces graviranja štampanih ploča, kao dodatak za elektroizolaciju, staklo, kao keramička i porcelanska boja, i aditiv za hranu. Takođe se koristi u farmaceutskim proizvodima, finim hemikalijama, bojama, kao konzervans za drvo, dezinfekciono sredstvo za vodu i kao insekticid itd.

## 10.2. Laboratorijska istraživanja

Redosled tehnoloških operacija u procesu dobijanja bakar (II) hlorida prikazan je na tehnološkoj šemi, Slika 1.

Prva faza procesa je rastvaranje bakra u prahu u carskoj vodi, prema sledećoj reakciji (1):



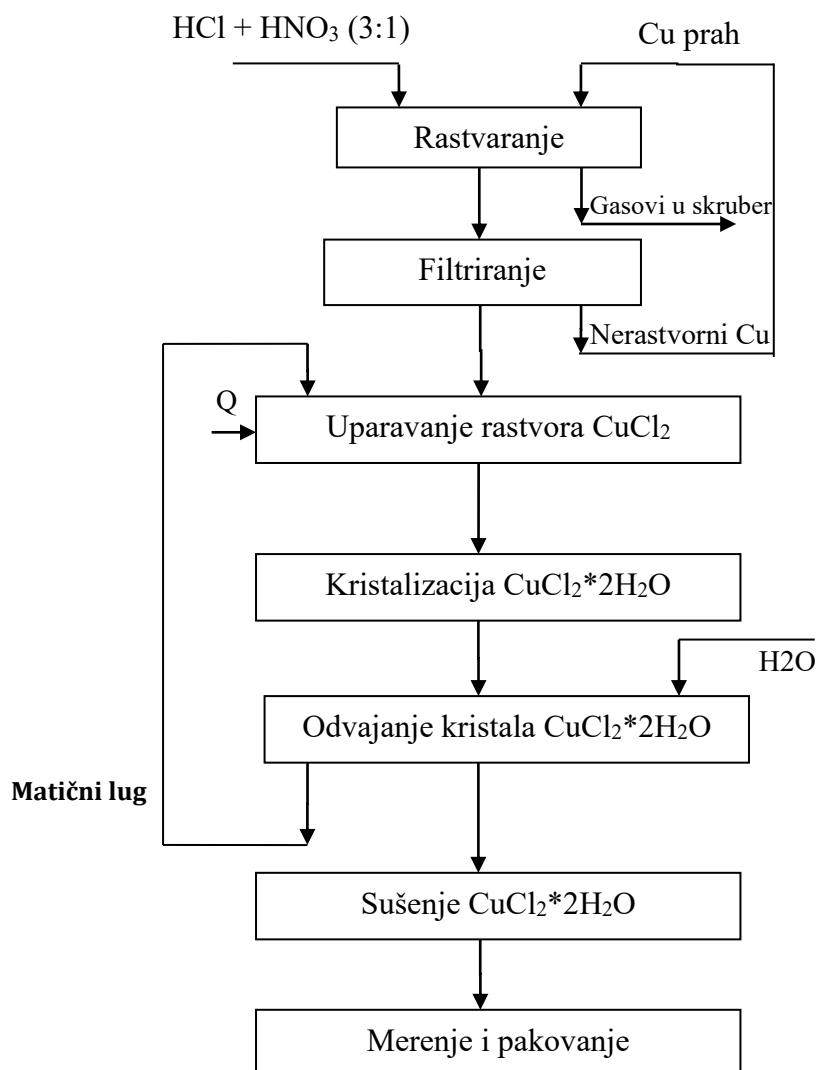
Pri rastvaranju bakra oslobađaju se azotovi oksidi, koji se neutrališu u skruberu za kisele otpadne gasove.

Dobijeni rastvor bakar (II) hlorida se filtrira, kako bi se odvojio nerastvoreni bakar. Zaostali, nerastvoreni bakar se vraća na sledeći ciklus rastvaranja sa novom količinom bakra u prahu.

Rastvor bakar (II) hlorida se uparava do 1/3 zapremine, a zatim hladi, kako bi iskristalisao bakar (II) hlorid dihidrat,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gasovi od uparavanja se, takođe, odводе u skruber za kisele otpadne gasove na neutralizaciju. Dobijeni kristali  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  se filtriraju i ispiraju malom količinom vode, a potom suše na niskoj temperaturi (oko  $50^\circ\text{C}$ ) pod vakuumom, ili na sobnoj temperaturi na vazduhu, kako se dihidrat  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ne bi raspao i prešao u bezvodni  $\text{CuCl}_2$  mrke boje. Suvi kristali  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  se mere i pakuju.

Matični rastvor, nakon odvajanja kristala  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , zajedno sa ispirnim vodama, se spaja sa svežom količinom rastvora  $\text{CuCl}_2$  i uparava.

U zavisnosti od kvaliteta polaznih sirovina, prema opisanoj tehnologiji, može se dobiti  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  p.a. ili tehničkog kvaliteta. Takođe, prekrizacijom bakar (II) hlorida tehničkog kvaliteta, može se dobiti  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  p.a. kvaliteta.



Slika 1. Šematski prikaz redosleda tehnoloških operacija pri dobijanju bakar (II) hlorida

Normativ sirovina i elektroenergije za proizvodnju bakar (II) hlorida prikazan je u tabeli 1.

*Tabela 1. Normativ sirovina za proizvodnju bakar (II) hlorid,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$*

| Sirovina                                  | Jedinica mere | Jedinica mere /kg $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
|-------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------|
| Katodni bakar (špon, prah)                | kg            | 0,41                                                        |
| Hlorovodonična kiselina, 36% (tehn./p.a.) | $\text{dm}^3$ | 1,40                                                        |
| Azotna kiselina, 65% (tehn./p.a.)         | $\text{dm}^3$ | 0,43                                                        |
| Destilovana (ili demineralizovana) voda   | $\text{dm}^3$ | 0,20                                                        |
| Etil - alkohol                            | $\text{dm}^3$ | 0,10                                                        |
| Elektroenergija                           | kWh           | 8,62                                                        |

Na slici 2 je prikazan bakar (II) hlorid u kristalnom obliku koji je dobijen u Institutu za rudarstvo i metalurgiju u Boru.



*Slika 2. Bakar (II) hlorid u kristalnom obliku dobijen u Institutu za rudarstvo i metalurgiju u Boru*



### 10.3. Kontrola procesa dobijanja bakar (II) hlorida

Rastvori se 500 g Cu u carskoj vodi (1400 ml 36% HCl i 430 ml 65% HNO<sub>3</sub>). Posle završetka rastvaranja rastvor se ofiltrira i upari na 1/3 zapremine i ohladi. Dobijeni kristali se odvoje na Bihneru, a zatim se rastvori u 1350 g vode. Rastvor se nakon toga ponovo upari do pojave kristalizacije i ohladi. Kristale se odvajaju na Bihneru, ispiraju etil-alkoholom i sipaju u tankom sloju u posudu za sušenje. Suše se na 30 °C uz povremeno mešanje. Kad zelena boja kristala pređe u zeleno – sivu povisi se temperatura na 50 °C i suši na toj temperaturi dok kristali prestanu da se lepe za staklenu posudu u kojoj se suše.

### 10.4. Zaključak

Bakar (II) hlorid (kuprihlorid), CuCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O je plavi, higroskopan prah. Rastvara se u vodi. Testiranjem plamenom, hloridi bakra, kao i sva jedinjenja bakra, emituju zeleno-plavu boju. Praktična primena ovog jedinjenja se vezuje za naftnu industriju, industriju boja, drvenu industriju. Bakar (II) hlorid se široko koristi kao hemijski katalizator, komponenta pirotehničkih smeša, u proizvodnji različitih mineralnih boja.



## 11. Tehnička dokumentacija

## 11.1. Validan dokaz o primeni tehničkog rešenja



INSTITUT ZA RUDARSTVO

I METALURGIJU BOR

19210 BOR, ul. Zelene bulevar 35

PAK : 602001

PIB 100627146

PE PDV - 122193906

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tekući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail:tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs

KUPAC : 400237

ASTREA D.O.O.

ul. Drvarska 28

36103 KRALJEVO

PAK :

PIB: 101070280

RAČUN br.

94100106 - 19

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 26.02.2019.

Datum prometa : 26.02.2019.

Valuta : 28.02.2019.

| Šifra projekta         | Naziv                           | Jed. mere | Kol. | Cena     | Poreska osnovica | stopa PDV | Iznos PDV | Vrednost sa PDV |
|------------------------|---------------------------------|-----------|------|----------|------------------|-----------|-----------|-----------------|
| 194100                 | Usluga izrade CuCl <sub>2</sub> | kg        | 10   | 3.385,10 | 33.851,00        | 20%       | 6.770,20  | 40.621,20       |
| UKUPNA VREDNOST sa PDV |                                 |           |      |          | 33.851,00        | 20%       | 6.770,20  | 40.621,20       |

Napomena o poreskom oslobodjenju:

Nema osnova za poresko oslobodjenje

NAPOMENA : UPLATU IZVRŠITE NA TEKUĆI RAČUN. PRILIKOM UPLATE OBAVEZNO SE POZOVITE NA BROJ RAČUNA

U slučaju neblagovremene uplate zaračunavamo zakonsku zateznu kamatu i tražimo naplatu sudskim putem bez prethodne opomene.

U slučaju sudskog spora priznajemo nadležnost Privrednog suda u Zaječaru.

Reklamacije se primaju u roku od 8 dana od datuma izdavanja računa. Reklamacija ne zadržava isplatu.

Fakturisao

  
Tanja Mihajlović

Rukovodilac

  
Vesna Florić, dipl.ecc.



|     |                                                                                                |                                                                   |        |            |     |                                                                      |                                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|------------|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 132 | AKTIV ZENA RTB BOR,<br>?OR?A VAJFERTA 29,<br>BOR<br>160-0000000439427-25                       | 999905<br>OfficeBanking<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | 250.00 | - ; -      | 246 | Obustave od penzija<br>i zarada                                      | 087002978982881                               |
| 133 | AKTIV ZENA 2015 -<br>clanarina, ,,<br>-<br>160-0000000406155-28                                | 999905<br>OfficeBanking<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | 200.00 | - ; -      | 246 | Obustave od penzija<br>i zarada                                      | 087002978983121                               |
| 134 | BANCA INTESA AD<br>BEOGRAD-PROLAZNI<br>RAČUN TARIFE<br>160-0000000000026-95                    | 000001<br>BEOGRAD<br>28.02.2019<br>28.02.2019                     | 200.00 | - ; -      | 221 | Obracun tarife za<br>usluge PP 21.02.-<br>28.02.2019                 | 160000000004243438<br>715003036330011         |
| 135 | Banca Intesa a.d. Beograd,<br>Milentija Popovica 7b,<br>Beograd<br>160-0000000000026-95        | 000001<br>BEOGRAD<br>28.02.2019<br>28.02.2019                     | 100.00 | - ; -      | 221 | Korišćenje in-house<br>softverskog rešenja<br>(februar,2019)         | 087002979045961                               |
| 136 | 80511 - OSNOVNO JAVNO<br>TUZILASTVO,<br>BEOGRAD,<br>840-0000000001620-21                       | Uprava za<br>trezor<br>28.02.2019<br>28.02.2019                   | - ; -  | 120,000.00 | 290 | DRUGE<br>TRANSAKCIJE<br>[SIB7687388]                                 | SIB7687388<br>95130401-17<br>710725479580012  |
| 137 | ASTREA DOO, DRVARSKA<br>28,<br>KRALJEVO<br>310-00000000154689-97                               | NLB Banka AD<br>Beograd<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | - ; -  | 40,621.20  | 220 | Promet robe i<br>usluga - međufazna<br>potrošnja<br>[08700072615652] | 43500001-00762<br>00106<br>707545163020012    |
| 138 | INSTITUT ZA RUDARSTVO<br>I METALURGIJU BOR,<br>ZELENI BULEVAR 35,<br>160-00000000042434-38     | 999905<br>OfficeBanking<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | - ; -  | 18,050.00  | 346 | Obustave od penzija<br>i zarada-<br>AKONTACIJA II                    | 087002978982552                               |
| 139 | PREDUZEĆE ZA PUTEVE<br>KRAGUJEVAC, TANASKA<br>RAJIĆA 16,<br>34000 KRA<br>205-00000000201561-06 | KOMERCIJALNA<br>BANKA A.D.<br>BEOGRAD<br>28.02.2019<br>28.02.2019 | - ; -  | 9,208.63   | 221 | analiza<br>kamenapLANJE<br>ROBE I USLUGA<br>[08700018649842]         | 95110102-19<br>95110102-19<br>707544596440012 |
| 140 | INSTITUT ZA RUDARSTVO<br>I METALURGIJU BOR,<br>ZELENI BULEVAR 35,<br>160-00000000042434-38     | 999905<br>OfficeBanking<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | - ; -  | 7,289.15   | 346 | Obustave od penzija<br>i zarada- stambeni                            | 087002978982802                               |
| 141 | INSTITUT ZA RUDARSTVO<br>I METALURGIJU BOR,<br>ZELENI BULEVAR 35,<br>160-00000000042434-38     | 999905<br>OfficeBanking<br>28.02.2019<br>28.02.2019               | - ; -  | 3,864.20   | 346 | Obustave od penzija<br>i zarada-<br>prekoracenje po<br>tel.rac.      | 087002978982622                               |



## 11.2. Lista ranije prihvaćenih tehničkih rešenja za svakog od autora pojedinačno

### Dr Dragana Božić, dipl.ing.met.:

#### M82:

1. S. Dragulović, V. Trujić, S. Dimitrijević, Z. Ljubomirović, B. Trumić, R. Marković, **D. Božić**, M. Gorgievski, „Dobijanje rodijuma visoke čistoće (min 99,95%) iz sekundarnih sirovina metodom solventne ekstrakcije“, 2011., TR 34024.
2. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.

#### M83:

1. S. Dragulović, S. Dimitrijević, B. Trumić, R. Marković, **D. Božić**, M. Gorgievski, S. Alagić, Elektrohemijsko dobijanje kalijum zlatnog cijanida, IRM Bor, 2015., TR 34024.

### Suzana Dragulović, dipl.ing.tehn.:

#### M82:

1. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, **Suzana Dragulović**, Zdenka Stanojević Šimšić, Branka Pešovski, Danijela Simonović, Dana Stanković, Zoran Vaduvesković, "Nova proizvodna linija za dobijanje bakar sulfata solventnom ekstrakcijom rudničkih voda" Br.V/3.5. od 10.01.2012. Projekat Tr 34004.
2. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, **Suzana Dragulović**, Zdenka Stanojević Šimšić, Danijela Simonović, Silvana Dimitrijević, Zorica Ljubomirović, "Nova proizvodna linija za proizvodnju bakra solventnom ekstrakcijom rudničkih voda" Br.T1/34004-2012. Projekat TR34004: Razvoj ekoloških i energetski efikasnijih tehnologija za proizvodnju obojenih i plemenitih metala kombinacijom bioluženja, solventne ekstrakcije i elektrolitičke rafinacije.
3. **S. Dragulović**, V. Trujić, S. Dimitrijević, Z. Ljubomirović, B. Trumić, R. Marković, D. Božić, M. Gorgievski, "Dobijanje rodijuma visoke čistoće (min 99,95%) iz sekundarnih sirovina metodom solventne ekstrakcije", 2011., TR 34024.
4. **S. Dragulović**, S. Dimitrijević, B. Trumić, R. Marković, D. Božić, M. Gorgievski, S. Alagić, "Elektrohemijsko dobijanje kalijum zlatnog cijanida", 2015., TR 34024.
5. S. Dimitrijević, **S. Dragulović**, Z. Stanojević Šimšić, A. Ivanović, V. Gardić, R. Marković, B. Trumić, "Elektrolitička rafinacija bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom elektroda", Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2012., TR34024.
6. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.



## M83:

1. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, **Suzana Dragulović**, Radmila Marković, Vesna Conić, Biljana Madić, Zdenka Stanojević Šimšić, *"Reciklaža bakra i srebra iz posrebranih mesinganih kućišta kombinacijom pirometalurških, elektrometalurških i hemijskih postupaka"* Br. T1/2012.Projekat Tr 34024: Razvoj Tehnologija Za Reciklažu Plemenitih, Retkih I Pratećih Metala Iz Čvrstog Otpada Srbije Do Visokokvalitetnih Proizvoda.

2. Vesna Conić, Silvana Dimitrijević, Dragan Milanović, Radmila Marković, **Suzana Dragulović**, Sanja Bugarinović, Ivana Jovanović, Tehn.reš. T1 34004 – Izdvajanje selena iz procesa elektrolitičke rafinacije bakra. Tehničko rešenje je rezultat projekta TR 34004 i TR 33023, za period 2011-2015. godine.

3. Silvana Dimitrijević, Zdenka Stanojević Šimšić, **Suzana Dragulović**, Mirijana Šteharik, Vesna Conić, Biserka Trumić, Aleksandra Ivanović Tehn. Reš. T2 34024 – Dobijanje srebro jodida iz srebra dobijenog reciklažom sekundarnih sirovina. Tehničko rešenje je rezultat projekta TR 34024 za period 2011-2015. godine.

4. R. Marković, S. Dimitrijević, **S. Dragulović**, O. Dimitrijević, Z. Ilić, A. Ivanović, Novo poluindustrijsko postrojenje za elektrolitičku preradu bakarnih anoda nestandardnog hemijskog sastava, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2011., TR34024.

5. S. Dimitrijević, R. Marković, M. Bugarin, J. Stevanović, B. Jugović, LJ. Avramović, **S. Dragulović**, Uvećano laboratorijsko postrojenje za elektrohemijska istraživanja, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2012., TR34024 i TR37001.

6. S. Dimitrijević, V. Trujić, R. Marković, **S. Dragulović**, O. Dimitrijević, S. Alagić, B. Trumić, Poluindustrijsko postrojenje za elektrolitičku preradu bakra, mesinga i srebra, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2013., TR 34024.

7. **S. Dragulović**, S. Dimitrijević, B. Trumić, R. Marković, D. Božić, M. Gorgievski, S. Alagić, Elektrohemijsko dobijanje kalijum zlatnog cijanida, IRM Bor, 2015., TR 34024.

## Dr Vesna Conić, dipl.ing.met.:

## M82:

1. Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević Šimšić, Branka Pešovski, Danijela Simonović, Dana Stanković, Zoran Vaduvesković, "Nova Proizvodna Linija Za Dobijanje Bakar Sulfata Solventnom Ekstrakcijom Rudničkih Voda", Projekat Tr 34004:-2011. Razvoj Ekoloških i Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojenih i Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

2. Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević Šimšić, Danijela Simonović, Silvana Dimitrijević, Zorica Ljubomirović, "Nova Proizvodna Linija Za Proizvodnju Bakra Solventnom Ekstrakcijom Rudničkih Voda" Br.T1/34004-2012. Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

3. Branka Pešovski, Vladimir Cvetkovski, Danijela Simonović, Zdenka Stanojević Šimšić, Smiljana Jakovljević, Ljiljana Mladenović, **Vesna Conić**, Tehn. Res. 2011. Nova



производна линија fleksibilnog postrojenja за производњу соли и чистих hemikalija br IV/8.5 од 06.12.2011., Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

4. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.

#### M83:

1. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, Suzana Dragulović, Radmila Marković, **Vesna Conić**, Biljana Madić, Zdenka Stanojević Šimšić, "Reciklaža Bakra I Srebra Iz Posrebrenih Mesinganih Kućišta Kombinacijom Pirometalurških, Elektrometalurških I Hemijskih Postupaka" Br. T1/2012, Projekat Tr 34024: Razvoj Tehnologija Za Reciklažu Plemenitih, Retkih i Pratećih Metala iz Čvrstog Otpada Srbije Do Visokokvalitetnih Proizvoda.

2. **Vesna Conić**, Silvana Dimitrijević, Dragan Milanović, Radmila Marković, Suzana Dragulović, Sanja Bugarinović, Ivana Jovanović, Tehn.reš. T1 34004 – Izdvajanje selena iz procesa elektrolitičke rafinacije bakra., Tehnicko resenje, Broj odluke Naučnog veća IRM Bor., (M83) od XXIX/6. 13.11.2015. godine. Tehničko rešenje je rezultat projekta TR 34004 i TR 33023.

#### Dr Mile Bugarin, dipl.ing.geol.:

#### M82:

1. Vesna Krstić, Biserka Trumić, Lidija Gomidželović, **Mile Bugarin**, Aleksandra Ivanović, Zorica Petrović, Stefan Đorđijevski, "Novi materijal smeše CRM (Benzoeve kiseline) i  $SiO_2$  radi ispitivanja kontrole celog mernog opsega postojeće opreme - kalorimetra", br. .... projekat TR 34029.

2. Ružica Lekovski, **Mile Bugarin**, Miomir Mikić, Radmilo Rajković, Ljubiša Obradović, "Remedijacija na flotacijskom jalovištu Bor primenom kategorija polurekultivacije i autorekultivacije", br. T1/37001, projekat TR 37001.

3. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.

#### M83:

1. **Mile Bugarin**, Ljubiša Obradović, Radojka Jonović, Zoran Stevanović, Radmila Marković, Ljiljana Avramović, Radomir Stevanović, "Novo laboratorijsko postrojenje za integralni tretman rudničkih voda i kopovske raskrivke rudnika Cerovo", Br. T2/2010, projekat TR 37001.



**2. Mile Bugarin**, Radojka Jonović, Ljiljana Avramović, Zoran Stevanović, Radmila Marković, Ljubiša Obradović, Gordana Slavković, Vojka Gardić, "Integralni tretman otpadnih voda i rudarskog otpada iz RTB-a Bor ", Br. T1/2013, projekat TR 37001.

**3. Radmila Marković, Mile Bugarin**, Jasmina Stevanović, Silvana Dimitrijević, Branislav Jugović, Ljiljana Avramović, Suzana Dragulović, "Uvećano laboratorijsko postrojenje za elektrohemijska ispitivanja", Br. T2/2012, projekat TR 34024.

**4. Mile Bugarin**, Zoran Stevanović, Radmila Marković, Ljubiša Obradović, Vojka Gardić, Radojka Jonović, Ljiljana Avramović, "Integralni tretman flotacijske jalovine bakra sa polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor", br. T1/2014, projekat TR 37001.

#### M84:

**1. Mile Bugarin**, Ljubiša Obradović, Radmilo Rajković, Vladan Marinković, Zoran Stevanović, "Trodimenzioni model Oštreljskog planira u funkciji analize uticaja kiselih otpadnih voda na životnu sredinu", br. T2/2012, projekat TR 37001.

#### M85:

**1. Radomir Stevanović, Svetlana Čupić, Mile Bugarin**, Radmila Marković, Ljiljana Avramović, Radojka Jonović, Ljubiša Obradović, Zoran Stevanović, "Novi softver za određivanje ekstrakcione konstante i konstante dimerizacije metodom najmanjih kvadrata iz eksperimentalnih podataka za ekstrakciju bakra sa LIX ekstragensima", br. /2010, projekat TR 37001.

**2. Radomir Stevanović, Svetlana Čupić, Mile Bugarin**, Radmila Marković, Ljiljana Avramović, Radojka Jonović, Ljubiša Obradović, Zoran Stevanović, "Novi softver za simulaciju ekstrakcije bakra iz kiselih sulfatnih rastvora hidroksioksimima", br. /2010, projekat TR 34024.

#### Ljiljana Avramović, dipl.ing.teh.:

#### M82:

**1. R. Marković, J. Stevanović, R. Jonović, Lj. Avramović, M. Dimitrijević, R. Kovačević, V. Gardić**, Izdvajanje bakra iz otpadnih sumporno-kiselih rastvora elektrolitičkom rafinacijom bakarnih anoda nestandardnog hemijskog sastava, Projekat MNTR br. TR 37001, Odluka NV IRM-a broj XVII/2.3. od 27.12.2013.

#### M83:

**1. R. Jonović, Lj. Avramović, S. Magdalinović, D. Milanović**, Tehnološki postupak dobijanja volframtrioksida iz koncentrata šelita poreklom iz polimetalne rude sa rudnog tela »Nova jama«-ad Rudnik, tehničko i razvojno rešenje – novi tehnološki postupak, Projekat MNTR br. TR 19002, 2008-2010., Odluka br. X/10.3. od 16.04.2009.

**2. Lj. Obradović, Z. Stevanović, R. Marković, R. Jonović, Lj. Avramović**, Laboratorijsko postrojenje za kontinualno perkolaciono luženje u kolonama, tehničko i razvojno rešenje – novo laboratorijsko postrojenje, Projekat MNTR br. TR 21008, 2008-2010. Odluka br.573 od 24.04.2009.



3. М. Bugarin, Lj. Obradović, Z. Stevanović, R. Marković, R. Jonović, **Lj. Avramović**, R. Stevanović, Novo laboratorijsko postrojenje za integralni tretman rudničkih voda i kopovske raskrivke rudnika Cerovo, Projekat MNTR br. TR 21008, IRM Bor – 471/13.04.2010.

4. R. Jonović, **Lj. Avramović**, S. Radosavljević, S. Magdalinović, D. Milanović, Tehnološki postupak dobijanja bizmuta iz koncentrata volframa dobijenog sa rudnog tela »Nova jama«-ad Rudnik, tehničko rešenje – novi tehnološki postupak, Projekat MNTR br. TR 19002, IRM Bor – 203/07.02.2011.

5. S. Dimitrijević, R. Marković, M. Bugarin, J. Stevanović, B. Jugović, **Lj. Avramović**, S. Dragulović, Uvećano laboratorijsko postrojenje za elektrohemijska ispitivanja, Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju tehničkog rešenja br. X/7.4. od 09.10.2012.

6. Mile Bugarin, Radojka Jonović, **Ljiljana Avramović**, Zoran Stevanović, Radmila Marković, Ljubiša Obradović, Gordana Slavković, Vojka Gardić, Integralni tretman otpadnih voda i rudarskog otpada iz RTB-a Bor, Projekat MNTR br. TR 37001, Odluka NV IRM-a broj XVII/2.2. od 27.12.2013.

7. Mile Bugarin, Zoran Stevanović, Radmila Marković, Ljubiša Obradović, Vojka Gardić, Radojka Jonović, **Ljiljana Avramović**, Jasmina Stevanović, Milica Gvozdenović: Integralni tretman flotacijske jalovine bakra sa polja 1 starog flotacijskog jalovišta RTB-a Bor, Novi tehnološki postupak, Projekat MNTR br. TR-37001, 2014. NV IRM-a broj XXIV/2.1. od 26.12.2014.

#### M84:

1. Radojka Jonović, **Ljiljana Avramović**, Radmila Marković, Zoran Stevanović, Milica Gvozdenović, Jasmina Stevanović, Ljubiša Obradović, "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra", Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju tehničkog rešenja br. X/7.3. od 09.10.2012.

#### M85:

1. R. Stevanović, S. Čupić, M. Bugarin, R. Marković, **Lj. Avramović**, R. Jonović, Z. Stevanović, Lj. Obradović, Novi softver za određivanje ekstrakcione konstante i konstante dimerizacije metodom najmanjih kvadrata iz eksperimentalnih podataka za ekstrakciju bakra sa LIX ekstragensima, Tehničko i razvojno rešenje – novi softver, Projekat MNTR br. TR 21008, IRM Bor – 515/21.04.2010.

2. R. Stevanović, S. Čupić, M. Bugarin, R. Marković, **Lj. Avramović**, R. Jonović, Z. Stevanović, Lj. Obradović, Novi softver za simulaciju ekstrakcije bakra iz kiselih sulfatnih rastvora hidroksioksimima, Tehničko i razvojno rešenje – novi softver, Projekat MNTR br. TR 21008, IRM Bor – 514/21.04.2010.

3. R. Stevanović, M. Tufegdžić, R. Marković, **Lj. Avramović**, R. Jonović, Izračunavanje rastvorljivosti bakar-sulfata pentahidrata u vodenim rastvorima sumporne kiseline i izračunavanje napona pare iznad takvog rastvora – razvoj softvera, Projekat MNTR br. TR 21008.



**Dr. Zdenka Stanojević Šimšić:**

**M82:**

1. Branka Pešovski, Vladimir Cvetkovski, Danijela Simonović, **Zdenka Stanojević Šimšić**, Smiljana Jakovljević, Ljiljana Mladenović, Vesna Conić, Tehn. Reš. 2011. Nova proizvodna linija fleksibilnog postrojenja za proizvodnju soli i čistih hemikalija br IV/8.5 od 06.12..2011.

Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

2. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, Suzana Dragulović, **Zdenka Stanojević Šimšić**, Branka Pešovski, Danijela Simonović, Dana Stanković, Mr. Zoran Vaduvesković, "Nova Proizvodna Linija Za Dobijanje Bakar Sulfata Solventnom Ekstrakcijom Rudničkih Voda"

Projekat Tr 34004:-2011. Razvoj Ekoloških i Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojenih i Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

3. Silvana Dimitrijević, Suzana Dragulović, **Zdenka Stanojević Šimšić**, Aleksandra Ivanović, Vojka Gardić, Radmila Marković, Biserka Trumić, "ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM OBLIKOM ELEKTRODA" br. T3/2012, Projekat TR 34024: Razvoj tehnologija za reciklažu plemenitih, retkih i pratećih metala iz čvrstog otpada Srbije do visokokvalitetnih proizvoda.

4. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, Suzana Dragulović, **Zdenka Stanojević Šimšić**, Danijela Simonović, Silvana Dimitrijević, Zorica Ljubomirović, "Nova Proizvodna Linija Za Proizvodnju Bakra Solventnom Ekstrakcijom Rudničkih Voda" Br.T1/34004-2012. Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

5. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.

**M 83:**

1. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, Suzana Dragulović, Radmila Marković, Vesna Conić, Biljana Madić, **Zdenka Stanojević Šimšić**, "Reciklaža Bakra I Srebra Iz Posrebranih Mesinganih Kućišta Kombinacijom Pirometalurških, Elektrometalurških I Hemijskih Postupaka" Br. T1/2012. Projekat Tr 34024: Razvoj Tehnologija Za Reciklažu Plemenitih, Retkih I Pratećih Metala Iz Čvrstog Otpada Srbije Do Visokokvalitetnih Proizvoda.

2. Suzana Dragulović, Silvana Dimitrijević, Biserka Trumić, Mirjana Šteharinik, **Zdenka Stanojević Šimšić**, Vesna Conić, Aleksandra Ivanović, "Dobijanje srebro-jodida iz srebra dobijenog reciklažom sekundarnih sirovina", br. T2/2015, Projekat TR 34024: Razvoj tehnologija za reciklažu plemenitih, retkih i pratećih metala iz čvrstog otpada Srbije do visokokvalitetnih proizvoda.



**Danijela Simonović, dipl.ing.teh.-master:**

**M82:**

1. Branka Pešovski, Vladimir Cvetkovski, **Danijela Simonović**, Zdenka Stanojević Šimšić, Smiljana Jakovljević, Ljiljana Mladenović, Vesna Conić, Tehn. Reš. 2011. Nova proizvodna linija fleksibilnog postrojenja za proizvodnju soli i čistih hemikalija br IV/8.5 od 06.12..2011. Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

2. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević Šimšić, **Danijela Simonović**, Silvana Dimitrijević, Zorica Ljubomirović, "Nova Proizvodna Linija Za Proizvodnju Bakra Solventnom Ekstrkcijom Rudničkih Voda" Br.T1/34004-2012. Projekat Tr 34004: Razvoj Ekoloških I Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojeni I Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

3. Vladimir Cvetkovski, Vesna Conić, Suzana Dragulović, Zdenka Stannojević Šimšić, Branka Pešovski, **Danijela Simonović**, Dana Stanković, Zoran Vaduvesković, "Nova Proizvodna Linija Za Dobijanje Bakar Sulfata Solventnom Ekstrakcijom Rudničkih Voda", Projekat Tr 34004:-2011. Razvoj Ekoloških i Energetski Efikasnijih Tehnologija Za Proizvodnju Obojenih i Plemenitih Metala Kombinacijom Bioluženja, Solventne Ekstrakcije I Elektrolitičke Rafinacije.

4. Zdenka Stanojević-Šimšić, Suzana Dragulović, Vesna Conić, Mile Bugarin, Ana Kostov, Dragana Božić, Danijela Simonović, „Dobijanje kalijum pirofosfata ( $K_4 P_2 O_7$ ) u kristalnom obliku“, 2018., TR 34004.

**ZAHVALNOST**

Ovo tehničko rešenje je proizašlo kao rezultat rada na projektu br. TR34004 koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.