

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

Број: I/2-679

Датум: 05. 07. 2011.

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молим, да сходно члану 45. ст.5, тачка 3. Статута Универзитета у Београду, ("Гласник Универзитета" бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

ЛУЖЕЊЕ ТЕШКИХ МЕТАЛА ИЗ ФЛОТАЦИОНЕ ЈАЛОВИНЕ

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Мр Зоран (Обрад) Стевановић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

3. Година дипломирања: **1993.**

4. Назив магистарске тезе кандидата: **Кинетика лужења бакра и злата из флотацијске јаловине**

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: **ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ**

6. Година одбране магистарске тезе: **2001.**

7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /

Одсек, смер или група: /

Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће факултета у Бору

на седници одржаној 16. 06. 2011. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-15-9/9.2.
Бор, 16. 06. 2011. године.

На основу чл. 44. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 16. 06. 2011. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Зорана Стевановића**, дипл. инж. рударства, под називом **"Лужење тешких метала из флотационе јаловине"**, који је сачинила Комисија у саставу: др Милан Антонијевић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор, др Владица Цветковић, редовни професор РГФ у Београду – члан, др Грозданка Богдановић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – члан и др Миле Димитријевић, доцент Техничког факултета у Бору – члан.

II Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду ради давања сагласности.

Достављено:

- већу научних области Универзитета у Београду
- кандидату
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNIČKI FAKULTET U BORU
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Izveštaj Komisije o prihvatanju teme doktorske disertacije kandidata mr Zorana Stevanovića

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru, broj VI/4-14-5.2 donetoj na XIV sednici održanoj 12.05.2011 godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene teme za izradu doktorske disertacije kandidata mr Zorana Stevanovića, pod nazivom „**Luženje teških metala iz flotacione jalovine**“. Predložena tema spada u naučno polje tehničko-tehnoloških nauka, u naučnu oblast – hemijska tehnologija za koju Tehnički fakultet u Boru ima akreditovane doktorske studije. Na osnovu dostavljenog materijala Komisija podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Opšti biografski podaci

Kandidat Zoran Stevanović, rođen je 30.01.1967 godine u Boru. Osnovnu i srednju školu završio je u Boru. Tehnički fakultet Bor Univerziteta u Beogradu, odsek za pripremu mineralnih sirovina upisao je 1985. godine, a diplomirao je 1993. godine, sa prosečnom ocenom 8,11.

Magistarsku tezu pod nazivom „**Kinetika luženja bakra i zlata iz flotacijske jalovine**“ odbranio je 2001 god. na Tehničkom fakultetu u Boru Univerziteta u Beogradu i stekao akademsko zvanje magistra tehničkih nauka čime su ispunjeni uslovi za prijavu teme za izradu doktorske disertacije.

U Institutu za bakar u Boru (sada Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor), Zavod za Pripremu Mineralnih Sirovina zaposlio se 1994. godine. Od 1995-1998 god. radio je u borskoj flotaciji kao inženjer na operativnim poslovima u pogonu za usitnjavanje rude na Cerovu. Po povratku u Institut 1998 god., raspoređen je u Odeljenje za hidrometalurgiju, a potom u Zavod za PMS-Odeljenje za hemijske metode koncentracije, na poslovima istraživanja i projektovanja u oblasti hemijskih metoda koncentracije, gde je radio do 2002 god. Tokom 2002 god. biva postavljen na mesto Upravnika Odeljenja za Pripremu Mineralnih Sirovina a početkom 2011. god. na mesto Izvršnog direktora Sektora za Inženjering i Projektovanje Instituta za Rudarstvo i Metalurgiju Bor.

Tokom rada u Institutu radio je na poslovima istraživanja, razvoja i primene novih tehnologija u hidrometalurškim i procesima koncentracije mineralnih sirovina, poslovima projektovanja u oblasti rudarstva, poslovima iz domena zaštite životne sredine i rukovođenjem odeljenja i sektora.

U periodu mart 2008 – maj 2008 god. završio je specijalistički kurs “Environmental Protection and Management of Mining Area” JICA, Tokyo - Japan. Stručni ispit iz oblasti rudarstva položio je marta 1998 god., br. ovlašćenja 3421/R. Čita, piše i govori engleski jezik.

1.2. Spisak objavljenih i saopštenih radova

Monografska studija/poglavljia u knjizi M11 ili rad u tematskom zborniku vodećeg međunarodnog značaja (M13)

1. R. Marković, J. Stevanović, **Z.Stevanović**, LJ. Obradović, M. Bugarin, R. Jonović: *Removal the Harmful and Hazardous Materials from the Mine Waste Waters Using the Local Available Waste Materials and Different Industrial By-products*. In: Hazardous Materials: Types, Risks and Control.; (ISBN: 978-1-61324-425-8) (2011), Chapter 14..

Radovi objavljeni u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. M. Antonijević, **Z.Stevanović**, M. Dimitrijević, G. Bogdanović, S. Šerbula: *Investigation of the possibility of copper recovery from the flotation tailings by acid leaching*. Journal of Hazardous Materials, (ISSN: 0304-3894; IF 2009: 4.144), 158 (2008), 23-34.
2. **Z.Stevanović**, M. Antonijević, G. Bogdanović, V. Trujić, M. Bugarin: *Influence of the chemical and mineralogical composition on the acidity of an abandoned copper mine in the Bor river valley (Eastern Serbia)*. GCHE Chemistry and Ecology Journal, (ISSN: 0275-7540; IF 2009: 0.634), MS.ID: 575375 (2011).

Radovi objavljeni u časopisu međunarodnog značaja (M23)

1. **Z. Stevanović**, M. Antonijević, R. Jonović, LJ. Avramović, R. Marković, M. Bugarin, V.Trujić: *Leach-Sx-Ew Copper Revalorization from Overburden of Abandoned Copper Mine Cerovo Eastern Serbia*, Journal of Mining and Metallurgy (ISSN: 1450-5339) 45 B (1) (2009) 45-57 (IF= 0.548).

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. S. Pušica, S. Magdalinović, **Z. Stevanović**: *Treatment of polymetallic ore from "Coka Marin" deposit with physic-chemical and mineralogical characterization of collective concentrate - Industrial process*, 37th IOC on Mining and Metallurgy, 1-3 October, Bor Lake - Serbia (ISBN: 978-86-80987-60-6) (2005) Proceedings, 185-190.
2. **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, Z. Stanojević. *Gold leaching with thiourea from old flotation tailings*, 4th Balkan Conference on Metallurgy, 27-29 September, Zlatibor - Serbia (2006) Proceedings, 289-295.
3. LJ. Obradović, **Z. Stevanović**: *Characterization and dewatering of metallurgical wastewaters*, 4th Balkan Conference on Metallurgy, 27-29 September, Zlatibor - Serbia (2006) Proceedings, 347-353.
4. **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, D. Milanović: *Mineral processing wastes recycling in scope of RTB Bor*. I SRTOR conference, Soko Banja - Serbia (2006) Proceedings, 62-67.
5. LJ. Obradović, **Z. Stevanović**: *Waste waters management on Veliki Krivelj tailing dump*. 38th IOC on Mining and Metallurgy, 1-3 October, Donji Milanovac - Serbia (ISBN: 978-86-80987-60-6) (2006) Proceedings, 483-487.

6. **Z. Stevanović**, D. Milanović, Ž. Kamberović, Lj. Obradović: *Ultrasound leaching of copper from old flotation tailings*. 38th IOC on Mining and Metallurgy, 1-3 October, Donji Milanovac - Serbia (ISBN: 978-86-80987-60-6) (2006) Proceedings, 500-506.
7. **Z. Stevanović**, Lj. Obradović, D. Milanović: *Possibility for copper production from inner deposit of Bor pit by leaching*. XII BMPC, 10-15 June, Delphi - Greece, (ISBN:960-89228-1-X) (2007) Proceedings, 523-527.
8. **Z. Stevanović**, V. Trujić, LJ. Obradović: *Copper leaching from old Bor flotation tailings*. European Metallurgical Conference IV EMC, 11-14 June, Dusseldorf - Germany, (ISBN: 978-3-940276-06-3) (2007) Proceedings Vol.3.1569-1582.
9. **Z. Stevanović**, M. Bugarin, LJ. Avramović, R. Jonović, LJ. Obradović: *Copper recovery from the mining waste materials*. XXI International Serbian Symposium on Mineral Processing, Bor, (ISBN:978-973-677-161-3) (2008) Proceedings, 229-233.
10. Lj. Obradović, **Z. Stevanović**, M. Bugarin: *Characterization of the AMDs from Cerovo open pit and its overburden*. XXI International Serbian Symposium on Mineral Processing, Bor, (ISBN:978-973-677-161-3) (2008) Proceedings, 256-261.
11. R. Marković, LJ. Obradović, LJ. Avramović, R. Jonović, **Z. Stevanović**: *Removing of Copper from Waste Water Using Fly Ash as Low-cost Material*, XVIII BMPC, Bucharest – Romania, 14-17 June (ISBN:978-973-677-161-3) (2009) Proceedings, 770-773.
12. Lj. Avramović, R. Jonović, M. Bugarin, R. Marković, **Z. Stevanović**: *Copper solvent extraction from solution obtained after integrated treatment of mine waters and off-balance deposit parts from copper mines Cerovo*. I International Congress: "Engineering, Materials and Management in Processing Industry, Jahorina – Republika Srpska, 14-16 October (2009) Proceedings, 293-296.
13. Lj. Obradović, **Z. Stevanović**, R. Marković, R. Jonović, Lj. Avramović: *The Verification of New Column System Designed for Percolation Leaching of Copper Overburden*, 41th IOC of Mining and Metallurgy, Kladovo – Serbia, 04-06 October, (ISBN: 978-86-7827-033-8) (2009) Proceedings, 313-322.
14. R. Marković, **Z. Stevanović**, M. Bugarin, Lj. Obradović, Lj. Avramović, R. Jonović: *Purification of water wastes accumulated in closed CERОВО mine by locally available solid materials*, 41st IOC on Mining and Metallurgy, Kladovo – Serbia, 04-06 October, (ISBN: 978-86-7827-033-8) (2009) Proceedings, 323-328.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu

(M34)

1. D. Milanović, **Z. Stevanović**: *Rezultati flotacijske koncentracije minerala bakra iz rude sa lokaliteta "Dolovi 2" u RBM-u Majdanpek*. XXXII Oktobarsko savetovanje, 1-3 Oktobar, Donji Milanovac, (2000) Knjiga izvoda, 372.
2. M. Antonijević, **Z. Stevanović**: *Kinetika luženja bakra iz stare flotacijske jalovine*. XXXIII Oktobarsko savetovanje, 1-3 Oktobar, Donji Milanovac, (2001) Knjiga izvoda, 128.
3. Z. Stanojević, M. Ristić, B. Ristić, **Z. Stevanović**: *Prečišćavanje otpadne vode posle cementacije bakra u Boru*. V SCG Savetovanje metalurga, 27-29 Septembar, Novi Sad, (2001) Knjiga izvoda, 51.

4. Lj. Obradović, **Z. Stevanović**, Z. Stanojević-Šmsić: *New Technology of tailing delaying from Bor flotation plant*. 35th IOC on Mining and Metallurgy, 1-3 October, Bor Lake, (2003) Abstracts, 58.

Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja

(M51)

1. O. Dimitrijević, **Z. Stevanović**, Z. Ilić: *Verifikacija postojeće opreme za flotiranje i prečišćavanje šljake*. Časopis Rudarski Radovi, Br. 2 (ISSN: 1451-0162 klasifikacioni br: 413-00-1550-2011-01.) (2008), 31-39.
2. **Z. Stevanović**, M. Bugarin, LJ. Avramović, R. Jonović, LJ. Obradović: *Preliminarna tehnokoekonomska analiza revalorizacije bakra iz jalovine površinskog kopa „Cerovo Cementacija 1“*. Časopis Rudarski Radovi Br. 1 (ISSN:0035-9696, klasifikacioni broj: 669.054.8:622.27) (2009), 77-82.
3. M. Bugarin, **Z. Stevanović**, LJ. Obradović: *Geološko hidrogeološke karakteristike ležišta bakra Cerovo „Cementacija – Kraku Bugaresku“*. Časopis Rudarski Radovi Br. 1 (ISSN:0035-9696, klasifikacioni broj: 669.054.8:622.27) (2009) 17-22.
4. LJ. Obradović, M. Bugarin, **Z. Stevanović**, R. Jonović, LJ. Avramović: *Ispitivanje procesa luženja raskrivke površinskog kopa Cerovo*. Časopis Rudarski Radovi Br. 1 (ISSN:0035-9696, klasifikacioni broj: 669.054.8:622.27) (2009) 65-72.
5. LJ. Obradović, M. Bugarin, **Z. Stevanović**, M. Mikić, R. Lekovski: *Pregled aktuelnog domaćeg zakonodavstva iz oblasti upravljanja i deponovanja otpada*. Časopis Rudarski Radovi Br. 2/2010 (ISSN:1451-0162, klasifikacioni broj: 340.134:628.4) (2010) 93-98.
6. LJ. Obradović, M. Bugarin, **Z. Stevanović**, M. Ljubojev, Z. Milijić: *Odlaganje opasnog otpada na deponije u skladu sa direktivom Evropske Unije o deponijama br. 1999/31/EU*. Časopis Rudarski Radovi Br. 2/2010 (ISSN:1451-0162, klasifikacioni broj: 340.134:628.4) (2010) 123-132.
7. R. Marković, M. Bugarin, R. Jonović, LJ. Avramović, **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, R. Stevanović: *Izdvajanje bakra kombinovanim tretmanom kopovske raskrivke kiselim rudničkim vodama sa lokacije rudnika „CEROVO“ i dobijanje soli bakar-sulfat pentahidrata*. Časopis Rudarski Radovi Br. 2/2010 (ISSN:1451-0162, klasifikacioni broj: 340.134:628.4) (2010) 167-171.

Rad u časopisu nacionalnog značaja

(M52)

1. **Z. Stevanović**, M. Bugarin, LJ. Avramović, R. Jonović, LJ. Obradović, R. Marković, *Possibilities For Copper Revalorization From Tailings Of The Open Pit „Cerovo-Cementacija 1“*, Rudy i Metale, Katowice, Poland R54, nr.3 (ISBN:0035-9696 klasifikacioni br. 669.054.8:622.27) (2009), 133-136.

Rad u naučnom časopisu

(M53)

1. **Z. Stevanović**, Z. Janković: *Povećanje iskorišćenja bakra iz jamskih bakronosnih rastvora*, Časopis BAKAR, Bor, No.1, vol. 24, (ISSN: 0351-0212) (1999), 111-117.

2. **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, D. Milanović: *Reciklaža starog borskog flotacijskog jalovišta*, Časopis BAKAR, Bor, vol. 31, (ISSN: 0351-0212) (2006), 83-91.

Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini

(M63)

1. **Z. Stevanović**, Z. Janković, Z. Stanojević: *Possibilities for copper production by leaching of the P2A and Tilva Ros ore bodies*, HVII Yugoslav Symposium of mineral processing with international participation. Borsko jezero, 12-15 Jun 2000, Zbornik radova 193-199.
2. **Z. Stevanović**, Z. Stanojević: *Possibilities for copper production by leaching of the inner deposit in the open pit Bor*, HVII Yugoslav Symposium of mineral processing with international participation. Borsko jezero, 12-15 Jun 2000, Zbornik radova 199-203.
3. LJ. Obradović, **Z. Stevanović**, M. Trumić: *Technical possibility of RTH tailing upgrading in Bor flotation up to maximum altitude*, HIH Yugoslav Symposium of mineral processing with international participation. Topola, 12-15 Jun 2004, Zbornik radova 337-343.
4. LJ. Obradović, **Z. Stevanović**, M. Trumić: *Technical and technological analysis of existing situation on RTH tailing of Bor flotation*, HIH Yugoslav Symposium of mineral processing with international participation. Topola, 12-15 Jun 2004, Zbornik radova 343-349.
5. D. Urošević, **Z. Stevanović**, M. Trumić: *Cars Recycling*, XII Symposium of Ecological trouth. Borsko Jezero, 30.05.-02.06. 2004, Zbornik radova 181-184.

Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu

(M64)

1. LJ. Avramović, R. Jonović, **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, R. Marković: *Leaching of Copper from Overburden in Cerovo Mine*, 47th Meeting of the Serbian Chemical Society, 21 March, Belgrade, Serbia, (2009), 72.
2. LJ. Obradović, R. Marković, R. Jonović, LJ. Avramović, **Z. Stevanović**: *The percolation leaching of overburden from "Cerovo" copper mine*, 47th Meeting of the Serbian Chemical Society, 21 March, Belgrade, Serbia, (2009), 79.

Odbranjen magistarski rad

(M72)

Z. Stevanović, *Kinetika luženja bakra i zlata iz flotacijske jalovine*, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet Bor, 2001.

Tehnička rešenja

Novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak

(M83)

1. 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. 21008, IRM Bor 573/24.04.2009.
2. M.Bugarin, R.Marković, **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, R. Jonović, LJ.Avramović, *Novo laboratorijsko postrojenje za integralni tretman rudničkih voda i kopovske raskrivke rudnika*

Cerovo. Tehničko i razvojno rešenje – novo laboratorijsko postrojenje, Projekat MNTR br. TR 21008, IRM Bor 471/13.04.2010.

Bitno poboljšani postojeći proizvod ili tehnologija **(M84)**

1. R. Rajković, M. Bugarin, **Z. Stevanović**, LJ. Obradović, *Tehnologija čišćenja taložnog materijala iz filter taložnika postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Ogranka „Prerada“ - Vreoci*, Tehničko rešenje – nova tehnologija, IRM Bor – 760/15.06.2010.

Prototip, nova metoda, softver **(M85)**

1. 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.
2. 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.

Studije i projekti

Kandidat mr Zoran Stevanović bio je angažovan i na projektima iz oblasti tehnološkog razvoja koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (MNTRS) i to:

Projekti MNTRS - Ciklus 2005-2008:

1. Program TR, projekat br. TR-6723/2: *Razvoj i primena novih tehnoloških postupaka prerade polimetalčnih ruda u cilju dobijanja W, Bi i Ag*, funkcija u timu – istraživač.
2. Program TR, projekat br. TR-6743/2: *Razvoj tehnologija za ekstrakciju obojenih i plemenitih metala iz domaćih polimetalčnih sirovina*, funkcija u timu – istraživač.

Projekti MNTRS - Ciklus 2008-2010:

1. Program TR, projekat br. TR-21008: *Integralni tretman rudničkih voda i vanbilansnih delova ležišta ruda bakra u rudnicima bakra Bor*, funkcija u timu – istraživač.

Projekti MNTRS - Ciklus 2011-2014:

1. Program TR, projekat br. TR-37001: *Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu sredinu*, funkcija u timu – istraživač.

Takođe, kandidat mr Zoran Stevanović učestvovao je i u izradi projekata za domaće klijente a najznačajniji su:

1. Rukovodilac projekta: *Idejni projekat povećanja kapaciteta cementacije kod Servisnog okna*. Klijent RBB Bor, Bor (2000).
2. Koautor studije: *Prethodna studija opravdanosti godišnje proizvodnje od 85 000 t bakra u koncentratu u RTB-u Bor do 2010 godine. (deo studije koji se odnosi na luženje rudnih tela P2A i Tilva Roš i unutrašnjeg odlagališta)*. Klijent RTB Bor, Bor (2001).
3. Autor studije: *Detaljna laboratorijska istraživanja luživosti rudnih tela P2A i Tilva Roš i Borska Reka*. Klijent RBB Bor, Bor (2001).
4. Autor studije: *Laboratorijska studija mogućnosti valorizacije bakra i plemenitih metala iz flotacijske jalovine odložene u staro borsko flotacijsko jalovište*. Klijent RBB Bor, Bor (2001).
5. Koautor studije: *Analiza mogućnosti povećanja proizvodnje plemenitih metala u zoni delovanja RTB-a Bor*. Klijent RTB Bor, Bor (2001).
6. Koautor studije: *Studija mogućnosti proizvodnje bakra luženjem i cementacijom u prostoru jame i kopa Bor*. Klijent RTB Bor, Bor (2002).
7. Autor studije: *Prikaz nekih od profitabilnih projekata na teritoriji Timočkog regiona*. Klijent Regionalna Privredna Komora Zaječar, (2002).
8. Koautor studije: *Analiza projekcije buduće proizvodnje rude i koncentrata bakra u RBB -u Bor za period 2003-2012*. Klijent RBB Bor, Bor (2002).
9. Autor studije: *Analiza mogućnosti uvođenja hidrometalurških postupaka za dobijanje bakra u RTB-u Bor*. Klijent RTB Bor, Bor (2002).
10. Autor studije: *Elaborat o programu uvođenja hidrometalurških postupaka za dobijanje bakra u RTB-u Bor*. Klijent RTB Bor, Bor (2003).
11. Koautor studije: *Analiza mogućnosti rentabilne proizvodnje bakra iz domaćih sirovina u RTB- Bor Grupi*. Klijent RTB Bor, Bor (2003).
12. Autor studije: *Preliminarno idejno rešenje dela postrojenja za luženje stare borske flotacijske jalovine*. Klijent RBB Bor, Bor (2004).
13. Odgovorni projektant: *Glavni rudarski projekat trajne obustave rada na rudniku bakra "Cerovo-Cementacija 1"*. Klijent RBB Bor, Bor (2005).
14. Odgovorni projektant: *DRP proizvodnje koncentrata bakra u rudniku Veliki Krivelj 2007-2016*. Klijent RBB Bor, (2007).
15. Odgovorni projektant: *Studija uticaja odložene kopovske raskrivke na životnu sredinu*. Klijent RTB Bor, (2007).
16. Odgovorni projektant: *Studija uticaja metalurškog otpada na životnu sredinu*. Klijent TIR Bor, (2007).
17. Odgovorni projektant: *GRP otkopavanja šljake iz tehnogenog ležišta "DEPO ŠLJAKE 1" verifikacija teh. procesa dobijanja koncentrata i nadvišenja flotacijskog jalovišta RTH u Boru do K+378 za godišnju proizvodnju od 1200000 t šljake*. Klijent RBB Bor, (2007).
18. Odgovorni projektant: *DRP eksploatacije rude bakra iz ležišta Kraku Bugaresku*. Klijent RBB Bor, (2008).
19. Odgovorni projektant: *DRP otkopavanja i prerade kvarcnog peska iz ležišta DEO DB.Reka*. Klijent RBB Bor, (2008).

20. Rukovodilac izrade studije: *Studija uticaja odloženog rudničkog otpada na zagađenje vodotokova u Opštini Bor, sa predlogom mera za njihovo saniranje*. Klijent Opština Bor - Eko Fond, (2008).
21. Rukovodilac projekta: *DRP odlagališta II P.K. krečnjaka „Jazovnik“*. Klijent ZORKA-ALAS-KAMEN Novi Sad, (2009).
22. Rukovodilac izrade studije: *Ispitivanje fizičko-hemijskih karakteristika pepela i šljake sa deponije u Medoševcu*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2009).
23. Odgovorni projektant PMS dela: *URP čišćenje, odvoz i deponovanje istaloženog materijala iz kasete u Medoševcu sa rekultivacijom terena*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2009).
24. Rukovodilac projekta: *DRP čišćenja taložnog materijala iz filter taložnika postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Ogranak „Prerada“ Vreoci*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2009).
25. Rukovodilac izrade studije: *Plan upravljanja otpadom u postrojenju „Toplana-Vreoci“*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2010).
26. Rukovodilac projekta: *URP rekonstrukcije pogonsko-utovarne stanice žičare RJ Mokre separacije u pogonu „Oplemenjivanje uglja“ u Ogranku „Prerada“ Vreoci*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2010).
27. Rukovodilac projekta: *DRP odlagalište 2 P.K. krečnjaka Jazovnik*. Klijent Zorka Alas Kamen, (2010).
28. Rukovodilac projekta: *Elaborat o količini i kvalitetu istaloženog materijala u filter taložniku u Vreocima*. Klijent PD RB “Kolubara“ d.o.o. – „Kolubara Prerada“, (2011).
29. Rukovodilac projekta: *DRP otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu Veliki Krivelj za kapacitet $10,6 \times 10^6$ tona rude godišnje*. Klijent RTB Bor Grupa, (2011).

Kandidat mr Zoran Stevanović učestvovao je i u izradi projekata za inostrane klijente:

1. Rukovodilac projekta: *Copper Institute Service Activities for The Study on Master plan for Promotion of Mining Industry in republic of Serbia*. Klijent JICA Study Team - Japan, (2007).
2. Projekt Menadžer: *Limni Mine Reinstatement – Priprema tenderske dokumentacije*. Klijent Vert & Blanc Ltd. Limassol – Cyprus, (2008).
3. Rukovodilac projekta: *Kilembe Resources & Plants Evaluation*. Klijent A-Tec Industries Ltd. – Austria, (2008).
4. Rukovodilac projekta: *Izrada Geomodela ležišta uglja Potrlica, Cementara i deo Kalušića*. Klijent RU AD “Pljevlja” – Crna Gora, (2009).
5. Rukovodilac projekta: *Chipupushi Resources Evaluation*. Klijent A-Tec Industries Ltd. – Austria, (2009).
6. Vođa ekspertskog tima IRM-a za izradu Studije: *Preliminary planning for the excavation, logistics and transport and equipment investments for the Konyrat copper mine in southern Kazakhstan*. Klijent Kazakhmys Services Ltd. – Kazakhstan, (2011).

Učešće na projektima koji su dobili finansiranje od strane fondova EU:

1. Program FP6, INCO-CT-2003-509167: *Integrated treatment of industrial wastes towards prevention of regional water resources contamination (INTREAT)*, (2004-2006), funkcija u timu – istraživač.
2. Program FP6, INCO-CT-2003-500329: *Biotechnology for metal bearing materials in Europe (BioMinE)*, (2006-2008), funkcija u timu – istraživač.
3. Program IPA prekogranične saradnje Srbija-Rumunija, Project 93, Cod MIS-ETC: 464: *Cross-border network for advanced training and research in Environmental Protection (ROS-NET)*, funkcija u timu - Član Joint Steering Committee projekta; Organizacija i kontrola procesa javnih nabavki sa srpske strane.

1.3. Ocena podobnosti za rad kandidata na predloženoj temi

Na osnovu prethodno predočenih činjenica o školskoj spremi kandidata (magistar tehničkih nauka), objavljenih i saopštenih radova, primenjenih tehničkih rešenja, urađenih studija i projekata, Komisija za pisanje izveštaja konstatuje da kandidat ispunjava formalne uslove za rad na izradi doktorske disertacije kao i odgovarajuću naučno-stručnu usmerenost s obzirom da su objavljeni radovi iz oblasti hemijske tehnologije, pripreme mineralnih sirovina i ekologije i većina se odnosi na problematiku vezanu za tretman otpadnih materijala.

Predložena tema doktorske disertacije je iz oblasti hemijske tehnologije što odgovara naučno-stručnoj podobnosti kandidata mr Zorana Stevanovića za izradu navedene doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je ispitivanje ponašanja jona teških metala sadržanih u flotacijskoj jalovini pod prirodnim atmosfersko – klimatskim uslovima sa aspekta uticaja na životnu okolinu. U tom smislu će se odrediti distribucija i sadržaj jona teških metala u starom flotacijskom jalovištu iz uzoraka jezgara istražnih bušotina do dubine od 20m. Određivanje dejstva prirodno prisutnih oksidanasa i uticaja pH vrednosti rastvora na stepen izluživanja teških metala iz flotacijske jalovine vršiće se simulacijom procesa prirodnog rastvaranja teških metala po dubini jalovišta. Zbog toga je potrebno pripremiti kompozitne uzorke od dubinskih uzoraka sa svih bušotina, po dubinskom intervalu od 5m (1m, 5m, 10m, 15m i 20m). Pored njih će se obraditi i uzorak (0m) koji zapravo predstavlja kompozitni uzorak sa površine flotacijskog jalovišta izuzet na dubini od 15cm, takođe kod svih bušotina. Simulacija prirodnog rastvaranja teških metala vršiće se pod uslovima koji vladaju na terenu u periodu od dva meseca. Predviđenim ispitivanjima utvrdiće se distribucija jona teških metala po dubini jalovišta, uticaj postojećih faktora na stepen rastvaranja teških metala, koncentracija jona teških metala u dobijenim kiselim rastvorima kao i njihova distribucija u okolno zemljište i absorpcija u prisutnim biljnim vrstama.

2.2. Ciljevi istraživanja

Cilj istraživanja je definisanje ponašanja jona teških metala sadržanih u flotacijskoj jalovini pod prirodnim atmosfersko – klimatskim uslovima koji vladaju na lokaciji jalovišta. Kao rezultat istraživanja predviđeno je da se utvrdi stepen mobilizacije jona teških metala po dubini flotacijskog jalovišta i definišu glavni uzročnici zagađenja jonima teških metala.

Zato je potrebno izvršiti ispitivanja iz uzoraka jezgara istražnih bušotina do dubine od 20m, dejstvo prirodno prisutnih oksidanasa i uticaja pH vrednosti rastvora na stepen izluživanja teških metala iz flotacijske jalovine kao i distribucija i sadržaj jona teških metala u okolnom zemljištu i biljkama. Za određivanje stepena izluživanja teških metala formiraće se paralelno šest različitih serija eksperimenta sa 0.01M H_2SO_4 , sa i bez dodavanja oksidansa (H_2O_2 i O_2), sa i bez prethodnog ispiranja uzoraka destilisanom vodom. Prethodno ispiranje uzoraka vršiće se u cilju uklanjanja lako rastvornih elemenata iz uzoraka i utvrđivanja razlike u daljem rastvaranju teških metala u odnosu na eksperimente bez prethodnog ispiranja uzoraka. Tokom eksperimenata pratiće se pH vrednosti rastvora i koncentracije Cu, Fe, Zn, Pb, As, i Mn u funkciji vremena.

2.3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Flotacijskim postupcima koncentracije mineralnih sirovina stvaraju se ogromne količine otpadnog materijala, odnosno flotacijske jalovine, čije maseno učešće obično iznosi između 97 i 98% od količine prerađene rude. Flotacijska jalovina sa sobom nosi određeni deo sulfidne i povećani deo oksidne mineralizacije metala koji nisu koncentrisani postupkom flotiranja, a čija su se fizičko hemijska svojstva značajno izmenila usled različitih elektrohemijskih reakcija kroz proces flotacijske koncentracije [1]. Pored ovoga, jalovina sadrži i jalovi stenski materijal koji se u Timočkom eruptivnom regionu uglavnom sastoji od magmatskih i sedimentnih stena [2]. Odložena flotacijska jalovina predstavlja izuzetno usitnjeni materijal koji je prošao sve faze usitnjavanja i klasiranja kroz pogon flotacije i obično je vrlo uniformnog granulosaštava koji se, u zavisnosti od tehnoloških zahteva procesa flotacije, kreće od 50-90% -0,074 mm. Formirana flotacijska jalovišta rudnika metalnih sirovina koja više nisu u operativnom periodu i na kojima nije izvršena rekultivacija, odlikuju se uglavnom povećanom kišelošću materijala i povećanim sadržajem toksičnih elemenata koji se, u zavisnosti od poroznosti i vodopropusnosti jalovine, distribuiraju po zapremini jalovišta [3]. Do povećane kiselosti materijala dolazi usled oksidacije prisutnih sulfidnih minerala i nastanka kiselih rudničkih voda sa povećanim sadržajem SO_4 jona, metala i metaloida [4-8]. Ovi kiseli i kontaminirani rastvori dreniraju se sa jalovišta i otiču u okolno zemljište i vodotokove raznoseći značajne količine rastvorenih toksičnih elemenata.

- [1] P. Velásquez, D. Leinen, J. Pascual, J.R. Ramos-Barrado, P. Grez, H. Gómez, R. Schrebler, R. Del Rio, R. Córdova, „*A Chemical, Morphological and Electrochemical Analysis of Electrochemically Modified Electrode Surfaces of Natural Chalcopyrite and Pyrite in Alkaline Solutions*“ The Journal of Physical Chemistry, No. 109 (2005) 4977-4988.
- [2] S. Torbica, „*Studija opravdanosti kratkoročnog investiranja u proizvodnju koncentrata bakra u RBB-u Bor*“ Rudarsko Geološki Fakultet, Beograd, (2005).
- [3] M. Benzaazoua, M. Kongolo, „*Physico-chemical properties of tailing slurries during environmental desulphurization by froth flotation*“ International Journal of Mineral Processing, No.69 (2003) 221-234.

- [4] S.L. Balistrieri, S.E. Box, A.A. Bookstrom, M. Ikramuddin, „Assessing the Influence of Reacting Pyrite and Carbonate Minerals on the Geochemistry of Drainage in the Coeur d'Alene Mining District“ Environmental Science Technology, No.33 (1999) 3347-3353.
- [5] M. Benvenuti, I. Mascaro, F. Corsini, P. Lattanzi, P. Parrini, G. Tanelli, „Mine waste dumps and heavy metal pollution in abandoned mining district of Boccheggiano (Southern Tuscany, Italy)“ Environmental Geology, No.30 (1997) 238-243.
- [6] M. Simón, I. Ortiz, I. Garcia, E. Fernández, C. Dorronsoro, J. Aguilar, „Pollution of soils by the toxic spill of a pyrite mine (Aznalcollar, Spain)“ The Science of the Total Environment, No.242 (1999) 105-115.
- [7] S. Andrade, J. Moffett, J.A. Correa, „Distribution of dissolved species and suspended particulate copper in an intertidal ecosystem affected by copper mine tailings in Northern Chile“ Marine Chemistry, No.101 (3/4) (2006) 203-212.
- [8] L. Stjernaman Forsberg, S. Ledin, „Effect of sewage sludge on pH and plant availability of metals in oxidising sulphide mine tailings“ The Science of the Total Environment, No.358 (2006) 21-35.

Pored navedene literature koristiće se i drugi relevantni podaci koji su u vezi sa ispitivanom problematikom.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Flotacijska jalovišta predstavljaju stalni izvor zagađenja kontaminiranim kiselim rudničkim vodama i prašinom. Zbog raspoloživosti kiseonika i atmosferskih voda, najveći stepen samoizluživanja sulfida tokom perioda odstojavanja jalovine, odvijao se u površinskim slojevima pa je stoga i njihov sadržaj na površini najniži. Stepenn oksidacije sulfida i mobilizacija jona teških metala u dubljim slojevima jalovišta daleko je niža zbog manje raspoloživosti kiseonika i rastvora pa je samim tim i njihov sadržaj znatno viši. Upravo ti minerali predstavljaju „gorivo“ za dugotrajnu kontaminaciju drenažnih voda jer se njihova mobilizacija odvija veoma sporo ali kontinualno. Utvrđivanje distribucije teških metala po dubini jalovišta i njihovog uticaja na kontaminaciju rudničkih voda doprinosi potpunijem shvatanju uticaja nerehabilitovanih flotacijskih jalovišta na životnu okolinu a u cilju određivanja prioriteta rešavanja ovakvih ekoloških problema.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Eksperimentalne metode

Eksperimenti rastvaranja teških metala radiće se sa odnosom Č:T=1:1 odnosno sa zapreminom lužnog rastvora od 500ml i masom uzoraka jalovine od 500gr. Hemijska analiza izvršiće se na karakterističnim uzorcima nanosnog zemljišta sa jalovišta i zemljišta neposredno pored jalovišta. Za utvrđivanje distribucije teških metala u okolno bilje izuzeće se uzorci karakterističnih zeljastih (Kopriva, Jednogodišnja livadarka, Palamida, Barska trska) i drvenastih (Breza, Bagrem) biljaka sa i iz neposredne okoline jalovišta.

Za određivanje hemijskog sastava uzoraka i koncentracije metala u rastvorima koristiće se simultana optička emisiona spektrometrija sa indukovano kuplovanom plazmom (ICP-AES) SPECTRO CIROS VISION.

Kvantitativna mineraloška analiza radiće se metodom paralelnih profila, sa rastojanjem od 1 mm. Uvećanje objektiva je u funkciji veličine agregata i kreće se od 10 do 50x JENAPOL-U", Carl Zeiss-Jena. Površine ispitivanih agregata određivaće su pomoću programskog paketa OZARIA v2.5 i sistema za mikrofotografiju STUDIO PCTV (Pinnacle Systems).

Merenjem pH vrednosti određivaće se aktivna ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) i potencijalna kiselost (pH_{KCL}) uzoraka jalovine.

Svi eksperimenti će se obaviti u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor i na Tehničkom fakultetu u Boru.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Tumačenje distribucije teških metala po dubini jalovišta, okolnom zemljištu i biljkama i njihovog uticaja na kontaminaciju rudničkih voda doprinosi kompletnijem shvatanju uticaja nerehabilitovanih flotacijskih jalovišta na životnu okolinu. S obzirom da se zbog raspoloživosti kiseonika i atmosferskih voda, najveći stepen samoizluživanja sulfida tokom perioda odstojevanja jalovine, odvijao u površinskim slojevima stoga je i njihov sadržaj na površini najniži. Stepenn oksidacije sulfida i mobilizacija jona teških metala u dubljim slojevima jalovišta daleko je niža zbog manje raspoloživosti kiseonika i rastvora pa je samim tim i njihov sadržaj znatno viši. Upravo ti minerali predstavljaju „gorivo“ za dugotrajnu kontaminaciju drenažnih voda jer se njihova mobilizacija odvija veoma sporo ali kontinualno.

Razmatranjem načina pojavljivanja prisutnih minerala u dubljim slojevima jalovišta mogu se definisati glavni izvori zagađenja jonima teških metala. Suštinska važnost ovakvog pristupa je ta što oksidacija pirita i ostalih sulfidnih minerala uzrokuje velike ekološke probleme jer se spontano samoizluživanje teških metala može odvijati i više decenija. Definisanjem glavnih sulfidnih minerala koji predstavljaju izvor mobilisanih jona teških metala mogu se grubo predvideti periodi i obim zagađenja životne okoline. Na kraju, rezultati izvršenih istraživanja treba da doprinesu određivanju prioriteta i pravaca rešavanja ekoloških problema koji prouzrokuje ovaj i slični otpadni rudarski materijali.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

6.1. Plan istraživanja

Istraživanja će se obaviti po sledećim fazama:

- Pregled naučne literature
- Definisanje predmeta i cilja istraživanja
- Određivanje distribucije i sadržaja jona teških metala u starom flotacijskom jalovištu iz uzoraka jezgara istražnih bušotina do dubine od 20m
- Određivanje dejstva prirodno prisutnih oksidanasa i uticaja pH vrednosti rastvora na stepen izluživanja teških metala iz flotacijske jalovine simulacijom procesa prirodnog rastvaranja teških metala

- Određivanje distribucije i sadržaja jona teških metala iz flotacijske jalovine u okolnom zemljištu i biljnim vrstama koje se nalaze na jalovištu i neposrednoj okolini
- Analiza i diskusija rezultata

6.2. Struktura rada

Doktorska disertacija će se okvirno sastojati od sledećih poglavlja:

1. Uvod
2. Teorijski deo
3. Cilj rada
4. Eksperimentalni deo
 - 4.1. Karakteristike uzorka stare flotacijske jalovine
 - 4.2. Hemijska analiza uzoraka zemljišta i biljaka na flotacijskom jalovištu i u neposrednoj okolini
 - 4.3. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine
5. Rezultati i diskusija
 - 5.1. Prethodno ispiranje uzoraka flotacijske jalovine
 - 5.2. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine – BAKAR
 - 5.3. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine – GVOŽĐE
 - 5.4. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine – CINK
 - 5.5. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine – ARSEN
 - 5.6. Eksperimenti luženja jona teških metala iz flotacijske jalovine – MANGAN
6. Zaključak
7. Literatura
8. Biografija i spisak radova proisteklih tokom izrade doktorske disertacije

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu prijave i obrazloženja teme doktorske disertacije, Komisija za ocenu ispunjenosti uslova kandidata i naučne zasnovanosti teme, zaključuje da kandidat mr Zoran Stevanović, dipl. inž. rudarstva ispunjava sve zakonske uslove za izradu predložene doktorske disertacije. Predmet, naučni cilj i metode istraživanja su jasno definisani, tema aktuelna a očekivani rezultati će svakako predstavljati doprinos nauci.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se kandidatu mr Zoranu Stevanović, dipl. inž. rudarstva odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom: „**LUŽENJE TEŠKIH METALA IZ FLOTACIONE JALOVINE**“ i da se za mentora odredi Prof. dr Milan Antonijević, redovni profesor na Tehničkom fakultetu u Boru koji ispunjava sve Zakonom predviđene uslove.

U Boru, juna 2011 godine

POTPISNICI IZVEŠTAJA – KOMISIJA

Prof Dr **Milan Antonijević**, redovni profesor
Tehnički fakultet u Boru

Prof Dr **Vladica Cvetković**, redovni profesor
RGF u Beogradu

Prof. Dr **Grozdanka Bogdanović**, vanredni profesor
Tehnički fakultet u Boru

Dr **Mile Dimitrijević**, docent
Tehnički fakultet u Boru