

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

I/2-808
(Број захтева)

(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **ИСПИТИВАЊЕ ПОНАШАЊА АНТРАЦИТА КАО АДСОРБЕНСА ЗА УКЛАЊАЊЕ ЈОНА ТЕШКИХ МЕТАЛА ИЗ ВОДЕНИХ РЕСУРСА**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Хемијска технологија**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Мр Дејан (Велибор) Антић

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

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

3. Година дипломирања: **1998.**

4. Назив магистарске тезе кандидата: **Систем за аквизицију података, мерење и управљање заснован на персоналном рачунару – развој и могућности примене**

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: **Технички факултет у Бору**

6. Година одбране магистарске тезе: **2009.**

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **05.07.2012.** 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/4-25-15
Бор, 05. 07. 2012. године

На основу чл. 44. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 05. 07. 2012. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме, кандидата и ментора, докторске дисертације кандидата **мр Дејана Антића**, дипл. инж. рударства. Извештај је сачинила Комисија у саставу: др Грозданка Богдановић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – ментор, др Милан Антонијевић, редовни професор Техничког факултета у Бору – члан, др Бранимир Јованчићевић, редовни професор Хемијског факултета у Београду - члан.

II Одобрава се именованом израда докторске дисертације под називом: **„Испитивање понашања антрацита као адсорбенса за уклањање јона тешких метала из водених раствора“.**

III За ментора се именује др Грозданка Богдановић, ванредни професор Техничког факултета у Бору.

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

Доставити:

- већу научне области Универзитета у Београду
- именованом
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

Predmet: Izveštaj komisije o prihvatanju teme doktorske disertacije kandidata Dejana Antića

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru broj VI/4-23-6/6.1 donetoj na sednici održanoj 26. 04. 2012. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene teme za izradu doktorske disertacije kandidata mr Dejana V. Antića, pod nazivom „**Ispitivanje ponašanja antracita kao adsorbensa za uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora**“. 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

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Opšti biografski podaci

Kandidat Dejan V. Antić je rođen 19. juna 1967. godine u Boru, gde je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je na Tehničkom fakultetu u Boru 1998. godine, sa srednjom ocenom 8,93 i ocenom 10 na diplomskom ispitu i stekao zvanje diplomirani inženjer rudarstva za pripremu mineralnih sirovina. Magistrirao je na odseku za industrijsku informatiku Tehničkog fakulteta u Boru 2009. godine.

Za rezultate u naučno–istraživačkom radu u toku studija, dodeljene su mu nagrade Fonda “Inž. Mladen Gajić” i to: III nagrada za školsku 1995/96 i I nagrada za školsku 1997/98 godinu.

Zaposlen je na Tehničkom fakultetu u Boru od decembra 1998. godine. Trenutno je angažovan na izvođenju vežbi iz grupe predmeta na Katedri za Mineralne i reciklažne tehnologije.

Kandidat poseduje veoma dobro znanje engleskog jezika. Odlično poznaje rad na personalnim računarima pod Windows i Linux operativnim sistemima, softvere i hardver personalnih računara i računarskih mreža. Kandidat poznaje nekoliko programskih jezika i radi na razvoju hardvera i softvera za virtuelnu instrumentaciju u razvojnom okruženju *NI LabVIEW*.

Bio je tehnički urednik (*Production Editor*) međunarodnog časopisa *Sensors* od 2001. do 2003. godine. Učestvovao je u organizovanju više nacionalnih i međunarodnih naučno-stručnih skupova. Tehnički je urednik časopisa „Reciklaža i održivi razvoj“.

1.2. Podaci o magistarskoj tezi

Magistarsku tezu pod nazivom „Sistem za akviziciju podataka, merenje i upravljanje zasnovan na personalnom računaru – razvoj i mogućnosti primene“ odbranio je 2009. godine na Tehničkom fakultetu u Boru i stekao akademsko zvanje magistra nauka čime su ispunjeni uslovi za prijavu teme za izradu doktorske disertacije.

1.3. Spisak objavljenih i saopštenih radova

M20 – Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja

M21 – Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu

1. Zoran Stević, Zoran Andjelković, **Dejan Antić**, A New PC and LabVIEW Package Based System for Electrochemical Investigations. *Sensors* 8 (2008) 1819-1831.
ISSN: 1424-8220; IF(2008)=1.870; M21 (11/56)

M30 – Zbornici međunarodnih naučnih skupova

M33 - Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini

1. Z.S. Marković; R. Stanojlović; **D.V. Antić**, Study of Flotation Kinetics on Different Copper Ores in Mining Basin Bor. Proceedings of the 5th Conference of Environment and Mineral Processing, Part II, Ostrava, Czech Republic 2000, pp. 771-794.
2. R. Stanojlović; Z.S. Marković; J. Sokolović; **D. Antić**, Application of Reagent Ž-96 in Copper Flotation From Ores and Slags in Smelting Plant Bor. Proceedings of the 34th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Yugoslavia, 30 September – 03 October 2002; University of Belgrade – Technical Faculty Bor 2002; pp. 324-330. (ISBN 86-80987-17-4)
3. R. Stanojlović; J. Sokolović; **D. Antić**, Techno-economic efficiency of copper slag processing technology”, Proceedings of the 36th IOC, Bor Lake, Bor, Serbia, 29. September–2. October 2004; Technical Faculty Bor – University of Belgrade 2004; pp. 627-633. (ISBN 86-80987-27-1)
4. Z.S. Marković; B. Ristić; **D. Antić**, Mineralogy and Flotation of Majdanpek Copper Ore with Aspect to Precious Metals Recovery, Proceedings of the 37th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor, Serbia 03.-06. October 2005; Technical Faculty at Bor, University of Belgrade 2005; pp. 226-232. (ISBN 86-80987-34-4)
5. M. Rajčić-Vujasinović; N. Pavlović; Z. Stević; **D. Antić**, The Influence of Collector Ž-96 on Anodic Behavior of Mineral Covellite. Proceedings of the 20th International Serbian Symposium on Mineral Processing, Hotel “Zdravljak” Soko Banja, Serbia, 1.–4. November 2006; Technical Faculty in Bor, University of Belgrade 2006; pp. 69-73. (ISBN 86-80987-44-1)
6. R. Stanojlović; Z. Štirbanović; Z. S. Marković; J. Sokolović; **D. Antić**, Possibilities for Improving Technological Indicator of Smelter Slag Froth Flotation Process. Proceedings of the 21st International Serbian Symposium on Mineral Processing, Bor, Serbia, 4th – 6th November 2008; University of Belgrade, Technical Faculty in Bor 2008; pp. 271–277. (ISBN 978-86-80987-63-7)
7. Z. Štirbanović; R. Stanojlović; J. Sokolović; **D. Antić**, Possibilities for Processing technological Wastes from Copper Production in RTB Bor. Proceedings of the 41st International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia 04.-06. October 2009; Mining and Metall Institute Bor and University of Belgrade Technical Faculty in Bor 2009; pp. 231-236. (ISBN 978-86-7827-033-8)
8. R. Stanojlović; Z. Štirbanović; J. Sokolović; **D. Antić**, Heterogenity of Smelter Slag and Old Flotation Tailing – Aggravating Factors of Technological Efficiency. Proceedings of the 41st International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia 04.-06. October 2009; Mining and Metall Institute Bor and University of Belgrade Technical Faculty in Bor 2009; pp. 361-368. (ISBN 978-86-7827-033-8)
9. Z. Štirbanović; J. Sokolović; **D. Antić**, The Sanitation of Existing Environmental Problem by Profitable Processing of Smelter Slag from RTB Bor. Proceedings of the 18th

International Scientific and professional Meeting Eco-Ist`10, Apatin, Serbia, 01.-04. June 2010; University of Belgrade - Technical Faculty in Bor 2010; pp. 497-504. (ISBN 978-86-80987-79-1)

10. G. D. Bogdanović; **D.V. Antić**; B. Sokolović; J. Begović; V. Stanković, Removal of Copper Ions from Aqueous Solutions by Adsorption on Natural Zeolite. Proceedings of the XIX International Scientific and Professional Meeting "Ecological Truth" Eco-Ist`11, Bor, Serbia, June 1-4, 2011; University of Belgrade - Technical Faculty in Bor 2011; pp. 209-216. (ISBN 978-86-80987-84-2)
11. G. D. Bogdanović; **D.V. Antić**; J. Begović; V. Stanković, Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solutions by Natural Zeolite. Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, Volume II, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, June 14-16, 2011; University of Tuzla, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering 2011; pp. 773-778.

M50 – Časopisi nacionalnog značaja

M53 – Rad u naučnom časopisu

1. **D.V. Antić**; Z.S. Marković, Ispitivanje mogućnosti selektivnog usitnjavanja sirovine u laboratorijskom mlinu sa kuglama. *Bakar* 24(1) (1999) 87-94. (ISSN 0353-0212)
2. G. Bogdanović; M. Trumić; M. Trumić; **D.V. Antić**, Upravljanje otpadom iz rudarstva – nastanak i mogućnosti prerade. *Reciklaža i održivi razvoj* 4 (2011) 37-43. (ISSN: 1820-7480)

M60 – Zbornici skupova nacionalnog značaja

M63 – Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini

1. I. Budić; M. Trumić; **D. Antić**, Uzorkovanje kao otežavajući faktor pri određivanju tehnoloških rezultata industrijskog procesa drobljenja. Zbornik radova XXIX Oktobarsko savetovanje, Bor, Jugoslavija, 1.-3. oktobar 1997; Tehnički fakultet u Boru i Institut za bakar, Bor 1997; pp. 344-350.
2. R. Stanojlović; **D.V. Antić**; G. Bogdanović; D. Simović; N. Stančev, Analiza kinetika osnovnog flotiranja minerala bakra na staroj i novoj tehnološkoj liniji Flotacije "Veliki Krivelj". Zbornik radova XVII Jugoslovenski simpozijum o PMS, Borsko Jezero, Jugoslavija 24.-26. maj 2000; Institut za bakar, Bor 2000; pp. 57-62.
3. I. Budić; **D.V. Antić**; D. Vukomanović, Preliminarni rezultati flotacijske koncentracije minerala bakra iz rude lokaliteta "Dolovi" – Majdanpek. Zbornik radova XVII Jugoslovenski simpozijum o PMS, Borsko Jezero, Jugoslavija 24.-26. maj 2000; Institut za baker, Bor 2000; pp.75-80.
4. R. Stanojlović; **D.V. Antić**; G. Bogdanović; D. Simović; N. Stančev; S. Profirović, Uticaj kondicioniranja na kinetiku i tehnološke pokazatelje procesa flotiranja. Zbornik radova XXXII Oktobarsko savetovanje, Knjiga I, Donji Milanovac, Srbija, 1.-3. oktobatr 2000; Institut za bakar Bor i Tehnički fakultet u Boru 2000; pp. 356-360.
5. R. Stanojlović; D. Milanović; J. Sokolović; **D. Antić**, Poboljšanje tehnologije separacije fine klase rovnog uglja Rudnika "Vrška Čuka-Avramica". Zbornik radova XXXII Oktobarsko savetovanje, Knjiga I, Donji Milanovac, Srbija, 1.-3. oktobatr 2000; Institut za bakar Bor i Tehnički fakultet u Boru 2000; pp. 392-397.
6. R. Stanojlović; Z.S. Marković; J. Sokolović; **D. Antić**, Mogućnost poboljšanja tehnno-ekonomskih parametara procesa prerade šljake, Zbornik radova 19. SCG Simpozijum o PMS-u, Oplenac, Topola, Srbija 2004; Komitet za PMS i ITNMS Beograd 2004; pp. 102-109. (ISBN 86-82867-17-6)

7. R. Stanojlović; Z. Štirbanović; **D. Antić**; J. Sokolović; Ž. Pajkić, Neki tehnološki pokazatelji industrijskog procesa prerade topioničke šljake RTB Bor. Zbornik radova III Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Hotel „Zdravljak“, Sokobanja, Srbija, 05.-08. oktobar 2008; Tehnički fakultet u Boru Univerziteta u Beogradu 2008; pp. 129–134. (ISBN 978-86-80987-61-3)
8. **D. V. Antić**; Z. Štirbanović; J. Sokolović, Materijalni bilans procesa flotiranja topioničke šljake. Zbornik radova III Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Hotel „Zdravljak“, Sokobanja, Srbija, 05.-08. oktobar 2008; Tehnički fakultet u Boru Univerziteta u Beogradu 2008; pp.147–154. (ISBN 978-86-80987-61-3)
9. G. Bogdanović; R. Stanojlović; S. Dožić; M. Đukić; **D.V. Antić**; J. Sokolović; D. Randelović, Ogledno polje rekultivacije starog flotacijskog jalovišta u Boru. Zbornik radova IV Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Kladovo, Srbija, 03-06 novembar 2009; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2009; pp. 391-397. (ISBN 978-86-80987-73-6)
10. R. Stanojlović; J. Sokolović; Z. Štirbanović; **D. Antić**, Mogućnost primene nauke u profitabilnom rešavanju ekoloških problema. Zbornik radova II Savetovanje Deponije pepela, šljake i jalovine u termoelektranama i rudnicima sa međunarodnim učešćem, Banja Vrujci, 20-21. oktobar 2009, Privredna komora Srbije, pp.13-22. (ISBN 978-86-80809-46-5)
11. R. Stanojlović; J. Sokolović; Z. Štirbanović; **D. Antić**, Mogućnost primene laboratorijskog elektrostatičkog separatora u reciklaži bakra iz otpadnih kablova. Zbornik radova Prve nacionalne konferencije o reciklaži motornih vozila – sa međunarodnim učešćem, Zrenjanin, Srbija, 6. novembar 2009; Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“; pp.75-79. (ISBN: 978-86-7672-120-7)
12. R. Stanojlović; Z. Štirbanović; J. Sokolović; **D.V. Antić**, Neke od mogućih tehnologija za preradu rudarskog tehnogenog otpada. Zbornik radova 5. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija, 12-15. Septembar 2010; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2010; pp. 79-86. (ISBN 978-86-8097-80-4)
13. J. Sokolović; R. Stanojlović; Z. Štirbanović, **D.V. Antić**, Zagađenje zemljišta, vode i vazduha rudarskim tehnogenim otpadom. Zbornik radova 5. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija, 12-15. Septembar 2010; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2010; pp. 87-96. (ISBN 978-86-8097-80-4)
14. G.D. Bogdanović; R. Stanojlović; **D.V. Antić**; Ž. Mihajlović, Istraživanje mogućnosti luženja jalovine procesa flotiranja topioničke šljake. Zbornik radova 5. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija, 12-15. Septembar 2010; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2010; pp. 110-116. (ISBN 978-86-8097-80-4)
15. Z. Štirbanović; J. Sokolović; R. Stanojlović; **D.V. Antić**, Valorizacija magnetita iz jalovine flotiranja topioničke šljake RTB-a Bor. Zbornik radova 5. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija, 12-15. Septembar 2010; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2010; pp. 117-122 (ISBN 978-86-8097-80-4)
16. G.D. Bogdanović; V. Stanković; **D. V. Antić**; B. Sokolović, Adsorpcija jona bakra na prirodnom zeolitu. Zbornik radova 5. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija, 12-15. Septembar 2010; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2010; pp. 327-333. (ISBN 978-86-8097-80-4)
17. **D.V. Antić**; G. D. Bogdanović; V. Stanković, Modeli kinetike adsorpcije jona bakra na prirodnom zeolitu i jalovini antracita. Zbornik radova 6. Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja, Srbija, 18.-21. septembar 2011; Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru 2011; pp. 467-473. (ISBN 978-86-80987-86-6)

M64 – Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu

1. R. Stanojlović; Z. Marković; **D. Antić**; M. Predić, Mogućnost poboljšanja tehnoloških rezultata procesa flotiranja primenom novog reagensa. Knjiga izvoda radova XXX Oktobarsko savetovanje rudara i metalurga, Bor, Jugoslavija, 1.-3. oktobar 1999; Tehnički fakultet i Institut za bakar, Bor 1999; pp. 60.

M70 – Magistarske i doktorske teze

M72 – Odbranjen magistarski rad

1. **Dejan V. Antić**, Sistem za akviziciju podataka, merenje i upravljanje zasnovan na personalnom računaru – razvoj i mogućnosti primene. Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Bor, 2009.

M80- Tehnička i razvojna rešenja

M83 – Novi tehnološki postupak

1. Stanojlović Rodoljub, Nikolić Radmilo, Sokolović Jovica, Štirbanović Zoran, **Antić Dejan** Tehnološki postupak flotacijske koncentracije bakra i plemenitih metala iz preliava i peska hidrociklona pri preradi topioničke šljake RB-Bor. Odluka NNV, Tehnički fakultet, Bor. Realizovan u okviru Projekata TR 17016 (2008-2010).

M100 – Naučna saradnja i saradnja sa privredom

M105 – Učešće u projektima, studijama, elaboratima i sl. sa privredom; učešće u projektima finansiranim od strane nadležnog Ministarstva

1. Tehno-ekonomska opravdanost valorizacije bakra iz šljake plamene peći u postojećem tehnološkom procesu prerade šljake, Tehnički fakultet u Boru, Bor **2002**.
2. Tehnologija prerade šljake iz Topionice bakra uz primenu reagensa Ž-96, kao kolektora i inhibitora korozije, Tehnički fakultet u Boru, Bor **2002**.
3. Projekat iz programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period **1.4.2008.-31.3.2011**. Evidencioni broj Projekta: 17016, Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja – Nova, visokoprofitabilna i ekološki održiva tehnologija, zajedničke prerade rudničkog tehnogenog otpada, topioničke šljake i stare flotacijske jalovine RB-Bor.
4. Projekat iz programa istraživanja u oblasti projekata javnog rada, za period **2008-2009.**, Evidencioni broj Projekta: 249, Ministarstvo ekonomije i regionalnog razvoja – Rekultivacija rudničkih jalovišta i formiranje travnog pokrivača na zelenim površinama u Boru.
5. Projekat iz programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period **1.1.2011.-31.12.2014**. Evidencioni broj Projekta: 37001, Ministarstvo prosvete i nauke, Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu sredinu.

1.4. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu prethodno predočenih činjenica o školskoj spremi kandidata (magistar nauka), objavljenih i saopštenih radova, Komisija za pisanje izveštaja konstatuje da kandidat ispunjava formalne uslove za rad na izradi doktorske disertacije. Kandidat poseduje i odgovarajuću naučno-stručnu usmerenost s obzirom da su objavljeni radovi iz oblasti hemijske tehnologije i pripreme mineralnih sirovina. Predložena tema doktorske disertacije je iz oblasti hemijske tehnologije što odgovara naučno-stručnoj podobnosti kandidata mr Dejan V. Antića za izradu navedene doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1. Predmet istraživanja

Otpadne vode nastale u rudarstvu, iz aktivnih ili napuštenih sulfidnih rudnih ležišta, sadrže značajne količine metala. Od prirode rudnog ležišta zavisi vrsta i koncentracija metala prisutnih u rudničkim vodama, ali je zajednička karakteristika svih povećana kiselost, kao posledica nekontrolisane oksidacije pirita i drugih sulfidnih minerala pod dejstvom atmosferilija. Nastali kiseli rastvori, obogaćeni jonima metala (bakra, nikla, cinka, hroma, gvožđa, olova, mangana i drugih) dospevaju u vodotokove i zagađuju ih.

Joni teških metala se iz rastvora mogu uklanjati različitim postupcima, pri čemu je adsorpcija jedan od njih. Uklanjanje jona metala adsorpcijom je naročito pogodno iz razblaženih rastvora, kakvi su vrlo često rudničke vode. Proces adsorpcije je u literaturi relativno dobro opisan, a težište u istraživanjima je pomereno ka ispitivanju efikasnosti upotrebe različitih vrsta prirodnih adsorbensa sa jedne strane, kao i mogućnost njihove aktivacije sa druge strane. Uspešnu primenu nalaze zeoliti i aktivni ugljevi dobijeni iz različitih proizvoda (niskokvalitetnih ugljeva, otpadaka od različitih vrsta listopadnog i četinarskog drveća i slično) za prečišćavanje otpadnih voda, iz rudarstva i industrije, koje sadrže jone metala. Navedeni adsorbensi imaju značajan specifični kapacitet, proces adsorpcije je relativno brz, a efikasnost je najveća u slabokiseljoj sredini. Zeoliti pokazuju izvesnu selektivnost u odnosu na jone teških metala. Istovremeno prisustvo jona različitih metala u rastvoru značajno utiče na adsorpcionu sposobnost aktivnih ugljeva.

Antracitni ugalj predstavlja energetska sirovinu visokog stepena karbonizacije, čija je sposobnost da adsorbuje poznata od davnina. Detaljnim pregledom literature, uočeno je da uprkos navedenom, antracitnom uglju kao prirodnom, neaktiviranom adsorbensu za uklanjanje jona metala iz rastvora nije posvećena dovoljna pažnja. Ispitivanja adsorpcije jona metala, najčešće prisutnih u rudničkim vodama, biće vršena iz kiselih sintetičkih rastvora primenom antracita kao adsorbensa.

2.2. Ciljevi istraživanja

Istraživanja imaju za cilj sagledavanje efikasnosti antracita kao adsorbensa za uklanjanje jona teških metala (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+}) iz kiselih vodenih rastvora. Ispitivanja treba da omoguće objašnjavanje mehanizama adsorpcije i na osnovu njega razumevanje prirode interakcije između adsorbensa i ispitivanih jona metala.

Zato je potrebno nakon obezbeđivanja uzoraka prirodnog antracita, izvršiti detaljna fizičko-hemijska i mineraloška ispitivanja uzoraka, koja će omogućiti sagledavanje karakteristika adsorbensa, utvrđivanje odnosa organskog i neorganskog dela u uzorcima antracitnog uglja, kao i utvrđivanje vrste mineralnih primesa (jalovine). Eksperimentima će biti ispitan uticaj i definisani optimalni uslovi u pogledu veličine čestica (krupnoće) adsorbensa. Takođe će biti ispitivan i uticaj mešanja na proces adsorpcije. Efikasnost adsorpcije u zavisnosti od pH vrednosti rastvora biće ispitivana u širem opsegu od jako kiselog ka neutralnom. Ispitivanja uticaja vremena kontakta između adsorbensa i jona metala u rastvoru omogućiće dobijanje podataka i modelovanje kinetike procesa adsorpcije, a time i objašnjenje mehanizma i interakcije između adsorbensa i adsorbovane faze. Raspodela jona metala između adsorbensa i vodene faze u ravnoteži, od značaja je za određivanje maksimalnog adsorpcionog kapaciteta adsorbensa (antracita) za ispitivani jon metala. Na osnovu dobijenih podataka o zavisnosti između koncentracije jona metala (od 25 mg/dm^3 do 500 mg/dm^3) i kapaciteta adsorpcije biće određen kinetički model koji najbolje opisuje proces adsorpcije za svaki ispitivani jon metala.

Rezultati dobijeni u toku izrade doktorske disertacije biće publikovani u naučnim radovima u časopisima sa SCI liste i saopšteni na skupovima.

2.3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Adsorpcija [1] je proces koji sve više dobija na značaju kada je reč o tretmanu rudničkih i drugih otpadnih voda. Poslednjih godina predmet interesovanja su ispitivanja efikasnosti različitih, jeftinih, prirodnih materijala kao adsorbenasa. Zahtevi su da adsorbens bude rasprostranjen, ima dobra mehanička svojstva, stabilan sastav, značajan kapacitet izmene, mogućnost regeneracije i relativno nisku cenu koštanja. Od prirodnih mineralnih sirovina intenzivna ispitivanja vršena su na zeolitima [2-5], a u manjoj meri na bentonitu [6], pepelu [7] i glini [8]. Pažnja je posvećena biosoprciji i ispitivanju efikasnosti različitih biomasa i otpada nastalih preradom biomasa kao adsorbenasa i to: piljevini i otpacima nastalim preradom drveta, kao i otpacima nastalim u poljoprivredi i preradom poljoprivrednih proizvoda [8, 9].

Kada je reč o ugljevima, ispitivane su različite vrste: od niskokvalitetnih (lignit, treset, ćumur i drugi) do antracita i to najčešće uz prethodnu aktivaciju [10-13]. Aktivacija ugljeva vršena je na različite načine: termičkim tretiranjem, uduvavanjem gasova ili pare, delovanjem nekog hemijskog agensa [14-18]. Rezultati pokazuju da proces aktivacije značajno povećava adsorpcione sposobnosti ugljeva, što je posledica povećanja specifične površine i izmene unutrašnje strukture. Smanjenje kiselosti rastvora povoljno utiče na kapacitet adsorpcije jona metala [12,19], ali je efekat obratan kada se radi o uljima [20]. Efikasno uklanjanje jona obojenih i teških metala (Cu, Ni, Zn, Pb, Mn) može se postići i primenom tretiranih niskokvalitetnih ugljeva, dok se za platinske metale (Pd, Pt i Rh) upotrebljavaju prethodno aktivirani antraciti [17,21]. Neki rezultati pokazuju da je hemisorpcija dominantna u procesu adsorpcije jona metala [10,19].

Pregled dostupne literature pokazuje da nema dovoljno podataka, o ispitivanjima na prirodnom antracitu, njegovoj efikasnosti i mehanizmima adsorpcije jona metala iz kiselih rastvora. Neki od radova koji će služiti kao osnova za istraživanja su:

1. Ruthaven, D.M. In Adsorption and Diffusion; Karge, H.G.; Weitkamp, J., Eds.; Molecular Sieves 7. Science and Technology Series; Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2008, pp 1-43.
2. Erdem, E.; Karapinar, N.; Donat, R. The Removal Heavy Cations by Natural Zeolites. *Journal of Colloid and Interface Science* **2004**, *280*, 309-314.
3. Kocaoba, S.; Orhan, Y.; Akyuz, T. Kinetics and Equilibrium Studies of Heavy Metal Ions Removal by Use of Natural Zeolite. *Desalination* **2007**, *214*, 1-10.
4. Motsi, T.; Rowson, N.A.; Simmons, M.J.H. Adsorption of Heavy Metals from Acid Mine Drainage by Natural Zeolite. *International Journal of Mineral Processing* **2009**, *92*, 42-48.
5. Wang, S.; Peng, Y. Natural Zeolites as Effective Adsorbents in Water and Wastewater Treatment. *Chemical Engineering Journal* **2010**, *156*, 11-24.
6. Salem, A.; Akbari Sene, R. Removal of Lead from Solution by Combination of Natural Zeolite-Kaolin-Bentonite as New Low-cost Adsorbent. *Chemical Engineering Journal* **2011**, *174*, 619-628.
7. Rios, C.A.; Williams, C.D. Roberts, X.L. Removal of Heavy Metals from Acid Mine Drainage (AMD) Using Coal Fly Ash, Natural Clinker and Synthetic Zeolites, *Journal of Hazardous Materials* **2008**, *156*, 23-35.
8. Bailey, S.E.; Olin, T.J.; Bricka, R.M.; Adrian, D.D. A Review of Potentially Low-cost Sorbents for Heavy Metals. *Water Research* **1999**, *33(11)*, 2469-2479.

9. Božić, D.; Stanković, V.; Gorgievski, M.; Bogdanović, G.; Kovačević, R. Adsorption of Heavy Metal Ions by Sawdust of Deciduous Trees. *Journal of Hazardous Materials* **2009**, 171(1-3), 684-692.
10. Hanylik, J.; Hehlička, J.; Šebek, O.; Weishauptova, Z. Machovič, V. Multi-component Adsorption of Ag(I), Cd(II), and Cu(II) by natural Carbonaceous Materials. *Water Research* **2004**, 38, 2178-2184.
11. Qi, Y.; Hoadley, A.F.A.; Chaffe, A.L.; Garnier, G. Characterisation of Lignite as an Industrial Adsorbent. *Fuel* **2011**, 90, 1567-1574.
12. Sole, M.; Casas, J.M.; Lao, C. Removal of Zn from Aqueous solutions by Low-rank Coal. *Water, Air and Soil Pollution* **2003**, 144, 57-65.
13. Ju YiWen; Jiang Bo; Hou QuanLin; Tan YongJie; Wang GuiLiang; Xiao WenJiao Behavior and Mechanism of the Adsorption/Desorption of Tectonically Deformed Coals. *Chinese Science Bulletin* **2009**, 54(1), 88-94.
14. Gergova, K.; Eser, S.; Schobert, H.H. Preparation and Characterisation of Activated Carbons from Anthracite. *Energy & Fuels* **1993**, 7, 661-668.
15. Razvigorova, M.; Budinova, T.; Petrov, N.; Minkova, V. Purification of Water by Activated Carbons from Apricot Stones, Lignites and Anthracite. *Water Research* **1998**, 32(7), 2135-2139.
16. Zondlo, J. W.; Velez, M.R. Development of Surface Area and Pore Structure for Activation of Anthracite Coal. *Fuel Processing Technology* **2007**, 88, 369-374.
17. Tikhonova, L.P.; Lyubchik, S.B.; Tarasenko, Y.A.; Goncharik, V.P.; Galushko, O.L.; Fonseca, I. Modified Anthracites as Selective Sorbents for Platinum Metals. *Russian Journal of Applied Chemistry* **2006**, 79(5), 727-732.
18. Lillo-Roenas, M.A.; Cazarola-amoros, D.; Linares-Solano, A.; Beguin, F.; Clinard, C.; Rouzaud, J.N. HRTEM Study of Activated Carbons Prepared by Alkali Hydroxide Activation of Anthracite. *Carbon* **2004**, 42, 1305-1310.
19. Petrov, N.; Budinova, T.; Khavesov, I. Adsorption of the Ions of Zinc, Copper and Lead on Oxidized Anthracite. *Carbon* **1992**, 30(2), 135-139.
20. Xiobang, L.; Chunjuan, Z.; Jiongtian, L. Adsorption of Oil from Waste Water by Coal: Characteristics and Mechanism. *Mining Science and Technology* **2010**, 20, 778-781.
21. Kononova, O.N.; Goryaeva, N.G.; Dostovalova, N.B.; Kuchin, S.V.; Kholmogorov, A.G. Extraction of Palladium from Acidic Solutions with the Use of Carbon Adsorbents. *Solid Fuel Chemistry* **2007**, 41(4), 252-255.

Pored navedene literature koristiće se i ostale reference koje su u vezi sa ispitivanom problematikom. Do te literature dolaziće se pretraživanjem dostupnih elektronskih baza i web-orijentisanih platformi kao što su Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, SCOPUS, KOBSON, Engineering Village i drugi.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Pregled literaturnih podataka pokazuje da proces adsorpcije sve više dobija na značaju kada je reč o tretmanu rudničkih i drugih otpadnih voda. Poslednjih godina predmet interesovanja su ispitivanja efikasnosti različitih, jeftinih, prirodnih materijala kao adsorbenasa za uklanjanje jona metala iz različitih efluenata. Zahtevi su da adsorbens bude rasprostranjen, ima dobra mehanička svojstva, stabilan sastav, značajan kapacitet izmene, mogućnost regeneracije i relativno nisku cenu koštanja.

Takođe, konstatovano je da prirodnom antracitu i ispitivanjima njegove efikasnosti kao adsorbensa za uklanjanje jona metala iz vodenih rastvora nije posvećena dovoljna pažnja.

Imajući u vidu da u našoj zemlji postoji ovakva sirovina i činjenicu da u procesu njene rudarske eksploatacije i prerade dolazi do obrazovanja velikih količina finih klasa, kao nus proizvoda, koji ne nalazi veliku komercijalnu primenu, nameće se potreba za jednim sveobuhvatnim proučavanjem ponašanja antracita kao adsorbensa za uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora.

S obzirom na ogromne količine otpadnih voda iz rudarstva, industrije i drugih grana ljudske delatnosti koje se svakodnevno proizvode i koje zahtevaju neprekidno angažovanje kako bi se sprečile posledice koji bi njihovo nekontrolisano ispuštanje imalo na životnu sredinu, sasvim je opravdano posvetiti se ispitivanju u ovoj oblasti.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Eksperimentalne metode

Za potrebe ispitivanja biće izuzeti uzorci antracitnog uglja iz Rudnika antracita „Vrška Čuka“, Srbija. Uzorci će biti izuzeti iz redovne proizvodnje i sa deponije nakon odstojavanja. Usitnjavanjem krupnih komada i ručnim odabiranjem biće izdvojeni uzorci čistog uglja, a standardnim postupcima homogenizacije i skraćivanja će biti svedeni do reprezentativnih. Daljim usitnjavanjem i suvim postupkom klasiranja biće izdvajani uzorci potrebne krupnoće za dalja ispitivanja.

Karakterizacija adsorbensa (antracita i prisutnih mineralnih nečistoća) obuhvatiće tehničku, elementarnu analizu, granulometrijske analize, određivanje gustine i specifične površine, diferencijalno-termijsku analizu (DTA), rentgeno-strukturnu analizu (X-ray), infracrvenu (IR) i skenirajuću elektronsku mikroskopiju (SEM).

Za kvantitativna određivanja količina neadsorbovanih jona metala iz rastvora biće primenjene metode UV/VIS spektrofotometrije i atomske adsorpcione spektrofotometrije (AAS). Ispitivanim rastvorima biće određivana pH vrednost i električna provodljivost.

Priprema polaznih uzoraka i osnovna fizičko-hemijska karakterizacija, kao i eksperimenti adsorpcije biće izvedeni na Tehničkom fakultetu u Boru. Mineraloška i hemijska karakterizacija čvrstih uzoraka i čvrstih ostataka nakon adsorpcije biće izvršena u Institutu za rudarstvo i metalurgiju u Boru, Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu i Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu imajući u vidu da navedene institucije poseduju opremu za navedena ispitivanja.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Tokom ispitivanja ponašanja antracita kao adsorbensa za uklanjanje jona teških metala (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+}) iz kiselih rastvora, očekujemo da nam dobijeni rezultati pomognu u objašnjavanju mehanizama adsorpcije i na osnovu njega razumevanje prirode interakcije između adsorbensa i ispitivanih jona metala.

Detaljna fizičko-hemijska i mineraloška ispitivanja uzoraka antracitnog uglja, omogućiće sagledavanje karakteristika adsorbensa, utvrđivanje odnosa organskog i neorganskog dela u uzorcima antracitnog uglja, kao i utvrđivanje vrste mineralnih primesa (jalovine).

Rezultati ovih istraživanja će doprineti sagledavanju uticaja veličine čestica adsorbensa, uticaju mešanja, vremena i početne pH vrednosti, kao i početne koncentracije rastvora na kapacitet adsorpcije jona Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} korišćenjem antracita kao adsorbensa. Na osnovu teorijskih modela adsorpcije koji su pokazali najbolje slaganje sa eksperimentalnim rezultatima, odrediće se priroda interakcije između antracita i ispitivanih jona metala. Ispitivanja obuhvaćena predloženom doktorskom disertacijom predstavljaju deo istraživanja u okviru tekućeg projekta: „Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje

vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu sredinu“ (Evidencioni broj Projekta: TR 37001, koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete i nauke u trajanju od 2011-2014.god.)

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
- karakterizacija uzoraka prirodnog antracita
- proučavanje kinetike adsorpcije jona teških metala (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+}) iz vodenih rastvora na antracitu
- ispitivanje uticaja veličine čestica adsorbensa, uticaja mešanja, vremena, pH vrednosti, koncentracije jona metala na proces adsorpcije
- određivanje maksimalnog adsorpcionog kapaciteta adsorbensa za ispitivane jone metala i mehanizma adsorpcije
- ispitivanje slaganja eksperimentalnih rezultata sa teorijskim modelima adsorpcije, sa ciljem da se modeli uporede i što bolje opiše proces adsorpcije
- analiza i diskusija rezultata

6.2. Struktura rada

Doktorska disertacija će se okvirno sastojati od sledećih poglavlja:

1. Uvodni deo

- Literaturni pregled i analiza dosadašnjih istraživanja
- Značaj i definisanje predmeta istraživanja
- Ciljevi istraživanja

2. Eksperimentalni deo

- Karakterizacija uzoraka antracita
- Prikaz materijala, eksperimentalnih postupaka i metoda koje će biti korišćene tokom istraživanja

3. Teorijske osnove

- Prikaz teorijskih modela koji će biti korišćeni tokom istraživanja

4. Rezultati i diskusija

- Eksperimenti ispitivanja kinetičkih i ravnotežnih parametara adsorpcije jona bakra iz vodenih rastvora na antracitu
- Eksperimenti ispitivanja kinetičkih i ravnotežnih parametara adsorpcije jona nikla iz vodenih rastvora na antracitu
- Eksperimenti ispitivanja kinetičkih i ravnotežnih parametara adsorpcije jona cinka iz vodenih rastvora na antracitu
- Eksperimenti ispitivanja kinetičkih i ravnotežnih parametara adsorpcije jona mangana iz vodenih rastvora na antracitu
- Eksperimenti ispitivanja kinetičkih i ravnotežnih parametara adsorpcije jona gvožđa iz vodenih rastvora na antracitu

5. Zaključak

6. Literatura

7. 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 Dejan V. Antić, dipl. inž. rudarstva ispunjava sve zakonske uslove za izradu predložene doktorske disertacije. Takođe, Komisija zaključuje da prijavljena tema po predmetu istraživanja, ciljevima, sadržaju i očekivanim naučnim doprinosima, predstavlja značajno područje istraživanja i kao takva može biti predmet doktorske disertacije.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se kandidatu mr Dejanu V. Antiću, dipl. inž. rudarstva odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom: **„Ispitivanje ponašanja antracita kao adsorbensa za uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora “** i da se za mentora odredi prof. dr Grozdanka Bogdanović, vanredni profesor na Tehničkom fakultetu u Boru koja ispunjava sve Zakonom predviđene uslove (veći broj radova publikovanih u časopisima sa SCI liste).

U Boru, maja 2012. godine

KOMISIJA

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

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

Dr **Branimir Jovančičević**, redovni profesor
Hemijski fakultet u Beogradu

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Кандидат: **Мр Дејан Антић**

Име и презиме ментора: **Др Грозданка Богдановић**

Звање: **Ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M.M.Antonijević, **G.D.Bogdanović**, Investigation of the leaching of chalcopirite ore in acidic solutions, *Hydrometallurgy* (ISSN 0304-386X), 73(2004), 245-256.
IF(2004)=1,088
2. M.M.Antonijević, M.D.Dimitrijević, S.M.Šerbula, V.LJ.Dimitrijević, **G.D.Bogdanović**, S.M.Milić, Influence of inorganic anions on electrochemical behaviour of pyrite, *Electrochimica Acta* (ISSN 0013-4686), 50 (2005), 4160-4167.
IF(2005)= 2,453
3. M.M.Antonijević, M.D.Dimitrijević, Z.O.Stevanović, S.M.Šerbula, **G.D.Bogdanović**, Investigation of the possibility of copper recovery from the flotation tailings by acid leaching, *Journal of Hazardous Materials* (ISSN 0304-3894), 158(1)(2008) 23-34.
IF(2008)=2,975
4. D. Božić, V. Stanković, M. Gorgievski, **G. Bogdanović**, R. Kovačević, Adsorption of heavy metal ions by sawdust of deciduous trees, *Journal of Hazardous Materials* (ISSN 0304-3894), Volume 171, Issues 1-3, (2009) 684-692.
IF(2009)=4,144
5. M.M.Antonijević, **G.D.Bogdanović**, S.M.Šerbula, S.M. Milić, Influence of grain size on chalcopirite ore leaching in acidic medium, *Journal of Serbian Chemical Society* (ISSN 0352-5139), 72(8-9) (2007) 911-919.
IF(2007)=0, 536
6. V. Stanković, D. Božić, M. Gorgievski, **G. Bogdanović**, Heavy metal ions adsorption from mine waters by sawdust, *Chemical Industry and Chemical Engineering* (ISSN 1451-9372), 15 (4) 237-249 (2009)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

Датум: 23.04.2012. године

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић