

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 17.11.2011. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije pod naslovom: „**MODIFIKACIJA I PRIMENA VIŠESLOJNIH UGLJENIČNIH NANOCEVI ZA IZDVAJANJE ARSENA IZ VODE**“ koju je predložio student doktorskih studija Zlate Veličković. Komisija je pregledala dostavljeni materijal i o naučnoj zasnovanosti predložene teme podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

Veličković (Sreten) Zlate rođen je 02.02.1967. godine u Kumanovu, Bivša Jugoslovenska Republika Makedonija. Odmah po rođenju, sa porodicom se preseljava u Pirot, gde završava osnovnu i srednju školu sa odličnim uspehom. U Pirotu je 1986. godine završio gimnaziju, prirodno-matematičkog usmerenja, zanimanje laboratorijski tehničar za organsku hemiju. Po završetku srednje škole odlazi na Vojnu akademiju kopnene vojske u Beogradu, smer Atomsko-hemijsko-biološke odbrane, koju završava 1990. godine sa prosečnom ocenom 8,71. Po završetku Akademije, u toku svoje profesionalne karijere, od 1990. do 1997. godine službuje u Čačku. Poslediplomske specijalističke studije na Fakultetu bezbednosti, smer Integrisane zaštite, završio je 2007. godine. Od 1997. godine radi na Vojnoj akademiji u Beogradu. Izabran je u zvanje višeg predavača iz predmeta Taktika, 2008. godine. Trenutno radi kao saradnik u nastavi (asistent) na Katedri vojnohemijskog inženjerstva Vojne akademije Univerziteta odbrane u Beogradu.

Doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2008/09 godine, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. U okviru doktorskih studija položio je 11/11 ispita (spisak u prilogu) predviđenih studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,00. Završni ispit – pristupni rad za izradu doktorske disertacije, pod nazivom „*Razvoj i ispitivanje novih materijala za uklanjanje arsena iz voda*“, je odbranio u oktobru 2010. godine sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu: dr Mirjana Ristić, van. prof., dr Petar Uskoković, red. prof. i dr Aleksandra Perić-Grujić, van. prof.

Oblast naučno-istraživačkog rada Veličković Zlata obuhvata različite postupke funkcionalizacije i modifikacije višeslojnih ugljeničnih nanocevi i ispitivanje mogućnosti njihove primene.

Zlate Veličković je koautor jednog rada objavljenog u časopisu međunarodnog značaja (u štampi, dostupan *online* od 25.11.2011.) i 15 naučnih saopštenja u zbornicima radova sa međunarodnih (11) i nacionalnih skupova (4). Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, kandidat je koautor 1 naučnog rada objavljenog u časopisu međunarodnog značaja, u štampi, dostupan *online* od 25.11.2011. (oznaka grupe **M20**: vrsta rezultata **M21** - 1 rad), 9 saopštenja prikazanih na domaćim i međunarodnim skupovima (oznaka grupe **M30**: vrsta rezultata **M33** - 3 rada, **M34** - 4 rada, oznaka grupe **M60**: vrsta rezultata **M63** - 2 rada).

Član je Srpskog hemijskog društva. Govori francuski jezik i služi se engleskim jezikom.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija

R. br.	Naziv predmeta	ESPB
1.	Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	4
2.	Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5
3.	Industrijska ekologija	5
4.	Hemijska kinetika	5
5.	Separacione metode u tehnološkoj kontroli	5
6.	Industrijske vode	4
7.	Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće	4
8.	Upravljanje čvrstim i opasnim otpadom	5
9.	Strukturna analiza organskih molekula	6
10.	Organske zagađujuće supstance	4
11.	Tečna hromatografija-masena spektrometrija	4
12.	Završni ispit – pristupni rad za izradu doktorske disertacije	30
Ukupno		81

SPISAK OBJAVLJENIH RADOVA I SAOPŠTENJA

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja - M20

– Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu – M21

1. Z. Veličković, G. Vuković, A. Marinković, M. S. Moldovan, A. A. Perić-Grujić, P. Uskoković, M. Ristić, Adsorption of arsenate on iron(III) oxide coated ethylenediamine functionalized multiwall carbon nanotubes, Chemical Engineering Journal, 2011. In press CEJ 8654. (Engineering, Chemical (10/135), Engineering, Environmental (8/45), IF (2010) = 3,074), ISSN 1385-8947

Zbornici međunarodnih naučnih skupova – M30

– Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini – M33

1. Z. Veličković, Lj. Gigović, Održivo upravljanje vodama, 9. International conference: Water Supply and Sewerage Systems, Jahorina - Pale (Bosnia and Herzegovina), May 2009, Proc. 105- 110.
2. Lj. Gigović, Z. Veličković, D. Sekulović, Kvalitet vode i mogući izvori njenog zagađenja, 9. International conference: Water Supply and Sewerage Systems, Jahorina - Pale (Bosnia and Herzegovina), May 2009, Proc.111-116.
3. Z. Veličković, Inovativna tehnologija u tretmanu opasnog otpada, 3th International scientific conference OTEH 2009, Beograd, oktobar 2009. Proc. 567–572.
4. Z. Veličković, D. Sekulović, Lj. Gigović, Arsen kontaminacija podzemnih voda Srbije – razvoj novih metoda uklanjanja arsena iz vode, 10. International conference: Water Supply and Sewerage Systems, Jahorina - Pale (Bosnia and Herzegovina), 20-22 May 2010. Proc. 117-124.
5. Lj. Gigović, Z. Veličković, Praćenje transporta opasnih materija primenom GIS tehnologije, International Conference ICDQM-2010, Belgrade, Serbia, June 2010. Proc. 643-648
6. Z. Veličković, M. Bučko, R. Karkalić, A. Marinković, Influence of Multiwalled Carbon Nanotubes Modified with Copper on the Thermal Conductivity of Engine Coolant, 14th International Conference on AEROSPACE SCIENCES & AVIATION TECHNOLOGY, ASAT-14, Cairo, Egypt, May 24-26, 2011. Proc. 121-127.
7. Z. Veličković, Z. Bajić, A. Marinković, G. Vuković, J. Đokić, P. Uskoković, Improving thermal conductivity of engine coolant by copper/multiwalled carbon nanotubes nanocomposite, 11th International Conference „Research and Development in Mechanical Industry“ RaDMI 2011, 15-18. September 2011, Sokobanja, Serbia, Proc. 1288-1293.

– Saopštenje sa naučnog skupa štampano u izvodu – M34

1. Z. Veličković, P. Uskoković, A. Marinković, G. Vuković, A. Perić-Grujić, M. Ristić, Removal of arsenic from drinking water using modified

- multiwalled carbon nanotubes, International Workshop on Processing of Nanostructured Ceramics, Polymers, and Composites, Belgrade, Serbia, November 2010, Book of Abstracts p. 49.
2. Z. Veličković, A. Marinković, J. Marković, A. Perić-Grujić, P. Uskoković, M. Ristić, Arsenate separation from drinking water by modified multi-walled carbon nanotubes, 49th Meeting of the Serbian Chemical Society, Kragujevac, Serbia, May 13-14, 2011, Book of Abstracts HŽS14-P, p. 74
 3. Z. Veličković, D. Antanasijević, A. Marinković, G. Vuković, A. Perić-Grujić, P. Uskoković, M. Ristić., Adsorption of arsenate by iron(III) oxide coated ethylenediamine functionalized multi-walled carbon nanotubes, 16th European Conference on Analytical Chemistry, September 2011, Belgrade, Serbia, Compendium of All Abstracts, SC01, p. 599.
 4. Z. Veličković, Z. Bajić, A. Marinković, A. Perić-Grujić, P. Uskoković, M. Ristić, Study of arsenic sorption from drinking water using tufa coated with copper, International Workshop on Characterization, Properties and Applications of Nanostructured Ceramics, Polymers, and Composites, Belgrade, Serbia, October 2011, Book of Abstracts p. 48.

Zbornici skupova nacionalnog značaja – M60

– Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini – M63

1. Z. Veličković, D. Malić, Jon mobilna spektrometrija u praćenju stanja degradacije životne sredine, XXXVI Symposia of Operational investigations, Ivanjica, September 2009, CD rom, Zbornik radova, str.15- 18.
2. Z. Veličković, Lj. Gigović, Mogućnosti korišćenja ugljeničnih nanocevčica kao adsorbensa za uklanjanje As(V) iz vode za piće, Energetika 2010, Zlatibor, Mart 2010, Zbornik radova, str. 263-268.
3. Z. Veličković, Lj. Gigović, Procena uticaja hemijskog akcidenta na stanovništvo i životnu sredinu, XXXVII Symposia of Operational investigations, Tara, September 2010, CD rom, Zbornik radova, str. 111-115 .
4. Z. Veličković, Lj. Gigović, M. Bučko, Uticaj nanomaterijala na povećanje toplotne provodljivosti rashladnih tečnosti motora, Energetika 2011, Zlatibor, Mart 2011, Zbornik radova, str. 096-099.

Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Tokom doktorskih studija, kandidat Zlate Veličković je pokazao izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Do sada je objavio jedan rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, kao i veći broj saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima. Shodno navedenom, Komisija smatra da kandidat ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Na osnovu rezultata velikog broja naučnih radova i ispitivanja, arsen je svrstan u kategoriju 1A karcinogena (supstanca za koju je poznato da je karcinogena za ljude). Arsen ulazi u sastav oko 250 minerala i u mnogim regionima sveta, uključujući i severni deo Srbije, se javlja kao prirodni sastojak podzemnih voda. Kako je podzemna voda jedan od najvažnijih resursa za pripremu vode za piće, veoma je važno obezbediti da se koncentracija arsena smanji na dozvoljeni nivo i na najmanju meru svede negativan uticaj na zdravlje ljudi.

Nanočestice i nanomaterijali se poslednjih godina u velikoj meri koriste za separaciju i izdvajanje raznih supstanci iz vode. Da bi se dobili materijali odgovarajućih karakteristika, selektivni prema odabranoj vrsti, često se uvode nove grupe (oksidacija, funkcionalizacija) i modifikuju raznim reagensima i metodama.

Osnovni cilj istraživanja ove doktorske disertacije je razvoj sorbenta za izdvajanje arsena iz vode, odgovarajućom funkcionalizacijom i modifikacijom višeslojnih ugljeničnih nanocevi (multi-walled carbon nanotubes, MWCNT), odnosno razvoj materijala sa visokim adsorpcionim kapacitetom, čijom primenom bi se, u što kraćem vremenu, obezbedilo da se koncentracija arsena svede na što niži nivo. Variranjem odabranih parametara (početna koncentracija, pH vrednost, jonska jačina, vreme sorpcije, temperatura, uticaj prisutnih katjona i anjona) biće ispitana mogućnost primene novog materijala u realnim uslovima. Razne metode će biti primenjene da bi se izvršila karakterizacija i ispitivanje strukture materijala i objasnio mehanizam sorpcije.

Na osnovu rezultata istraživanja ove doktorske teze biće odabran materijal sa najboljim karakteristikama, koji bi mogao imati primenu za izdvajanje arsena iz vode, kod pripreme vode za piće i za prečišćavanje otpadnih voda koje sadrže povišene koncentracije arsena.

Svetska zdravstvena organizacija je preporučila da se maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) arsena u vodi za piće smanji sa 50 na 10 $\mu\text{g/l}$ [1] jer je uočeno da arsen štetno deluje na zdravlje ljudi [2-4], čak i pri nižem stepenu izlaganja. Stroži kriterijum za kvalitet vode za piće, koji je implementiran u zakonske regulative mnogih zemalja, uključujući i Republiku Srbiju, nametnuo je potrebu za razvojem novih tehnologija, kako bi se ispunili postavljani zahtevi [5].

Poslednjih godina objavljen je veliki broj radova o primeni različitih materijala i procesa za uklanjanje arsena iz vode [5-10]. Međutim, do danas nije razvijena dovoljno efikasna metoda za izdvajanje arsena iz vode, uprkos činjenici da su se brojni istraživači bavili ovom problematikom.

Ugljenične nanocevi imaju široku primenu u analitičkoj hemiji i zaštiti životne sredine, za predkoncentrisanje i uklanjanje velikog broja zagađujućih supstanci iz vode, zbog svoje sposobnosti da stvaraju π - π interakcije i velike specifične površine [11, 12]. Visok adsorpcioni kapacitet, višekratna upotreba i selektivnost se obezbeđuju adekvatnom pripremom materijala i odgovarajućom funkcionalizacijom nanočestica i ugljeničnih nanocevi [8-10, 13]. Primenom odgovarajućeg modela, na primer MINTEQ-a [14], može se predvideti ponašanje zagađujuće materije tokom procesa adsorpcije, u zavisnosti od koncentracije, pH vrednosti, jonske jačine, vremena sorpcije i temperature.

Literatura

- [1] The World Health Organization, Guidelines for Drinking-water quality, vol. 1. WHO, Geneva (1993).
- [2] B. K. Mandal, K. T. Suzuki, Arsenic round the world: a review, *Talanta* 58 (2002) 201–235.
- [3] C.K. Jain, I. Ali, Arsenic: occurrence, toxicity and speciation techniques, *Water Res.* 34 (2000) 4304–4312
- [4] A. Tubić, J. Agbaba, B. Dalmacija, S. Rončević, M. Klačnja, I. Ivančev-Tumbas, Effects of O₃, O₃/H₂O₂ and Coagulation on Natural Organic Matter and Arsenic Removal from Typical Northern Serbia Source Water, *Sep. sci. tech.*, Vol. 45 Issue 16, (2010) 2453–2464.
- [5] P.R. Grossl, M. Eick, D.L. Sparks, S. Goldberg, C.C. Ainsworth, Arsenate and chromate retention mechanisms on goethite. 2. Kinetic evaluation using a pressure-jump relaxation technique, *Environ. Sci. Technol.* 31 (1997) 321–326.
- [6] D. Mohan, C. U. Pittman, Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents-A critical review, *J. Hazard. Mater.* 142 (2007) 1–53.
- [7] J.C. Igwe, A.A. Abia, C.A. Ibeh, Adsorption kinetics and intraparticle diffusivity of Hg, As and Pb ions on unmodified and thiolated cocount fiber, *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 5 (2008) 83–92.
- [8] K. Gupta, T. Basu, U.C. Ghosh, Sorption characteristics of arsenic(V) for removal from water using agglomerated nanostructure iron(III)-zirconium(IV) bimetal mixed oxide, *J. Chem. Eng. Data* 54 (2009) 2222–2228.
- [9] A.K. Mishra, S. Ramaprabhu, Magnetite decorated multiwalled carbon nanotube based supercapacitor for arsenic removal and desalination of seawater, *J. Phys. Chem. C* 114 (2010) 2583–2590.
- [10] S.A. Ntim, S. Mitra, Removal of trace arsenic to meet drinking water standards using iron oxide coated multiwall carbon nanotubes, *J. Chem. Eng. Data* 56 (2011) 2077–2083.
- [11] M. Valcárcel, S. Cárdenas, B.M. Simonet, Role of Carbon Nanotubes in Analytical Science, *Anal. Chem.* 79 (2007) 4788–4797.
- [12] G.P. Rao, C. Lu, F. Su, Sorption of divalent metal ions from aqueous solution by carbon nanotubes: A review, *Sep. Purif. Technol.* 58 (2007) 224–231.
- [13] G.D. Vuković, A.D. Marinković, M. Čolić, M.Đ. Ristić, R. Aleksić, A.A. Perić-Grujić, P.S. Uskoković, Removal of cadmium from aqueous solutions by oxidized and ethylenediamine-functionalized multi-walled carbon nanotubes, *Chem. Eng. J.* 157 (2010) 238–248
- [14] J.P. Gustafsson (2011), Visual MINTEQ 3.0, beta, <http://www.lwr.kth.se/English/OurSoftware/vminteq/index.htm>. Stockholm, Sweden.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Višeslojne ugljenične nanocevi, funkcionalizovane i modifikovane odgovarajućim reagensima i postupcima bi mogle da se koriste za izdvajanje arsena iz vode. Pretpostavlja se da se odgovarajućom modifikacijom odabranim agensima oksidovanih i aminofunkcionalizovanih višeslojnih ugljeničnih nanocevi, može dobiti sorbent sa velikim afinitetom prema jonima arsena prisutnim u vodenom ratsvoru. Na primer, poznato je da se arsen vezuje za okside gvožđa, pa se pretpostavlja da će se formiranjem kompozita višeslojne ugljenične nanocevi-oksidi gvožđa, dobiti materijal dobrih sorpcionih karakteristika. Nekoliko različitih materijala bi bilo pripremljeno, variranjem eksperimentalnih uslova. Na osnovu karakteristika materijala i ispitivanja procesa sorpcije bilo bi pokazano da li je dobijen adsorbent koji bi se mogao primenjivati za izdvajanje arsena iz vode.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

U postupku realizacije naučnih rezultata (doprinos), odnosno predmeta i cilja istraživanja, kao i da bi se potvrdile postavljene hipoteze, biće korišćene opšte i posebne naučne metode istraživanja. Analiza i sinteza, apstrakcija i konkretizacija, generalizacija i specijalizacija, komparacija, induktivno i deduktivno zaključivanje su neke od opštih metoda koje će biti primenjene. Planirano je da se u okviru eksperimentalnog dela rada vrši modifikacija funkcionalizovanih nanocevi i praćenje procesa adsorpcije; karakterizacija materijala primenom odgovarajućih metoda, obrada dobijenih podataka i njihovo modelovanje. Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM), transmisiona elektronska mikroskopija (TEM), energetska disperziona spektroskopija (EDS), rendgenska difrakciona analiza (XRD), infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR) su neke od instrumentalnih metode koje će biti korišćene u okviru ispitivanja planiranih u okviru izrade ove doktorske teze. Za određivanje koncentracije arsena u toku eksperimenata sorpcije i za određivanje sadržaja odabranih elemenata značajnih sa aspekta karakteristika materijala i sorpcije biće korišćena indukovan kuplovana plazma sa masenom spektrometrijom, ICP-MS (Agilent Technologies 7500ce).

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Očekuje se da će rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertaciji omogućiti dobijanje novih nanokompozitnih adsorbenasa na bazi višeslojnih ugljeničnih nanocevi, koji će se primenjivati za izdvajanje arsena iz vode. Takođe se očekuje da rezultati istraživanja doprinesu fundamentalnim saznanjima u oblasti funkcionalizacije i

modifikacije višeslojnih ugljeničnih nanocevi za uklanjanje arsena iz vode. Dobijeni rezultati bi omogućili uspostavljanje korelacije strukture ispitivanih adsorbenasa i uticaja prisutnih elemenata u sistemu na aktivnost i osobine adsorbensa. Rezultati istraživanja trebalo bi da budu objavljeni u renomiranim međunarodnim časopisima.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Predmet rada ove doktorske disertacije je modifikacija i primena višeslojnih ugljeničnih nanocevi (MWCNT) za izdvajanje arsena iz vode. Kao polazni materijal biće korišćene oksidovane i aminofunkcionalizovane ugljenične nanocevi, koje će tokom eksperimentalnog rada biti modifikovane primenom nekoliko metoda i agenasa.

U drugom delu istraživanja će biti ispitane karakteristike modifikovanih ugljeničnih nanocevi, kao adsorbenasa za izdvajanje arsena iz vodenih rastvora. Biće određen uticaj koncentracije, pH vrednosti, vremena sorpcije, temperature i jona prisutnih u rastvoru na stepen adsorpcije arsena iz sintetičkih rastvora, kao i iz prirodnih voda u kojima je koncentracija arsena oko 100 µg/l. Za materijale sa najboljim adsorpcionim karakteristikama biće proučavani termodinamika i kinetika procesa adsorpcije. Karakterizacija materijala, i analiza mehanizma sorpcije biće zasnovani na primeni velikog broja metoda. Biće određeni specifična površina, specifična zapremina i prečnik pora. Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM), transmisiona elektronska mikroskopija (TEM), energetska disperziona spektroskopija (EDS), rendgenska difrakciona analiza (XRD), infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR) su neke od metode koje će biti korišćene u okviru ispitivanja planiranih u okviru izrade ove doktorske teze.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti prikazana sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura.*

U poglavlju *Uvod* biće opisana problematika vezana za prisustvo arsena u vodi, kako iz prirodnih, tako i iz antropogenih izvora. Takođe će biti dat pregled metoda za separaciju zagađujućih materija iz vode, sa aspekta zaštite životne sredine.

U okviru *teorijskog dela* doktorske disertacije biće dat pregled, u literaturi prikazanih relevantnih istraživanja, vezanih za:

- metode za uklanjanje arsena iz vode,
- razvoj i primenu novih materijala za uklanjanje arsena iz vode,
- funkcionalizaciju ugljeničnih nanocevi,
- metode za karakterizaciju ugljeničnih nanocevi,
- svojstva i primenu ugljeničnih nanocevi,
- bezbednost korišćenja ugljeničnih nanocevi,

- modelovanje procesa adsorpcije,
- adsorbense na bazi ugljeničnih nanocevi i
- metode za izdvajanje arsena iz vode zasnovane na ugljeničnim nanomaterijalima.

U *Eksperimentalnom delu* biće opisani:

- [materijali korišćeni za pripremu adsorbenasa,](#)
- [uslovi i postupak oksidacije MWCNT,](#)
- [uslovi i postupak funkcionalizacija MWCNT aminima,](#)
- [uslovi i postupak](#) modifikacije funkcionalizovanih ugljeničnih nanocevi odabranim reagensima i metodama,
- [metode karakterizacije materijala,](#)
- [uslovi i izvođenje procesa adsorpcije.](#)

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i analizirani rezultati dobijeni modifikacijom funkcionalizovanih ugljeničnih nanocevi i njihovim ispitivanjem:

- [FTIR analiza MWCNT,](#)
- [Elementarna analiza MWCNT,](#)
- [XRD analiza MWCNT,](#)
- [SEM analiza MWCNT i](#)
- [TEM analiza MWCNT sa EDS analizom.](#)

Rezultati koji se odnose na ispitivanje sorpcije arsena na različitim adsorbensima, kao i opis i značaj potencijalno primenljivih materijala, biće dati u drugom delu i obuhvatiće:

- kinetiku sorpcije i analizu dobijenih rezultata,
- termodinamiku sorpcije i analizu dobijenih rezultata i
- mehanizam sorpcije.

Poseban deo poglavlja *Rezultati i diskusija* odnosiće se na diskusiju dobijenih rezultata i analizu uticaja karakteristika materijala na stepen sorpcije arsena, pri različitim uslovima.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati i relevantni zaključci, izvedeni na osnovu ispitivanja karakteristika materijala i procesa sorpcije, uz osvrt na njihovu inovativnost, i potencijalnu primenu.

Literatura će sadržati literaturne navode koji su citirani u disertaciji, kao i radove proistekle tokom istraživanja u okviru ove doktorske disertacije.

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Zlate Veličkovića pod naslovom „**Modifikacija i primena višeslojnih ugljeničnih nanocevi za izdvajanje arsena iz vode**“, naučno zasnovana, i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Mirjana Ristić, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, za koje je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

Beograd, 05.12.2011. god.

ČLANOVI KOMISIJE:

1. Dr Mirjana Ristić, van. prof. TMF
2. Dr Petar Uskoković, red. prof. TMF
3. Dr Aleksandra Perić-Grujić, van. prof. TMF
4. Dr Aleksandar Marinković, docent TMF
5. Dr Mladen Vuruna, van. prof.
Vojna akademija Univerziteta odbrane u Beogradu