

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Stoje L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije

Odlukom br. 35/354 od 18.12.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Stoje L. Milovanović pod naslovom **Синтеза и карактеризација електропроводних композитних материјала на бази биоразградивих полимера и металних прахова.**

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

14.10.2010. Stoja L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije upisuje doktorske studije na Katedri za organsku hemijsku tehnologiju Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, pod mentorstvom dr Irene Žižović.

30.01.2014. Stoja L. Milovanović je Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta predložila temu za izradu doktorske disertacije pod nazivom „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“.

04.02.2014. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, odlukom br. 35/8, imenovana je Komisija za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije.

03.03.2014. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, odlukom br. 35/31, usvojen je izveštaj Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije.

31.03.2014. Odlukom br. 61206-1368/2-14 Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu daje saglasnost na predlog teme kandidata Stoje L. Milovanović pod nazivom: „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“.

18.12.2014. Odlukom br. 35/354 na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta imenuje se Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije Stoje L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije, pod naslovom „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, uža naučna oblast Hemijsko inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor ove doktorske disertacije, dr Irena Žižović,

vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, je na osnovu objavljenih publikacija i iskustva kompetentna za vođenje doktorske disertacije. Iz ove oblasti je do sada objavila 35 radova u časopisima sa SCI liste, rukovodila je izradom tri doktorske disertacije i bila je član Komisije za ocenu i odbranu četiri doktorata.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Stoja L. Milovanović, dipl. inženjer tehnologije, rođena je 31.03.1982. u Beogradu, gde je završila osnovnu i srednju školu. Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2001/2002. godine. Diplomirala je 2010. godine na Katedri za biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Diplomski rad na temu „Kinetika ekstrakcije aktivnih komponenti lavande, timijana, divizme i origana i njihovo antibakterijsko dejstvo” pod rukovodstvom mentora dr Irene Žižović odbranila je sa ocenom 10. Iste godine na matičnom fakultetu upisuje doktorske studije na Katedri za organsku hemijsku tehnologiju pod mentorstvom dr Irene Žižović, a od februara 2011. godine zaposlena je kao istraživač-pripravnik na Tehnološko-metalurškom fakultetu. U maju 2012. god. izabrana je u zvanje istraživač-saradnik. Stoja L. Milovanović je u periodu od novembra 2010. do septembra 2012. odslušala i položila sve ispite predviđene planom i programom doktorskih studija (sa prosečnom ocenom 9,83), uključujući i Završni ispit pod nazivom „Određivanje rastvorljivosti timola u natkritičnom ugljenik(IV)-oksidu i impregnacija biodegradabilnih nosača timolom“ koji je odbranjen sa ocenom 10 pred Komisijom u sastavu vanred. prof. dr Irena Žižović, red. prof. dr Slobodan Petrović i vanred. prof. dr Melina Kalagasidis Krušić. U toku 2011. god. pohađala je kurs SOCRATES EFCE Intensive Course “High Pressure Technology – From Basics to Industrial Applications” organizovan od Evropske fondacije za hemijsko inženjerstvo koji je završila sa ocenom A.

Stoja L. Milovanović je od 01.01.2011. angažovana sa 12 istraživačkih meseci na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije III45017 pod nazivom “Funkcionalni fiziološki aktivni biljni materijali sa dodatom vrednošću za primenu u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji”.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Stoje L. Milovanović pod nazivom „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“ napisana je na 143 strane, u okviru kojih se nalazi 5 poglavlja, 46 slika, 25 tabela i 173 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, kao i Literaturu. Po formi i sadržaju, napisana disertacija zadovoljava sve standarde Univerziteta u Beogradu za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U Uvodu je naveden značaj problematike proučavane u okviru doktorske disertacije. Ukazano je da se, u vremenu dramatičnog porasta rezistentnosti bakterija na antibiotike, prirodne supstance snažnog antibakterijskog dejstva, poput timola, nalaze u žiži naučnog interesovanja. Naglašeno je da se izazovi primene prirodnih bioaktivnih supstanci ogledaju u njihovoj hemijskoj nestabilnosti, slaboj rastvorljivosti u vodi, lošoj distribuciji do željenog mesta delovanja, intenzivnom a kratkom dejstvu i slično. Neki od ovih nedostataka mogu se prevazići impregnacijom aktivnih supstanci na čvrste nosače. Metoda impregnacije pomoću natkritičnih fluida predstavlja efikasnu alternativu sa brojnim prednostima u odnosu na konvencionalne metode.

Teorijski deo se sastoji iz 6 potpoglavlja. Prvo potpoglavlje je posvećeno timijanu kao prirodnom izvoru timola, njegovoj upotrebi i hemijskom sastavu njegovih sekundarnih biljnih metabolita. Kroz drugo potpoglavlje je dat prikaz svojstava timola, njegovih bioloških aktivnosti i upotrebe. Treće potpoglavlje je posvećeno prirodnim polimerima koji mogu biti upotrebljeni kao nosači za impregnaciju i kontrolisano otpuštanje aktivnih supstanci. Posebno su opisani polimeri odabrani za ulogu nosača u ovoj disertaciji: hitozan, škrob i acetat celuloze, kao i pamučna gaza. Četvrto potpoglavlje je posvećeno natkritičnim fluidima i njihovoj primeni u procesima ekstrakcije, natkritičnog sušenja i proizvodnje aerogelova, kao i natkritične impregnacije. U petom potpoglavlju su navedene najčešće primenjivane metode za ispitivanje morfologije polimera i kontrolisanog otpuštanja impregnirane supstance. U šestom potpoglavlju su sumirani literaturni podaci o antimikrobnom dejstvu etarskog ulja timijana i timola.

U Eksperimentalnom delu su navedeni materijali korišćeni u tezi. Detaljno su opisane metode: određivanja rastvorljivosti timola u natkritičnom ugljenik(IV)-oksidu, matematičke metode korelisanja dobijenih podataka, sinteze polisaharidnih aero i kserogelova, natkritične impregnacije, ispitivanja morfologije nosača, ispitivanja kinetike otpuštanja timola, kao i određivanja antimikrobne aktivnosti impregniranog nosača.

Deo Rezultati i diskusija se sastoji iz pet potpoglavlja. Na kraju svakog potpoglavlja su izvedeni zaključci. U prvom potpoglavlju su prikazani rezultati eksperimentalnog određivanja rastvorljivosti timola u natkritičnom ugljenik(IV)-oksidu u posmatranom opsegu pritisaka i temperatura i korelisanja dobijenih rezultata odabranim matematičkim modelima. U drugom potpoglavlju su prikazani rezultati koji se odnose na impregnaciju pamučne gaze timolom, karakterizaciju impregnirane gaze (FESEM i FTIR tehnike) i određivanje antimikrobnog dejstva impregnirane gaze. Pokazano je da je primenom natkritičnog ugljenik(IV)-oksida moguće uspešno impregnirati timol na pamučnu gazu i dobiti sredstvo sa snažnim antimikrobnim dejstvom. U trećem potpoglavlju su prikazane karakteristike (FESEM i BET tehnike) pripremljenih aero i kserogelova kukuruznog i tapioka škroba, kao i hitozana. U slučaju škroba, ispitan je uticaj temperature pripreme hidrogela na svojstva finalnog gela i prinos impregnacije timolom. U slučaju hitozana, ispitan je uticaj umreživača na svojstva finalnog gela i prinos impregnacije timolom. Pokazano je da je primenom natkritičnog ugljenik(IV)-oksida moguće uspešno impregnirati timol na polisaharidne gelove. U četvrtom potpoglavlju su prikazani rezultati ispitivanja impregnacije acetata celuloze timolom, karakterizacije impregniranih

uzoraka FESEM metodom, kinetike otpuštanja timola i antimikrobnog dejstva impregniranog acetata celuloze. Pokazano je da je kapacitet acetata celuloze za impregnaciju timola, uz korišćenje natkritičnog ugljenik(IV)-oksida, izuzetno veliki (preko 70%). Izborom prinosa impregnacije moguće je dobiti materijal sa vremenom otpuštanja timola od nekoliko sati do preko 10 dana. U petom potpoglavlju predstavljeni su rezultati koji se odnose na integrisani proces natkritične ekstrakcije iz timijana i impregnacije dobijenog ekstrakta na odabrane nosače (pamučna gaza, acetat celuloze i reprezentativni uzorci gelova skroba i hitozana). Integrisanim procesom je izvršena intenzifikacija odvojenih procesa ekstrakcije i impregnacije.

U poglavlju Zaključci sumirani su najznačajniji rezultati i saznanja proistekli iz ove doktorske disertacije, sa akcentom na moguću industrijsku primenu.

U delu Literatura navedene su sve reference citirane u doktorskoj disertaciji.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Prirodne supstance sa snažnim antibakterijskim dejstvom, poput timola, su u žiži naučnog interesovanja zbog problema rezistencije bakterija na antibiotike. Da bi se obezbedila stabilnost aktivnih supstanci ili njihovo otpuštanje tokom određenog vremena, potrebno ih je impregnirati na odgovarajuće čvrste nosače. Postupak impregnacije natkritičnim fluidima spada u oblast zelene hemije u kojem se ne koriste organski rastvarači i ne generiše otpadna voda. Takođe, primenom natkritičnih fluida moguće je dodatno modifikovati fizička svojstva čvrstog nosača. Predloženi nosači, gelovi hitozana i skroba, su aktuelni zbog njihove biorazgradivosti i široke primene. Modifikovani acetat celuloze i pamučna gaza su, takođe, aktuelni i imaju široku mogućnost primene u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji. Opsežnom analizom najnovije naučne literature ustanovljeno je da istraživanja u okviru ove doktorske disertacije spadaju u veoma aktuelno polje istraživanja i uklapaju se u svetske trendove, što potvrđuje značaj opisanih istraživanja.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji je dato 173 literaturnih navoda, od čega je najveći deo objavljen u poslednjih 5-10 godina. Ovo potvrđuje aktuelnost izučavane problematike u svetu. Literatura obuhvata objavljene radove vezane za: biološke aktivnosti timola, odabrane polimerne nosače i metode dobijanja aero i kserogelova, rastvorljivosti i određivanja rastvorljivosti prirodnih komponenata u natkritičnim fluidima, matematičke modele za korelisanje rastvorljivosti, procese ekstrakcije, sušenja i impregnacije uz primenu natkritičnih fluida, kao i primenjene metode analize impregniranih nosača (FESEM, BET, FTIR), fizičko-hemijske analize (GC/FID), detekcije kontrolisanog otpuštanja i mikrobiološke analize. Iz spiska korišćene literature i radova koje je kandidat objavio kao deo istraživanja ove doktorske disertacije, može se zaključiti da kandidat prati aktuelnosti u svetu i poznaje rezultate objavljene u oblastima koje pokriva ova doktorska disertacija.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U doktorskoj disertaciji su korišćene savremene i standardne metode proizvodnje polisaharidnih ksero i aerogelova, karakterizacije čvrstih nosača, određivanja rastvorljivosti na visokim pritiscima, ekstrakcije i impregnacije na visokim pritiscima, kao i metode fizičko-hemijske i mikrobiološke analize. U proizvodnji hidrogelova i kserogelova primenjene su metode objavljene u naučnoj literaturi novijeg datuma. Aerogelovi su dobijeni primenom statičke i dinamičke metode sušenja, kao i njihove kombinacije, primenom natkritičnog ugljenik(IV)-oksida. Karakterizacija čvrstih nosača izvršena je primenom skenirajuće elektronske mikroskopije (FESEM), infracrvene spektroskopije (FTIR) i BET adsorpcione izoterme. Rastvorljivost timola u natkritičnom ugljenik(IV)-oksidu određena je statičkom metodom. Impregnacije na visokim pritiscima su izvršene statičkom i dinamičkom metodom. U svrhu analiza antimikrobne aktivnosti impregniranih nosača i kinetike otpuštanja aktivne supstance primenjene su metode objavljene u literaturi novijeg datuma. U pogledu fizičko-hemijskih analiza, korišćena je GC/FID metoda. Primenjene metode istraživanja su adekvatne oblastima obuhvaćenim doktorskom disertacijom.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Na osnovu eksperimentalnih rezultata i objavljenih radova iz ove doktorske disertacije, može se zaključiti da je ostvaren značajan doprinos u oblasti primene natkritičnih fluida u svrhu impregnacije biološki aktivnih supstanci na čvrste nosače i modifikovanja polimernih materijala. Realizacijom brojnih eksperimenata omogućeno je razvijanje metoda za dobijanje: modifikovane pamučne gaze sa snažnim antibakterijskim dejstvom, polisaharidnih gelova sa impregniranim timolom sa potencijalnom primenom u prehrambenoj, farmaceutskoj ili kozmetičkoj industriji, kao i modifikovanog acetata celuloze impregniranog timolom sa potencijalnom primenom u farmaceutskoj ili prehrambenoj industriji. Rezultati dobijeni u istraživanjima iz ove doktorske disertacije verifikovani su objavljivanjem radova u vrhunskim časopisima međunarodnog značaja i knjigama međunarodnih izdavača.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni rad

Stoja L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije, je tokom izrade doktorske disertacije pokazala stručnost i samostalnost u pretraživanju naučne literature, pripremi i organizaciji eksperimentalnog rada, obradi i analizi dobijenih podataka, diskusiji rezultata i pripremi publikacija. Na osnovu dosadašnjeg zalaganja i pokazane stručnosti, Komisija je mišljenja da kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalni naučno-istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Naučni doprinos rezultata istraživanja ostvarenih u ovoj doktorskoj disertaciji, a u oblasti primene natkritičnih fluida za impregnaciju aktivnih supstanci na čvrste nosače, ogleda se u sledećem:

- Pružene su informacije o rastvorljivosti timola u natkritičnom ugljenik(IV)-oksidu u opsegu temperatura i pritisaka od interesa za procese impregnacije i ekstrakcije pod visokim pritiscima;
- Pokazano je da se natkritičnom impregnacijom timola na pamučnu gazu može dobiti modifikovana gaza sa snažnim antimikrobnim dejstvom;
- Povezan je način pripreme aero i kserogelova hitozana i kukuruznog i tapioka skroba sa prinosom impregnacije timola;
- Po prvi put je određen kapacitet acetata celuloze za impregnaciju aktivnom supstancom;
- Ustanovljeno je, da se izborom uslova procesa, može ostvariti izuzetno veliki opseg masenog udela impregniranog timola u acetatu celuloze (od nekoliko procenata do preko 70%), što je otvorilo nove mogućnosti primene modifikovanog acetata celuloze;
- Ustanovljen je uticaj procenta impregniranog timola na fizička svojstva acetata celuloze;
- Pokazano je da je odabirom procenta impregniranog timola na acetat celuloze moguće dobiti materijal sa vremenom otpuštanja timola od nekoliko sati do preko 10 dana;
- Razvijen je intenzifikovan integralni proces za natkritičnu ekstrakciju iz timijana i impregnaciju dobijenog ekstrakta na čvrste nosače.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru ove doktorske teze su pružila vredne rezultate i informacije o mogućnosti impregnacije timola kao prirodne supstance snažnog antibakterijskog dejstva na čvrste nosače, a u cilju stabilizacije same komponente i/ili njenog kontrolisanog otpuštanja. Obzirom na nedavno proglašenu pandemiju panrezistencije od strane Svetske zdravstvene organizacije, što znači da su bakterijski sojevi rezistentni na sve postojeće antibiotike detektovani na svim kontinentima i u svim državama sveta, dobijeni rezultati su vrlo aktuelni. Kroz istraživanja iz ove doktorske disertacije razvijene su metode dobijanja modifikovane pamučne gaze sa snažnim antimikrobnim dejstvom, kao i modifikovanih polisaharidnih aero i kserogelova za primenu u prehrambenoj industriji i preparatima farmaceutske i kozmetičke industrije. Pri tome je istražen uticaj pripreme pomenutih gelova na prinos impregnacije aktivne komponente. Poseban doprinos su dala istraživanja vezana za primenu acetata celuloze kao nosača. Rezultati su otkrili veliki kapacitet acetata celuloze za impregnaciju timola. Široki opseg masenog udela impregniranog timola za posledicu ima širok opseg vremena kontrolisanog otpuštanja, a samim tim i širok opseg primena u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Takođe, razvijen je nov metod za ekstrakciju iz timijana i impregnaciju dobijenog ekstrakta na čvrste nosače.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Stoja L. Milovanović je deo istraživanja iz ove doktorske disertacije verifikovala objavljivanjem u međunarodnim knjigama, časopisima i na međunarodnim naučnim skupovima. Rezultati istraživanja su objavljeni kroz 2 poglavlja u međunarodnim knjigama, 3 rada u međunarodnim časopisima i 4 saopštenja na međunarodnim naučnim skupovima:

Poglavlje u knjizi vodećeg međunarodnog značaja (M13)

1. Jasna Ivanovic, **Stoja Milovanovic**, Marko Stamenic, Maria Alejandra Fanovich, Philip Jaeger, Irena Zizovic, Application of an Integrated Supercritical Extraction and Impregnation Process for Incorporation of Thyme Extracts into Different Carriers. In: Handbook on Supercritical Fluids: Fundamentals, Properties and Applications, Jane Osborne (Ed.), Nova Science Publishers, NY. 2014, pp. 257-281. ISBN: 978-1-63321-930-4.

Poglavlje u knjizi međunarodnog značaja (M14)

1. Irena Zizovic, Jasna Ivanovic, **Stoja Milovanovic**, Marko Stamenic, Impregnations using supercritical carbon dioxide, in Supercritical CO₂ extraction and its applications, Ed. Edward Rój, Polish Foundations of the Opportunities Industrialization Centers "OIC Poland", Lublin, Poland 2014. pp. 23-34 (A4). ISBN 978-83-86499-96-0.

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. **Stoja Milovanovic**, Marko Stamenic, Darka Markovic, Maja Radetic, Irena Zizovic, Solubility of Thymol in Supercritical Carbon Dioxide and its Impregnation on Cotton Gauze, The Journal of Supercritical Fluids, vol. 84, pp.173-181, 2013 (**IF=2.446**) (ISSN: 0896-8446).
2. **Stoja Milovanovic**, Marko Stamenic, Darka Markovic, Jasna Ivanovic, Irena Zizovic, Supercritical impregnation of cellulose acetate with thymol, The Journal of Supercritical Fluids, vol. 97, pp. 107-115, 2015 (**IF=2.73**) ISSN: 0896-8446.

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. **Stoja Milovanovic**, Ivona Jankovic-Castvan, Jasna Ivanovic, Irena Zizovic, Effect of starch xero- and aerogels preparation on the supercritical CO₂ impregnation of thymol, Starch/Stärke, vol. 67, no. 1-2, pp. 174–182, 2015 (**IF=1.401**) (ISSN: 1521-379X).

Saopštenje sa međunarodnih skupova štampano u celini (M33)

1. **Stoja Milovanovic**, Marko Stamenic, Darka Markovic, Maja Radetic, Irena Zizovic, Solubility of Thymol in Supercritical Carbon Dioxide and its Impregnation on Cotton Gauze, 6th International Symposium on High Pressure Processes Technology, September 8-11, 2013 Belgrade, Serbia, Proceedings (O40-HPFP) 169-173.
2. **Stoja Milovanovic**, Jasna Ivanovic, Milica Pantic, Filip Petrovic, Irena Zizovic, Supercritical CO₂ Impregnation of Different Polysaccharide-based Polymers with Thymol, 6th International Symposium on High Pressure Processes Technology, September 8-11, 2013, Belgrade, Serbia, Proceedings (P34-HPFP) 280-284.

Saopštenje sa međunarodnih skupova štampano u izvodu (M34)

1. **Stoja Milovanović**, Jasna Ivanović, Irena Žižović, Effect of Starch Gels Preparation on the Supercritical Impregnation of Thymol, 12th Young researchers' conference, Dec. 11-13, 2013 Belgrade, Book of abstracts (II/5) 7, ISBN 978-86-80321-28-8.

2. **Stoja Milovanovic**, Milica Pantic, Jasna Ivanovic, Irena Zizovic, Optimization of chitosan gel preparation for supercritical impregnation of thymol, 13th Young researchers' conference, Dec. 10-12, 2014 Belgrade, Program and the book of abstracts (I/6), ISBN 978-86-80321-30-1.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega izloženog, Komisija smatra da doktorska disertacija pod nazivom „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“ kandidata Stoje L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije, predstavlja originalno naučno delo u oblasti Tehnološkog inženjerstva, uža naučna oblast Hemijsko inženjerstvo, što je potvrđeno radovima objavljenim u vrhunskim međunarodnim časopisima. Imajući u vidu obim i kvalitet dobijenih rezultata, mogućnost njihove primene u praksi, kao i sposobnosti koje je kandidat pokazao, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da prihvati ovaj izveštaj i da se doktorska disertacija pod nazivom „Impregnacija timola na čvrste nosače natkritičnim ugljenik(IV)-oksidom“ kandidata Stoje L. Milovanović, dipl. inž. tehnologije, prihvati, izloži na uvid javnosti i nakon isteka zakonom predviđenog roka, uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 20.03.2015.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Irena Žižović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Melina Kalagasidis Krušić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Slobodan Petrović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Maja Radetić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Marko Stamenić, naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu Tehnološko-metalurški fakultet



Dr Vlada Veljković, redovni profesor
Univerzitet u Nišu Tehnološki fakultet