

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

**Predmet:** Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Kristine D.Radosavljević. dipl. ing. šumarstva

Odlukom br. 35/478 od 2017. godine, imenovali smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Kristine D.Radosavljević, dipl. ing. pod nazivom: **Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda**. Posle pregleda dostavljene disertacije i drugih pratećih materijala razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

**REFERAT**

**1. UVOD**

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

**školske 2010/2011** – Kandidat Kristina Radosavljević, dipl. ing., upisala je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu, smer Inženjerstvo zaštite životne sredine.

**11.04.2017.** – Kandidat Kristina Radosavljević je Nastavno -naučnom veću Tehnološko- metalurškog fakulteta predložila temu za izradu doktorske disertacije pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “.

**20.04.2017.** – Na sednici Nastavno-naučnog veća imenovana je Komisija za ocenu naučne zasnovanosti teme i podobnosti kandidata za izradu doktorske disertacije.

**01.06.2017.** – Na sednici Nastavno-naučnog već a Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu doneta je odluka br. 35/183 o prihvatanju Referata Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata i odobravanju izrade doktorske disertacije Kristina Radosavljević, dipl. ing., pod nazivom: „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “, a za mentora ove doktorske disertacije imenovan je dr Dušan Antonović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu i komentor Jelena Lović, naučni saradnik Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu.

**11.07.2017**– Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu doneta je odluka br. 61206-2720/2-17 o davanju saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije Kristina Radosavljević, dipl. ing., pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “.

**30.11.2017.** – Na sednici Nastavno-naučnog već a Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu doneta je odluka br.34/478 o imenovanju Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Kristine Radosavljević, dipl. ing., pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “.

## 1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova. Mentor dr Dušan Antonović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, je na osnovu objavljenih publikacija i iskustva kompetentan da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

## 1.3. Biografski podaci o kandidatu

Kristina D. Radosavljević, dipl.inž.šumarstva, rođena je 25. 02. 1978. u Beogradu. Osnovnu školu je pohađala u Beogradu, nakon čega je upisala VI beogradsku gimnaziju koju je završila 1997. godine. Iste godine je upisala Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu na kojem je diplomirala. Diplomске studije završila je 2007. godine sa prosečnom ocenom 9,42. Diplomski rad odbranila je sa ocenom 10. Doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2010/11. godine, studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine.

Od 2007. do 2010. godine radi u struci, kao inž.šumarstva, u preduzeću Demetra RB. 2011. godine se zapošljava u preduzeću BIOS, kao istraživač-saradnik. U prvoj i drugoj godini doktorskih studija, sve ispite predviđene planom i programom položila je u roku. U okviru doktorskih studija položila je sve ispite predviđene studijskim programom sa prosečnom ocenom 9,58.

## **2. OPIS DISERTACIJE**

### 2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Kristine Radosavljević dipl. ing., pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “ napisana je na ukupno 115 strana i sadrži 6 poglavlja, 32 slike (grafičkih prikaza), 2 tabele i 198 literaturnih navoda. Doktorska disertacija se sastoji od sledećih poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura. Disertacija sadrži i izvode na srpskom i engleskom jeziku, izjavu zahvalnosti i 3 obavezna priloga, tj. izjave.

### 2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U **Uvodu** je dat kratak presek stanja u oblasti problematike disertacije s posebnim osvrtom na značaj i prednosti degradacije amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini. Ukazano je, takođe, na glavne ciljeve istraživanja sprovedenih u okviru doktorske disertacije.

U poglavlju **Teorijski deo**, predstavljen je pregled dostupne literature vezane za teme: Značaj vode i njenog višenamenskog korišćenja, Resursi i ugroženost vode za piće u Republici Srbiji , Mere za zaštitu voda, Prisustvo i ponašanje antibiotika u vodenoj sredini,  $\beta$ -laktamski antibiotici, Makrolidni antibiotici, Opšte metode degradacije antibiotika, Heterogena kataliza, Elektrohemijske metode.

U prvom delu ovog poglavlja dat je kratak osvrt na prisustvo i ponašanje antibiotika u vodenoj sredini.

Drugo potpoglavlje definiše  $\beta$ -laktamske i makrolidne antibiotike i dosadašnje rezultate proučavanja degradacije amoksicilina i određivanja i degradacije azitromicina, dok je u trećem detaljno objašnjena reakcija heterogene katalize sa osvrtom na mehanizam, kinetiku i različite faktore koji utiču na mehanizam katalize a to su: uticaj masene koncentracije fotokatalizatora, uticaj pH vrednosti rastvora, uticaj prisustva neorganskih jona,  $\text{TiO}_2$  kao katalizator i mehanizam heterogene fotokatalize u prisustvu  $\text{TiO}_2$ . U narednom potpoglavlju opisane su savremene elektrohemijske metode, u koje spadaju ciklična voltometrija (CV) i diferencijalna pulsna voltometrija (DPV), kao i druge analitičke metode - masena spektrometrija (MS) i tečna hromatografija-masena spektrometrija (LC-MS).

U **Eksperimentalnom delu** navedene su hemijske supstance korišćene u toku istraživanja. Navedeni su aparati, uređaji i elektrode i uslovi pod kojima je ispitivana katalitička aktivnost, detaljno je prikazan postupak fotokatalitičke degradacije amoksicilina, priprema nanokristalnog  $\text{TiO}_2$ , fotokatalitički eksperiment, analitičke procedure ispitivanja površine nanokristalnog  $\text{TiO}_2$  (XRD, SEM, BET), UV analiza, određivanje pH vrednosti rastvora, jonsko-hromatografska analiza (IC) kao i primenjena metoda određivanja ukupno g organskog ugljenika (TOC). U potpoglavlju o elektrohemskoj degradaciji azitromicina opisana je diferencijalna pulsna voltometrija (DPV), tečna hromatografija visokih performansi (HPLC), LC DAD/ESI ToF MS analiza uzoraka azitromicina i metoda određivanja ukupnog organskog ugljenika (TOC).

Poglavlje **Rezultati i diskusija** sastoji se iz dve celine i obuhvata detaljan prikaz rezultata dobijenih u eksperimentalnom delu u ovoj disertaciji, njihovu analizu i diskusiju koja uključuje poređenje sa literaturnim podacima slične tematike. U prvom potpoglavlju detaljno su analizirani dobijeni rezultati fotokatalitičke degradacije amoksicilina koji uključuju opis sinteze i karakterizaciju nanokristalnog  $\text{TiO}_2$  (XRPD, SEM), inicijalni eksperiment, uticaj pH vrednosti rastvora, početne koncentracije soli, hvatača OH radikala, jonsku hromatografiju i TOC analizu.

U drugom potpoglavlju predstavljeni su rezultati analize elektrohemijske degradacije azitromicina indirektnom elektrohemijom oksidacijom. Razmatran je uticaj reakcionih parametara na stabilnost azitromicina, određivana je koncentracija azitromicina DPV metodom, praćena je degradacija pomoću DPV i HPLC-UV metode i na osnovu dobijenih rezultata dato je strukturno tumačenje proizvoda elektrodegradacije. U svakom potpoglavlju prikazani su i prodiskutovani rezultati koji se odnose na fotokatalitičku degradaciju amoksicilina i elektrohemijom degradaciju azitromicina.

U poglavlju **Zaključak** sumirani su najznačajniji rezultati i saznanja proistekla iz ove doktorske disertacije.

Na kraju disertacije navedena je **Literatura** koja sadrži sve reference citirane u radu.

### 3. OCENA DISERTACIJE

#### 3.1. Savremenost i originalnost

Istraživanja vezana za degradaciju amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini su veoma aktuelna zbog mogućnosti primene u projektima zaštite životne sredine a prednosti upotrebe fotokatalize i elektrohemijske oksidacije omogućavaju potpunu oksidaciju organskih zagađivača u kratkom vremenskom periodu, bez nastajanja policikličnih produkata. Analizom dostupne naučne literature, utvrđeno je da je zbog prisustva elektron privlačne amino grupe na acilnom bočnom lancu u strukturi, molekul amoksicilina je relativno stabilan u kiseloj sredini. Studije koje se bave degradacijom amoksicilina različitim AOP<sub>s</sub> obuhvataju tretiranje otpadne vode sa amoksicilinom kombinacijom ekstrakcije, Fenton oksidacije i reverzibilnom osmozom. Azitromicin je podvrgavan brojnim tehnikama degradacije kao što je, fotokatalitički tretman, UV zračenje (254 nm), Fenton ( $\text{Fe}^{2+,3+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ) i foto-Fenton ( $\text{Fe}^{2+,3+}/\text{H}_2\text{O}_2$  /ozračivanje), ozonizacija i fotoliza. Detaljno je dokumentovano da su tradicionalne fizičko-hemijske i biološke metode baš kao i unapređeni oksidacioni procesi često neadekvatni, neefektni ili skupi za degradaciju azitromicina. Sa druge strane elektrohemijske metode su efikasne, prilagodljive, uslovi rada ne zahtevaju visoku temperaturu i pritisak i nisu naročito skupe. Pri izradi ove doktorske disertacije sprovedeni su postupci forsirane razgradnje, te su u tom smislu vodeni rastvori navedene aktivne materije bili podvrgnuti odabranim fotokatalitičkim i elektrohemijskim degradacionim procesima. Ispitvana je indirektna oksidacija azitromicina na Ti/RuO<sub>2</sub> anodi u vodenom elektrolitu koji sadrži NaCl. Na elektrodi od staklastog ugljenika DPV metodom je praćeno smanjenje koncentracije azitromicina kao posledica njegove degradacije u istom elektrolitu. Primenom unapređenih procesa oksidacije-AOP, izvršeno je ispitivanje mogućnosti heterogene katalitičke degradacije amoksicilina kao predstavnika penicilinskih antibiotika. Proučavan je fenomen fotokatalitičke degradacije kroz praćenje pomenutog procesa u osvetljenoj suspenziji TiO<sub>2</sub>. Ispitan je uticaj parametara pod kojima se odvija reakcija njegove katalitičke fotolize. Na prvom mestu su to početni pH rastvora, početna koncentracija supstrata i fotokatalizatora, uticaj prisustva neorganskih jona i uticaj prisustva organskog rastvarača. Pored toga identifikacija nastalih jona u procesu degradacije pruža važne informacije o stepenu razgradnje amoksicilina i njegovim ostacima u vodi. Naime pretvaranje heteroatoma u jone kao što su SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, i Cl<sup>-</sup> pruža dokaze da je došlo do degradacije. Istraživanja su bila usmerena na praćenje efekata eksperimentalnih parametara koji utiču na brzinu degradacije amoksicilina. Izvršeno je ispitivanje kinetike i pretpostavljeni su mehanizmi degradacije amoksicilina do CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O i mineralnih materija koje su prihvatljive za životnu sredinu. Rezultati prezentovani u okviru disertacije unapređuju postojeći nivo znanja i dokumentuju mogućnost primene testiranog model sistema na prečišćavanje kontaminirane vodene sredine izvođenjem degradacije amoksicilina i azitromicina kao i smanjenje nastajanja sporednih proizvoda štetnih po zdravlje ljudi.

#### 3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji citirano je 198 literaturnih navoda, od kojih najveći deo čine noviji radovi u relevantnim međunarodnim časopisima. Navedeni literaturni radovi su korišćeni kako prilikom planiranja eksperimentalnog rada, tako i u tumačenju i analizi rezultata istraživanja, diskusiji i izvođenju zaključaka. U okviru disertacije dat je potpun kritički literaturni pregled po pojedinim poglavljima fenomena koji su istraživani kao i poređenja dobijenih rezultata sa slično publikovanim rezultatima.

### 3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U ovoj doktorskoj disertaciji primenjene su savremene naučne metode i tehnike za degradaciju amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini : analitičke procedure ispitivanja površine nanokristalnog  $\text{TiO}_2$  (fazni sastav dobijenih nanokristala katalizatora određen je korišćenjem: rengenske difrakcione analize (XRD), skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) je proučavana morfologija i mikrostruktura nanokristala, dok je u sprezi sa energetske-disperzionom spektroskopijom X-zraka i detektorom pozadinskih rasejanih elektrona ova metoda dala dodatne podatke u definisanju elementarnog sastava; i metode za određivanje specifične površine, prema Brunauer, Emmet & Teller-u (BET)). Metodima određivanja ukupnog organskog ugljenika (TOC) ispitivan je procenat eliminacije organskog ugljenika, a jonsko-hromatografskom analizom (IC) jonske vrste nastale u procesu degradacije amoksicilina. Diferencijalno pulsno voltametrijska (DPV) merenja su korišćena za elektroanalitičku studiju degradacije azitromicina na anodi od staklastog ugljenika. Korišćene su još: ciklična voltometrija (CV), galvanostatska merenja, tečna hromatografija visokih performansi (HPLC) i tečna hromatografija-masena spektrometrija (ToF-LC-MS) kojom je postignuto razdvajanje komponenti smese u cilju njihove identifikacije i/ili određivanja.

### 3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Verifikacija ostvarenih rezultata disertacije postignuta je objavljivanjem radova vrhunskim međunarodnim časopisima iz domena ove problematike, kao i saopštenjima na međunarodnim i nacionalnim konferencijama. U okviru ove disertacije ispitana je degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda. Rezultati dobijeni tokom izrade ove disertacije imaju veliki značaj, kako sa aspekta zaštite životne, tako i sa aspekta primene opisanih metoda.

### 3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalan naučni rad

Kandidat Kristina Radosavljević, dipl. ing., je tokom izrade doktorske disertacije pokazala sposobnost planiranja i realizacije eksperimenata. Izrazite istraživačke kvalitete iskazala je prilikom korišćenja i prilagođavanja različitih novih instrumentalnih metoda za naučnu problematiku ove doktorske disertacije, a pri analizi rezultata pokazala je samostalnost, sistematičnost i kreativnost.

## **4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS**

### 4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Doktorska disertacija kandidata Kristine Radosavljević, dipl. ing., pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda “ pruža određeni naučni doprinos na polju primene unapredjenih oksidacionih i elektrohemijskih procesa za otklanjanje odabranih polutanata iz različitih vodenih resursa.

Naučni doprinos prikazanih istraživanja, pre svega, odnosi se na:

- proširivanje fundamentalnih znanja iz oblasti inženjerstva zaštite životne sredine;
- bolje razumevanje uticaja molekulske strukture odabranih antibiotika na efekat njihove degradacije;
- proučavanje uticaja operacionih parametara, na brzinu reakcija degradacije amoksicilina;
- razvijanje nove elektroanalitičke metode za detekciju azitromicina u vodenim elektrolitima u prisustvu NaCl;
- identifikaciju glavnih intermedijernih vrsta i finalnih produkata i pretpostavljeni mehanizmu elektrohemijske degradacije azitromicina;
- odgovor da li je i kolikoj meri moguća mineralizacija ovih antibiotika;
- razvoj primene unapredjenih oksidacionih i elektrohemijskih procesa za zaštitu životne sredine.

#### 4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja kojima se bavi ova doktorska disertacija koncipirana su na osnovu definisanih ciljeva i detaljne analize literature iz oblasti degradacije amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda. Prilikom izrade disertacije primenom instrumentalnih tehnika analizirani su rezultati fotokatalitičke degradacije amoksicilina koji obuhvataju prvo sintezu i karakterizaciju nanokristalnog  $\text{TiO}_2$  a zatim uticaj pH vrednosti rastvora, početne koncentracije soli, hvatača OH radikala, jonsku hromatografiju i TOC analizu. U drugom delu su analizirani rezultati elektrohemijske degradacije azitromicina indirektnom elektrohemijskom oksidacijom. U skladu sa postavljenim ciljevima, u okviru ove doktorske teze, dobijeni su potpuno originalni rezultati koji se odnose na fotokatalitičku degradaciju amoksicilina i elektrohemijsku degradaciju azitromicina. Time su ispunjeni svi predloženi ciljevi i planirane aktivnosti ove doktorske disertacije.

#### 4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Kristina Radosavljević, dipl. ing. je potvrdila rezultate istraživanja u svojoj doktorskoj disertaciji objavljivanjem radova u međunarodnim časopisima, kao i saopštenjima na međunarodnim i nacionalnim konferencijama. Iz disertacije je proistekao 1 rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, i 1 rad u međunarodnom časopisu, 3 rada saopštena na skupovima međunarodnog značaja štampan u celini, 2 rada saopštena na skupovima nacionalnog značaja štampanih u izvodu.

#### **1. Rad objavljen u vrhunskom međunarodnom časopisu - M22**

**1.K.Radosavljević, J.Lović, D.Mijin, S.Petrović, M.Jadranin, A.Mladenović, M.Avramov-Ivić,** *"Degradation of azithromycin using Ti/RuO<sub>2</sub> anode as catalyst followed by DPV, HPLC-UV"*, Institute of Chemistry, Slovak Academy of Sciences, January 2017, DOI:10.1007/s 11696-016-0115-2, Print ISSN 2585-7290, Online ISSN 1336-9075, IF 1.258

## 2. Rad objavljen u međunarodnom časopisu - M23

1. **K. Radosavljević**, A. Golubović, M. Radišić, A. Mladenović, Dusan Ž. Mijin, S. Petrović, "Amoxicilin photodegradation by nanocrystalline  $TiO_2$ ", Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, January 2016, Vol. 23 (2):187-195, DOI:10.2298/CICEQ160122030R, ISSN:1451-9372, IF 0.867

## 3. Saopštenje sa skupa međunarodnog značaja štampano u celini- M33

1. **K. Radosavljević**, S. Petrović, D. Antonović, "Degradation of  $\beta$ -Lactam antibiotics by various oxidation agents in industrial wastewaters", 12th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry "RaDMI 2012, Proceedings, Volume II Section D39, pp. 1165-1170, 13 -17 th of September 2012, Vrnjačka banja, Serbia

2. **K. Radosavljević**, S. Petrović, D. Antonović, D. Mijin, "photocatalytic application of  $TiO_2$  as environmental remediation perspective", 13th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry " RaDMI 2013, Proceedings, Volume II, p.927-932, 12-15 September 2013, Kopaonik, Serbia

3. **K. Radosavljević**, M. Radišić, A. Mladenović, D. Mijin, M. Avramov-Ivić, S. Petrović, "Electrochemical and photo-degradation of selected environmentally relevant macrolides", 14th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2014, Proceedings, Volume II Section E24, p. 913-918, 18-21 September 2014, Topola, Serbia

## 4. Saopštenje sa skupa međunarodnog značaja štampano u izvodu- M34

1. Milka L. Avramov Ivić, Jelena D. Lović, Dušan Ž. Mijin, Milka B. Jadranin, **Kristina D. Radosavljević**, Aleksandar R. Mladenović, Slobodan D. Petrović, "Degradation of azithromycin using  $Ti/RuO_2$  anode as catalyst followed by DPV, HPLC-UV and MS analysis", 6th RSE-SEE Conference, Book of abstracts, p 140 (P2 AN02), Balatonkenese, Hungary, 2017

## 5. Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu- M64

1. **K. Radosavljević**, M. Avramov-Ivić, A. Mladenović, M. Radišić, B. Grgur, D. Mijin, M. Laušević, S. Petrović, "Elektrohemijska razgradnja azitromicina na DSA N platina-oksidi elektrodi", 51. savetovanje Srpskog hemijskog društva i 2. konferencija mladih hemičara Srbije, Kratki izvodi radova, Niš, 5-7. juni 2014

2. M. Avramov-Ivić, J. Lović, D. Mijin, M. Jadranin, **K. Radosavljević**, A. Mladenović, S. Petrović, " Electrochemical degradation of azithromycin using  $TiO_2/RuO_2$  anode", 12<sup>th</sup> Symposium " Novel Technologies and Economic Development ". Book of Abstracts, Leskovac, 20-21 Oktobar 2017

## 5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

### 5.1. Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega navedenog, Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata Kristine D. Radosavljević, dipl. ing. tehnologije, pod nazivom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda“ predstavlja značajan i originalni naučni doprinos u datoj oblasti, što je i potvrđeno objavljivanjem radova u uglednim časopisima međunarodnog značaja i saopštavanjem rezultata na međunarodnim skupovima. Takođe realizovani su svi postavljeni ciljevi i aktivnosti definisani u predlogu disertacije.

### 5.2. Predlog Komisije Nastavno-naučnom veću

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da podnetu doktorsku disertaciju Kristine D. Radosavljević, dipl. ing, pod naslovom „ Degradacija amoksicilina i azitromicina u vodenoj sredini primenom različitih fizičko-hemijskih metoda“ prihvati, izloži na uvid javnosti i nakon isteka zakonom predviđenog roka uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, te da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 15.12. 2017. godine

### ČLANOVI KOMISIJE

- .....  
1. Dr Dušan Antonović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu,  
Tehnološko–metalurški fakultet
- .....  
2. Dr Jelena Lović, naučni saradnik Univerziteta u Beogradu,  
Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu
- .....  
3. Dr Milka Avramov Ivić , naučni savetnik Univerziteta u Beogradu,  
Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu
- .....  
4. Dr. Tatjana Đurkić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu,  
Tehnološko–metalurški fakultet
- .....  
5. Dr Slobodan Petrović, profesor emeritus Univerziteta u Beogradu  
Tehnološko–metalurški fakultet







