

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Ivane Vukoje, dipl. inž. tehnol.

Odlukom br. 35/96 od 20.4.2017. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Ivane Vukoje pod naslovom

Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, doneta je Odluka (broj 20/139 od 6.10.2016.) o produženju roka za odbranu doktorske disertacije Ivane D. Vukoje dipl. inž. tehnologije do 30.9.2017.
- Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, doneta je Odluka (broj 35/98 od 14.4.2015.) o imenovanju Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije Ivane D. Vukoje dipl. inž. tehnologije, pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**"
- Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, doneta je Odluka (broj 35/190 od 11.5.2015.) o prihvatanju Izveštaja Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme i odobrenju izrade doktorske disertacije Ivane D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**". Za mentora ove doktorske disertacije imenovan je dr Enis Džunuzović, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univeziteta U Beogradu.
- Na sednici Veća naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost (broj 61206-2325/2-15 od 28.5.2015.) na predlog teme doktorske disertacije Ivane D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**".

- Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, doneta je Odluka (broj 35/96 od 20.4.2017.) o imenovanju članova Komisije za ocenu referata o urađenoj doktorskoj disertaciji i odbranu doktorske disertacije Ivane D. Vukoje dipl. inž. tehnologije, pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**".

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Hemijske nauke, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor dr Enis Džunuzović, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, je do sada publikovao 35 radova u časopisima koji su na SCI listi, što govori o kompetentnosti da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Ivana D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije, rođena je 12.08.1982. godine u Beogradu, Republika Srbija. Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2003/2004. godine. Diplomirala je na katedri za Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologiju 2009. godine sa prosečnom ocenom 8,44 odbranivši diplomski rad sa ocenom 10. Školske 2010/2011. godine upisala je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Hemija i položila sve ispite predviđene studijskim programom, kao i Završni ispit sa prosečnom ocenom 10.

Od 2009. godine zaposlena je Laboratoriji za radijacionu hemiju i fiziku Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, gde je trenutno angažovana kao istraživač saradnik na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije pod nazivom Materijali redukovane dimenzionalnosti za efikasniju apsorpciju svetlosti i konverziju energije (broj projekta 45020) i Uticaj veličine, oblika i strukture nanočestica na njihova svojstva i svojstva nanokompozita (broj projekta 172056).

Autor i koautor je devet radova u međunarodnim časopisima, kao i jedanaest saopštenja na naučnim skupovima od međunarodnog značaja.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Ivane D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije, je napisana na 130 strana, sadrži 64 slike, 14 tabela i 241 literaturna navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak* i *Literatura*. Na početku disertacije dat je *Rezime* na srpskom i engleskom jeziku. Disertacija sadrži i kratku biografiju kandidata i tri obavezna priloga: Izjava o autorstvu, Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije rada i Izjava o korišćenju. Po svojoj formi i sadržaju podneti rukopis zadovoljava sve standarde Univerziteta u Beogradu za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U **Uvodu** je u opštim crtama opisan značaj nanostrukturnih materijala na bazi polimera i neorganskih čestica i definisani su ciljevi istraživanja koji obuhvataju razvoj sintetskih metoda za dobijanje nanočestica srebra na amino-funkcionalizovanom makroporoznom kopolimeru poli(GMA-ko-EGDMA) "*in situ*" redukcijom jona srebra bez upotrebe dodatnog redukcionog sredstva, karakterizaciju dobijenih materijala i mogućnost njihove primene kao antimikrobnih agenasa.

U **Teorijskom delu** disertacije, koji obuhvata tri celine: *Polimerni materijali*, *Metalne nanočestice* i *Sinteza i primena metalnih nanočestica na polimernom nosaču*, dat je pregled literature za oblast istraživanja ove disertacije. U prvoj celini opisana su svojstva polimera sa akcentom na sintezu, modifikaciju i primenu umreženih makroporoznih kopolimera kao i prednosti koje poseduju u odnosu na druge materijale. U drugom delu dat je iscrpan pregled literature koji se odnosi na opšte

karakteristike nanočestica metala, posebno nanočestica srebra, kao i metode sinteze prikazane kroz mehanizme formiranja i stabilizacije. U trećem delu opisana su osnovna svojstva, načini sinteze, kao i potencijalna primena sistema na bazi nanočestica metala na različitim polimernim nosačima. Imajući u vidu da su materijali, ispitivani u ovoj disertaciji, namenjeni za antimikrobnu primenu, posebna pažnja je posvećena analizi antimikrobnog potencijala nanočestica srebra.

Eksperimentalni deo obuhvata prikaz sinteze umreženog makroporoznog kopolimera poli(GMA-ko-EGDMA), modifikacije sintetisanog poli(GMA-ko-EGDMA) sa četiri različita jedinjenja (modifikatora): amonijakom, 1,2-diaminoetanom, 1,8-diaminooctanom i argininom, kao i sinteze nanočestica srebra na dobijenim amino-funkcionalizovanim poli(GMA-ko-EGDMA) kopolimerima. Takođe, opisane su i eksperimentalne metode i tehnike za karakterizaciju dobijenih materijala. Za karakterizaciju pripremljenog makroporoznog kopolimera poli(GMA-ko-EGDMA), zatim amino-funkcionalizovanih uzoraka makroporoznog kopolimera, kao i dobijenih materijala na bazi nanočestica srebra na funkcionalizovanim kopolimernim nosačima korišćena je: infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR), ultraljubičasta i vidljiva spektroskopija(UV/VIS), difrakcija X zraka, živina porozimetrija, skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM), transmisiona elektronska mikroskopija (TEM), elementarna analiza, atomska emisiona spektroskopija sa induktivno spregnutom plazmom. Prikazano je i određivanje antimikrobne aktivnosti nanočestica srebra, sintetisanih na modifikovanim makroporoznim kopolimernim nosačima, prema indikatorskim bakterijama (Gram-negativne *E. coli* i Gram-pozitivne *S. aureus*) i gljivici *C. albicans*.

Rezultati i diskusija su prikazani u okviru jednog poglavlja, koje se satoji iz četiri celine: *Sinteza i karakterizacija nemodifikovanog makroporoznog nosača poli(GMA-ko-EGDMA)*, *Modifikacija makroporoznog kopolimernog nosača poli(GMA-ko-EGDMA)*, *Sinteza nanočestica Ag na funkcionalizovanom makroporoznom nosaču* i *Određivanje antimikrobnih svojstava nanočestica Ag sintetisanih na funkcionalizovanom makroporoznom nosaču*.

U prvom delu su prikazani rezultati karakterizacije sintetisanog umreženog makroporoznog kopolimera poli(GMA-ko-EGDMA). Elementarnom analizom određen je sastav poli(GMA-ko-EGDMA). Strukturna karakterizacija sintetisanog nemodifikovanog kopolimernog nosača poli(GMA-ko-EGDMA) izvršena je primenom FTIR spektroskopije, dok su optička svojstva određivana merenjem refleksije svetlosti iz oblasti vidljivog dela spektra. Morfologija sintetisanog nosača ispitivana je metodom skenirajuće elektronske mikroskopije i transmisione elektronske mikroskopije. Na osnovu rezultata živine porozimetrije određena je distribucija veličine čestica nemodifikovanog kopolimernog nosača poli(GMA-ko-EGDMA), prečnik pora i specifična površina nosača.

U drugom delu prikazani su i analizirani rezultati karakterizacije sintetisanih amino-funkcionalizovanih makroporoznih kopolimera, koji su dobijeni modifikacijom poli(GMA-ko-EGDMA) kopolimera sa amonijakom, 1,2-diaminoetanom, 1,8-diaminooctanom i argininom. Na taj način dobijeni su amino-funkcionalizovani kopolimerni nosači sa slobodnim amino grupama na kopolimernom nosaču. Način vezivanja molekula modifikatora utvrđen je na osnovu rezultata FTIR spektroskopije, dok je stepen modifikacije (udeo epoksidnih grupa na kopolimernom nosaču koji je proreagovao sa molekulima modifikatora) određen na osnovu rezultata elementarne analize. Optička svojstva modifikovanih kopolimernih nosača ispitana su merenjem refleksije svetlosti iz vidljivog dela spektra, dok je morfologija površine modifikovanih uzoraka ispitana metodom skenirajuće elektronske mikroskopije.

Treći deo poglavlja obuhvata rezultate karakterizacije nanočestica srebra sintetisanih na amino-funkcionalizovanim makroporoznim kopolimernim nosačima. Kako bi se utvrdio mehanizam nastajanja nanočestica srebra i način njihovog vezivanja za sva četiri modifikovana nosača urađena su FTIR spekroskopska merenja, dok su optička svojstva ispitivana primenom refleksione spektroskopije. Dublji uvid u morfologiju sva četiri sintetisana uzorka, kao i određivanje veličine, oblika i prostornog rasporeda formiranih nanočestica na funkcionalizovanim kopolimernim nosačima dobijena su korišćenjem transmisione elektronske mikroskopije. Kod sva četiri sintetisana uzorka, na

osnovu dobijenih rezultata atomske emisije spektroskopije, određen je sadržaj srebra. Kristalna struktura analizirana je metodom difrakcije rendgenskih zraka

U četvrtom delu poglavlja prikazani su rezultati određivanju antimikrobnih svojstava nanočestica srebra sintetisanih na funkcionalizovanim makroporoznim nosačima. Antimikrobna svojstva testirana su na Gram-negativnu bakteriju *E. coli*, Gram-pozitivnu bakteriju *S. Aureus* i gljivicu *C. albicans*. Rezultati ovih ispitivanja izraženi su preko procentualnih vrednosti smanjenja broja ćelija bakterija i gljivica u toku različitih vremena inkubacije, kao i za različite koncentracije nanočestica srebra na kopolimernim nosačima. Na osnovu prikazanih rezultata, pokazano je da sintetisani materijali pokazuju najveću antimikrobnu efikasnost prema *E. coli*, a najmanju prema *C. albicans*. Takođe, određena je zavisnost antimikrobne aktivnosti u funkciji veličine nanočestica srebra, gde je potvrđeno da što su nanočestice manjih dimenzija to pokazuju veći inhibitorni efekat na rast mikroorganizama usled povećanja specifične površine.

U **Zaključku** su sumirani najznačajniji rezultati dobijeni u ovoj disertaciji.

U delu **Literatura** navedene su reference korišćene tokom izrade doktorke disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Nanočestice srebra pripadaju grupi netradicionalnih antimikrobnih sredstava i predstavljaju optimalne kandidate u borbi protiv patogenih mikroorganizama zahvaljujući činjenici da pokazuju široki spektar delovanja. Izbor nanočestica srebra kao baktericidnog agensa potkrepljen je sa velikim brojem objavljenih naučnih radova. Poznato je da što su nanočestice srebra manjih dimenzija njihova antimikrobna aktivnost je izraženija. Sa druge strane, što su nanočestice manjih dimenzija to je njihova tendencija ka stvaranju agregata veća, a stvaranje agregata vodi ka smanjenju ili potpunom gubitku antimikrobne aktivnosti nanočestica srebra. Još jedan od problema koji se javlja prilikom upotrebe nanočestica srebra jeste što ne postoje tačni podaci o njihovoj citotoksičnosti. Jedan od mogućih načina prevazilaženja ovih problema jeste upotreba nanočestica srebra imobilisanih na nekom polimernom nosaču. Sem što je potrebno da polimerni nosač ima odgovarajuće funkcionalne grupe koje mogu da stabilišu/imobilišu nanočestice srebra, poželjno je da ima što veću specifičnu površinu, da je nerastvoran i da poseduje dobra mehanička svojstva.

U skladu sa tim u ovoj disertaciji je kao nosač korišćen umreženi makroporozni kopolimer na bazi glicidimetakrilata (GMA) i etilenglikoldimetakrilata (EGDMA), poli (GMA-ko-EGDMA), koji poseduje permanentnu poroznost, nerastvoran je, ne bubri u vodi i u većini organskih rastvarača i poseduje epoksidne grupe koje se lako mogu hemijski modifikovati. Modifikacija poli (GMA-ko-EGDMA) izvršena je sa četiri različita jedinjenja i pri tome je određeni udeo epoksidnih grupa zamenjen amino grupama. Nanočestice srebra sintetisane su na amino-funkcionalizovanim makroporoznim nosačima "in situ" redukcijom jona srebra bez upotrebe dodatnog redukcionog sredstva. U slučaju kada su kao modifikatori korišćeni amonijak, 1,2-diaminoetan i 1,8-diaminooktan, primarne amino grupe sa nosača su imale ulogu redukcionog sredstva. Mehanizam nastanka koloidnih čestica Ag prvo uključuje formiranje stabilnih kompleksa jona srebra i amino grupe, nakon čega dolazi do transfera elektrona sa amino grupe na jone srebra pri povišenoj temperaturi, odnosno do redukcije i stvaranja nanočestica Ag i amino radikala. Deprotonovanjem amino radikala nastaje imin koji omogućava dalju stabilizaciju nastalih nanočestica Ag. U slučaju kada je modifikacija makroporoznog kopolimera izvršena argininom ne može se sa sigurnošću reći koji je mehanizam redukcije jona srebra i način vezivanja nastalih čestica srebra. U zavisnosti od toga koji je modifikator korišćen za modifikaciju polaznog kopolimera, dobijena je različita količina srebra na nosaču i sintetisane čestice su bile različitih dimenzija.

Rezultati ispitivanja antimikrobne aktivnosti nanočestica Ag imobilisanih na makroporoznom polimernom nosaču u protočnim sistemima, prema kojima je koncentracija otpuštenih Ag⁺ jona bila ispod granice citotoksičnosti i ekotoksičnosti, ukazuju na potencijalnu primenu ovih materijala za prečišćavanje otpadnih voda.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Tokom izrade i pisanja doktorske disertacije, kandidat je izvršio detaljan pregled postojeće literature iz oblasti sinteze umreženih makroporoznih kopolimera, sinteze nanočestica srebra kao i sinteze i primene metalnih nanočestica na makroporoznim nosačima. Doktorska disertacija sadrži 241 literaturna navoda, većim delom objavljenih posle 2000. godine, usko povezanih sa tematikom značajnom za izradu doktorske disertacije. Istraživanja objavljena u navedenoj literaturi su korišćena za planiranje istraživanja u toku izrade disertacija, analizu i tumačenje dobijenih rezultata i izvođenje zaključaka. Na osnovu popisa literature koja je korišćena u izradi doktorske disertacije i objavljenih radova koje je kandidat priložio, uočava se poznavanje predmetne oblasti istraživanja, kao i poznavanje aktuelnog stanja istraživanja u ovoj oblasti u svetu.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Hemijski sastav sintetisanog umreženog makroporoznog poli(GMA-*ko*-EGDMA) kopolimera i amino-funkcionalizovanih uzoraka umreženog makroporoznog kopolimera određen je na osnovu elementarne analize. Karakterizacija svih sintetisanih uzoraka izvršena je primenom infracrvene spektroskopije sa Furijeovom transformacijom. Optička svojstva sintetisanih uzoraka ispitivana su primenom refleksione spektroskopije. Srednji prečnik pora i specifična površina umreženog makroporoznog nosača određeni su na osnovu rezultata živine porozimetrije. Težinski udeo srebra u sintetisanim uzorcima određen je metodom atomske emisije spektroskopije sa induktivno spregnutom plazmom. Kristalna struktura ispitivanih uzoraka ispitivana je primenom difrakcije X zraka. Od mikroskopskih metoda korišćene su: skenirajuća elektronska mikroskopija i transmisiona elektronska mikroskopija. Antimikrobna aktivnost nanočestica srebra, sintetisanih na modifikovanim kopolimernim nosačima, određivana je korišćenjem standardne ASTM E 2149-01 metode.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Na osnovu predstavljenih literaturnih podataka iz ove oblasti, dobijenih rezultata i objavljenih radova iz ove doktorske disertacije, može se zaključiti da je ostvaren značajan doprinos u razvoju materijala na bazi nanočestica srebra sintetisanih na umreženim makroporoznim kopolimernim nosačima. Glavni doprinos ove doktorske disertacije predstavlja razvoj sintetskih metoda koje omogućavaju sintezu i imobilizaciju/stabilizaciju nanočestica srebra na različitim amino-funkcionalizovanim umreženim makroporoznim kopolimernim nosačima "*in situ*" redukcijom jona srebra bez prisustva dodatnog redukcionog sredstva, koje do sada nisu opisane u literaturi. Osim toga, rezultati i zaključci izneti u disertaciji pokazuju da je izborom modifikatora moguće menjati veličinu sintetisanih nanočestica srebra, kao i količinu nastalog srebra na makroporoznom kopolimernom nosaču. Takođe, materijali koji su dobijeni u ovom radu, poseduju izuzetan potencijal kao antimikrobna sredstva. Očekuje se da će rezultati do kojih se došlo u okviru ove disertacije doprineti proširenju znanja i daljem razvoju ove vrste materijala sa ciljem da se ubrza put od laboratorijskih istraživanja do konkretne primene.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U svom dosadašnjem istraživačkom radu, kandidat Ivana D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije, pokazala je stručnost, samostalnost i sistematičnost u pretraživanju i korišćenju naučne literature, planiranju i realizaciji eksperimenata, korišćenju različitih tehnika karakterizacije materijala i analizi rezultata. Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Naučni doprinos rezultata istraživanja do kojih se došlo u okviru ove disertacije u pogledu sinteze i antimikrobne aktivnosti nanočestica srebra sintetisanih na različitim aminofunkcionalizovanim makroporoznim kopolimernim nosačima ogledaju se u:

- proširenju znanja o mogućnostima funkcionalizacije umreženog makroporoznog kopolimera poli(GMA-*ko*-EGDMA)
- boljem razumevanju reaktivnosti amino-funkcionalizovanih kopolimernih nosača kao medijatora za "*in situ*" sintezu nanočestica srebra
- boljem razumevanju mehanizma formiranja i imobilizacije nanočestica srebra na kopolimernim nosačima
- mogućnosti kontrolisanja morfoloških svojstava imobilisanih nanočestica srebra, kao i masenih udela neorganske faze
- proširenju znanja o antimikrobnoj efikasnosti nanočestica srebra sintetisanih na makroporoznim nosačima

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su započeta nakon detaljnog pregleda literature koja se odnosila na mogućnost korišćenja umreženih makroporoznih kopolimera kao nosača za "*in situ*" sintezu nanočestica srebra i njihovu primenu u antimikrobne svrhe. Analizom literaturnih podataka ustanovljeno je da dobijeni rezultati predstavljaju značajan doprinos i dopunu kako u razumevanju mehanizma formiranja, tako i primeni nanočestica srebra sintetisanih na kopolimernim nosačima.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Iz disertacije su do sada objavljena dva rada, jedan u vrhunskom međunarodnom i jedan u istaknutom međunarodnom časopisu, kao i jedno saopštenje na skupu međunarodnog značaja štampana u izvodu.

Kategorija M21- Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu:

1. **Vukoje, I.**, Džunuzović, E., Vodnik, V., Dimitrijević, S., Ahrenkiel, P., Nedeljković, J.: Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of poly(GMA-co-EGDMA) polymer decorated with silver nanoparticles, -*Journal of Materials Science*, vol. 49, no. 19, pp. 6838-6844, 2014 (**IF=2,371**) (ISSN 0022-2461)

Kategorija M22- Rad u istaknutom međunarodnom časopisu:

2. **Vukoje, I.**, Džunuzović, E., Lončarević, D., Dimitrijević, S., Ahrenkiel, S. Phillip, Nedeljković, J.: Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of silver nanoparticles on poly(GMA-co-EGDMA) polymer support, -*Polymer Composites*, vol. 38, no. 6, pp. 1206-1214, 2017 (**IF=2,324**) (ISSN 0272-8397)

Kategorija M34- Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u izvodu:

1. **Vukoje, I.**, Džunuzović, E., Vodnik, V., Dimitrijević, S., Ahrenkiel, P., Nedeljković, J.: Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of poly(GMA-co-EGDMA) polymer decorated with silver nanoparticles, "YUCOMAT 2014", Book of Abstracts, Herceg Novi, Montenegro, 2014., pp. 94.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega napred iznetog Komisija smatra da doktorska disertacija Ivane D. Vukoje dipl. inž. tehnologije, pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**", predstavlja originalni naučni doprinos u oblasti Hemijskih nauka, što je potvrđeno objavljivanjem radova u vrhunskom međunarodnom časopisu i istaknutom međunarodnom časopisu, kao i saopštenjem na skupu međunarodnog značaja štampanim u izvodu.

Predlog Komisije Nastavno-naučnom veću

Komisija konstatuje da disertacija ispunjava sve zakonske, formalne i suštinske uslove, kao i sve kriterijume koji se primenjuju prilikom vrednovanja doktorske disertacije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da prihvati ovaj Referat i da ga zajedno sa podnetom disertacijom Ivane D. Vukoje, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom "**Sinteza, karakterizacija i primena nanočestica srebra na makroporoznom polimernom nosaču**", izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu, te da nakon završetka ove procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije.

U Beogradu, 26. 06. 2017.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
dr Enis Džunuzović, vanredni profesor
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

.....
dr Suzana Dimitrijević, redovni profesor
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

.....
dr Dušan Antonović, redovni profesor
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

.....
dr Vesna Vodnik, naučni savetnik
Institut za nuklearne nauke "Vinča"

.....
dr Jovan Nedeljković, naučni savetnik
Institut za nuklearne nauke "Vinča"