

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

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Tamare Minović Arsić, master inženjera zaštite životne sredine.

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/251 od 06. jula 2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Tamare Minović Arsić, master inženjera zaštite životne sredine, pod naslovom: „**Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora**”.

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

- Školske 2011/2012. godine Tamara Minović Arsić je upisala doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu, na smeru Inženjerstvo zaštite životne sredine.
- 15. aprila 2016. godine Tamara Minović Arsić otvorila je mirovanje doktorskih studija za školsku 2015/2016. godinu (broj rešenja: 05-10/11-1), zbog nege deteta do godinu dana života.
- 5. aprila 2017. godine Tamara Minović Arsić predložila je temu doktorske disertacije pod naslovom „Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora”
- 20. aprila 2017. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka (br. 35/105) o imenovanju Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Tamare Minović Arsić, master inženjera zaštite životne sredine, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom „Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora” u sastavu: dr Tatjana Đurkić, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Biljana Babić, naučni savetnik Instituta za nuklearne nauke „Vinča”, dr Marija Vukčević, naučni saradnik Tehnološko-metalurškog fakulteta, dr Ana Kalijadis, viši naučni saradnik Instituta za nuklearne nauke „Vinča”, dr Jovan Jovanović, docent Tehnološko-metalurškog fakulteta.
- 01. juna 2017. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, odlukom br. 35/186, prihvaćen je Referat Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije. Za mentore ove doktorske disertacije imenovane su dr Tatjana Đurkić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet i dr Biljana Babić, naučni savetnik Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča”
- 11. jula 2017. godine na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Tamare Minović Arsić pod nazivom: „Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični

kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora” (odluka br. 61206-2723/2-17).

- 06. jula 2018. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka (br. 35/251) o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Tamare Minović Arsić pod nazivom: „Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora” u sastavu: dr Tatjana Đurkić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, dr Biljana Babić, naučni savetnik Univerziteta u Beogradu, Institut za fiziku Beograd, dr Marija Vukčević, naučni saradnik Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, dr Ana Kalijadis, viši naučni saradnik Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča”, dr Jovan Jovanović, docent Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema ove doktorske disertacije pripada naučnoj oblasti **Inženjerstvo zaštite životne sredine** za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu. Za mentore ove doktorske disertacije imenovane su dr Tatjana Đurkić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet i dr Biljana Babić, naučni savetnik Univerziteta u Beogradu, Institut za fiziku Beograd, koje ispunjavaju sve neophodne uslove da rukovode izradom ove disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Tamara Minović Arsić je rođena 16.11.1985. godine u Kraljevu, gde je završila prirodno-matematički smer Gimnazije. Godine 2004. upisala je Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu. Diplomski rad pod nazivom: „Zaštita životne sredine na primeru grada Kraljeva“ odbranila je jula 2009. godine na odseku Upravljanje kvalitetom.

U oktobru 2009. upisala je master akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Inženjerstvo zaštite životne sredine. Studije je završila jula 2011. godine, odbranivši master tezu pod nazivom: „Modelovanje emisije odabranih zagađujućih materija u vazduh primenom neuronskih mreža“ sa ocenom 10.

Školske 2011/2012. godine upisala je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Inženjerstvo zaštite životne sredine i uspešno je položila sve ispite predviđene planom i programom sa prosečnom ocenom 9,54.

Od 2011. godine zaposlena je u Laboratoriji za materijale Instituta za nuklearne nauke „Vinča“. Maja 2013. godine izabrana je u zvanje istraživač saradnik.

Tečno govori engleski jezik, služi se nemačkim jezikom.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Tamare Minović Arsić napisana je na 141 strana i sadrži ukupno 67 slika (46 slika u tekstu disertacije i 21 slika u Prilogu) i 10 tabela. Disertacija obuhvata sledeća poglavlja: Uvod (2 strane), Teorijski deo (38 strana), Eksperimentalni deo (17 strana), Rezultati i diskusija (44 strane), Zaključak (3 strane), Literatura (285 navoda, 26 strana), Prilog (11 strana). Pored toga, dati su izvodi na srpskom i engleskom jeziku, sadržaj, zahvalnica, kao i biografija kandidata, izjava o autorstvu, izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada i izjava o korišćenju. Po strukturi i sadržaju, disertacija zadovoljava propisane standarde Univerziteta u Beogradu.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U **Uvodu** je dat prikaz problematike koja je obrađena u ovoj doktorskoj disertaciji, sa osvrtom na problem zagađenja vode arsenom, na adsorpciju kao jedan od efikasnih postupaka za uklanjanje arsena iz vode, na ugljenične materijale i ceriju, kao potencijalne adsorbente. Predstavljeni su predmet i cilj istraživanja.

U **Teorijskom delu** je dat detaljan literaturni pregled oblasti istraživanja doktorske disertacije.

U prvom potpoglavlju, *Ugljenični materijali*, dat je pregled opštih pojmova o ugljeniku i ugljeničnim materijalima, opisani su načini dobijanja ugljeničnih materijala, data je njihova klasifikacija i navedene su mogućnosti primene pojedinih ugljeničnih materijala. Opisane su najvažnije osobine ugljeničnih materijala za primenu u adsorpciji. Detaljno su objašnjene faze postupka sinteze ugljeničnog kriogela i parametri koji utiču na osobine finalnog materijala.

U drugom potpoglavlju, *Cerija*, opisane su ključne osobine cerije i navedeni primeri brojnih primena ovog jedinjenja, sa posebnim osvrtom na primenu u adsorpciji i afinitet prema arsenu.

U trećem potpoglavlju, *Arsen*, dat je pregled naučnih saznanja o načinu dospevanja arsena u vode, toksičnosti arsena, kao i postupcima za uklanjanje arsena iz vode. U okviru ovog potpoglavlja opisani su parametri koji su od značaja za kontrolu procesa adsorpcije i prikazani su različiti tipovi adsorpcionih izoterma. Dat je pregled adsorbenata korišćenih za uklanjanje arsena, sa posebnim osvrtom na adsorbente iz grupe ugljeničnih materijala.

U **Eksperimentalnom delu** najpre je opisan postupak sinteze ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija. Zatim su opisane metode karakterizacije sintetisanih materijala: određivanje specifične površine i raspodele pora metodom adsorpcije azota na temperaturi tečnog azota; ispitivanje faznog sastava i strukture materijala primenom Ramanske spektroskopije; morfologija materijala je posmatrana pomoću visokorezolucionog skenirajućeg elektronskog mikroskopa; površinske grupe su ispitane infracrvenom spektrofotometrijom sa Furijeovom transformacijom, temperaturno-programiranom desorpcijom sa masenom spektrometrijom i fotoelektronskom spektroskopijom rendgenskih zraka; opisano je određivanje tačke nultog naelektrisanja ravnotežnom statičkom metodom i izoelektrične tačke merenjem ζ - potencijala. Nakon toga je opisana priprema rastvora i merenje koncentracije arsena metodom atomske emisije spektroskopije sa generisanjem gasovitih hidrida. Na kraju je detaljno objašnjen proces adsorpcije As(III) jona iz vodenih rastvora na ugljeničnom kriogelu i kompozitu ugljenični kriogel/cerija. Opisano je ispitivanje kinetike adsorpcije i primenjenih teorijskih kinetičkih modela za određivanje reda reakcije. Opisan je postupak ispitivanja uticaja pH rastvora i mase adsorbenta na adsorpciju. Prikazani su i korišćeni teorijski modeli adsorpcionih izoterma.

U poglavlju **Rezultati i diskusija** prikazani su i opsežno analizirani dobijeni rezultati. Prikaz počinje sintezom ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija. Svi koraci sinteze su opisani i grafički prikazani. Nakon toga sledi potpoglavlje *Karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija*. Rezultati karakterizacije sintetisanih materijala primenjenim metodama su dati uporedo, kako bi se jasnije uočile razlike do kojih dolazi usled modifikacije ugljeničnog kriogela cerijom i lakše doneli zaključci. Zatim su prikazana potpoglavlja *Adsorpcija arsena na ugljeničnom kriogelu* i *Adsorpcija arsena na kompozitu ugljenični kriogel/cerija*, u kojima su prikazani rezultati ispitivanja uticaja vremena kontakta, pH vrednosti rastvora i koncentracije rastvora na adsorpciju. Primenjeni su teorijski kinetički modeli za određivanje reda reakcije, kao i teorijski modeli adsorpcionih izoterma.

U poglavlju **Zaključak** sumirani su i pregledno navedeni postignuti rezultati. **Literatura** obuhvata sve reference citirane u doktorskoj disertaciji. U **Prilogu** se nalaze dijagrami, koji nisu dati u tekstu.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Prisustvo arsena u vodi za piće je globalni problem koji još uvek nije u potpunosti rešen. Jedna od najboljih tehnologija za uklanjanje arsena iz vode za piće je adsorpcija. Prilikom odabira polaznog materijala za adsorpciju arsena krenulo se od poznatih karakteristika koje idealni adsorbent treba da poseduje, a to su velika specifična površina, uniformno dostupne pore, brza kinetika adsorpcije, kao i dobra fizička i hemijska stabilnost. Ova svojstva poseduje ugljeni kriogel. U cilju poboljšavanja fizičko-hemijskih karakteristika izvršena je modifikacija površine adsorbenta. Jedan od načina modifikacije površine adsorbenta je sintetisanje kompozitnog materijala. Na osnovu novijih literaturnih podataka o velikom afinitetu cerije prema arsenu, odabrano je da to bude kompozit ugljeni kriogel/cerija, sa pretpostavkom da će cerija poboljšati adsorpcioni kapacitet ugljeničnog kriogela prema arsenu.

Istraživanja prikazana u ovoj tezi su originalna i u skladu sa savremenim svetskim trendovima sinteze ugljeničnih materijala i primene u uklanjanju arsena iz vode. U okviru disertacije sintetisani su materijali ugljeni kriogel i kompozit ugljeni kriogel/cerija koji se uspešno mogu koristiti za uklanjanje arsena iz vodenih rastvora.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji citirano je 285 literaturnih navoda, od kojih najveći deo čine noviji radovi u relevantnim međunarodnim časopisima. Navedeni radovi su korišćeni kako prilikom planiranja eksperimentalnog rada, tako i pri tumačenju i analizi rezultata istraživanja, diskusiji i izvođenju zaključaka. Tokom izrade teze, detaljno je pregledana literatura koja se odnosi na ugljenične materijale, njihovu sintezu i osobine koje su od značaja za proces adsorpcije. Pregledana je i literatura koja se odnosi na problematiku zagađenja vode arsenom, kao i na adsorpciju kao jednu od boljih tehnologija za uklanjanje arsena iz vode i na materijale koji se koriste kao adsorbenti. Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije, prikaza korišćene literature, kao i objavljenih radova kandidata, uočava se dobro poznavanje savremenih svetskih trendova u oblasti istraživanja.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Ugljeni kriogel sintetisan je sol-gel polikondenzacijom rezorcinola i formaldehida u prisustvu natrijum karbonata kao katalizatora. Nanostrukturalna cerija sintetisana je metodom samopropagirajuće sinteze na sobnoj temperaturi. Kompozitni materijal ugljeni kriogel/cerija sintetisan je mehaničkim mešanjem.

Sintetisani materijali detaljno su okarakterisani primenom brojnih instrumentalnih tehnika. Metodom adsorpcije azota na temperaturi tečnog azota određene su adsorpciono-desorpcione izoterme. Analizom rezultata adsorpcione izoterme, određena je vrednost specifične površine, S_{BET} , primenom BET jednačine. Za izračunavanje raspodele pora korišćena je BJH metoda, koja daje vezu između desorpcione izoterme azota na temperaturi tečnog azota i raspodele zapremine pora i specifične površine u odnosu na prečnik pora. Za ispitivanje faznog sastava i strukture materijala primenjene su metode rendgenske difraktometrije i Ramanske spektroskopije. Morfologija materijala okarakterisana je pomoću visokorezolucionog skenirajućeg elektronskog mikroskopa. Površinske grupe na materijalima ispitane su metodama infracrvene spektrofotometrije sa Furijeovom transformacijom i temperaturno programirane desorpcije sa masenom spektrometrijom. Tačka nultog naelektrisanja određena je ravnotežnom statičkom metodom, a izoelektrična tačka merenjem ζ -potencijala.

U drugom delu istraživanja ispitane su adsorpcione karakteristike čistog ugljeničnog kriogela, a zatim kompozita ugljeni kriogel/cerija, za izdvajanje As(III) iz vodenih rastvora,

eksperimentima u statičkim uslovima. Ispitan je uticaj vremena kontakta, pH vrednosti rastvora i početnih koncentracija arsena, kao i doze adsorbenta. Eksperimentalno dobijene vrednosti su upoređene sa nekoliko linearnih i nelinearnih kinetičkih teorijskih modela. Koncentracija arsena u rastvoru merena je metodom atomske emisije spektroskopije sa generisanjem gasovitih hidrida..

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Pregledom literature iz oblasti istraživanja, kao i rezultata koji su nastali iz doktorske disertacije, može se zaključiti da je ostvaren značajan doprinos sintezom novog materijala odgovarajućih fizičkih i hemijskih osobina i dobrog adsorpcionog kapaciteta za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora. Rezultati istraživanja ove doktorske disertacije potvrđeni su objavljivanjem radova u vrhunskim i istaknutim međunarodnim časopisima, kao i prezentovanjem dobijenih rezultata na međunarodnim konferencijama.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Tamara Minović Arsić je tokom izrade doktorske disertacije pokazala stručnost i samostalnost u pregledu naučne literature, pripremi i realizaciji eksperimenata, izvođenju instrumentalnih metoda analize, kao i obradi i kritičkoj analizi dobijenih rezultata. Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata, Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete neophodne za samostalni naučno-istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U okviru ove doktorske disertacije ostvareni su sledeći naučni doprinosi:

- Površinska, morfološka i strukturna karakterizacija proizvedenog ugljeničnog kriogela.
- Određena je efikasnost adsorpcije, kao i optimalni uslovi za adsorpciju arsena na ugljeničnom kriogelu.
- Nova saznanja vezana za mehanizam adsorpcije arsena na ugljeničnom kriogelu.
- Sinteza novog materijala - kompozit ugljenični kriogel/cerija i karakterizacija površinskih, morfoloških i strukturnih svojstava ovog materijala.
- Utvrđen je uticaj dodatka cerije na površinska svojstva ugljeničnog kriogela.
- Određena je efikasnost adsorpcije, kao i optimalni uslovi za adsorpciju arsena na kompozitu ugljenični kriogel/cerija.
- Predložen je mehanizam adsorpcije arsena na kompozitu ugljenični kriogel/cerija.
- Doprinos saznanjima o uticaju svojstava materijala i eksperimentalnih uslova na efikasnost uklanjanja arsena iz vodenih rastvora.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru disertacije koncipirana su na osnovu definisanih ciljeva i detaljne analize literature iz oblasti sinteze i karakterizacije ugljeničnih materijala i adsorpcije arsena iz vodenih rastvora.

U okviru ove doktorske disertacije su od lako dostupnih i relativno jeftinih sirovina sintetisani materijali ugljenični kriogel i kompozit ugljenični kriogel/cerija koji se uspešno mogu koristiti za uklanjanje arsena iz vodenih rastvora, čak i pri visokim koncentracijama arsena u rastvoru. Ovi adsorbenti imaju brzu stopu adsorpcije i zadovoljavajući kapacitet za arsen. Bitno je da prilikom korišćenja ovih adsorbenata nije potreban predtretman u smislu prevođenja As(III) u As(V), kako se u konvencionalnim postupcima uklanjanja radi, što znači značajnu uštedu. Takođe,

postiže se ušteda kada se koristi kompozit ugljenični kriogel/cerija u odnosu na korišćenje čiste cerije za adsorpciju arsena iz rastvora.

Uvidom u dostupnu literaturu iz ove oblasti istraživanja, i rezultata istraživanja dobijenih u okviru ove disertacije, može se primetiti da dobijeni rezultati predstavljaju značajan doprinos u ovoj oblasti.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Tamara Minović Arsić je rezultate istraživanja ove doktorske disertacije potvrdila objavljivanjem radova u vrhunskom međunarodnom časopisu, istaknutom međunarodnom časopisu, kao i prezentovanjem radova na međunarodnim naučnim skupovima. Iz disertacije je proistekao jedan rad objavljen u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21), jedan rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22) i tri saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u izvodu (M34).

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu – M21:

1. **Minović T.**, Gulicovski J., Stoiljković M., Jokić B., Živković Lj., Matović B., Babić B.: *Surface characterization of mesoporous carbon cryogel and its application in arsenic(III) adsorption from aqueous solutions*, Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 20, 2015, p. 271-276, ISSN: 1387-1811; IF (2015) = 3.45.

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu – M22:

1. **Minovic-Arsic T.**, Kalijadis A., Matovic B., Stoiljkovic M., Pantic J., Jovanovic J., Petrovic R., Jokic B., Babic B.: *Arsenic(III) adsorption from aqueous solutions on novel carbon cryogel/ceria nanocomposite*, Processing and Application of Ceramics, Vol. 10, No. 1, 2016, p.17-23, ISSN:1820-6131; IF(2015) = 0.944.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu – M34:

1. **Minovic T.**, Babic B., Stoiljkovic M., Maksimovic V., Gulicovski J., Pantic J., Matovic B.: *Adsorption of arsenic (III) on aqueous solutions using carbon cryogel*, The joint event of the 11th Young Researchers' Conference: Materials Science and Engineering and the 1st European Early Stage Researchers' Conference on Hydrogen Storage, December 3rd-5th, 2012, Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, p. 96, ISBN 978-86-7306-122-1.
2. **Minovic Arsić T.**, Pantić J., Kalijadis A., Jokić B., Živković Lj., Stoiljković M., Matović B., Babić B.: *Synthesis and characterization of carbon cryogel/CeO₂ composite and its application in arsenic(III) adsorption from aqueous solutions*, 3rd Conference of Serbian Society for Ceramic Materials 15-17.06.2015. Belgrade, Serbia, (Edited by Branko Matović, Zorica Branković, Dušan Bučevac and Vladimir Srdić), Book of Abstracts, p. 91, ISBN 978-86-80109-19-0.
3. **Minović Arsić T.**, Pantić J., Kalijadis A., B. Jokić, Todorović B., Živković L., Stoiljković M., Matović B., Babić B.: *Synthesis and characterization of ceria/carbon cryogel composite*, 11th Conference for Young Scientists in Ceramics, SM-2015, Novi Sad, Serbia, October 21-24, 2015, (Edited by Prof. Dr. Vladimir V. Srdić, Prof. Dr. José M. Oton), Book of Abstracts, p. 103, ISBN 978-86-6253-049-3.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega iznetog, Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata Tamare Minović Arsić, pod naslovom: „**Sinteza i karakterizacija ugljeničnog kriogela i kompozita ugljenični kriogel/cerija za primenu u adsorpciji arsena iz vodenih rastvora**”, predstavlja značajan i originalan naučni doprinos u oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine, što je potvrđeno objavljivanjem radova u vrhunskim međunarodnim časopisima, istaknutom međunarodnom časopisu i prezentovanjem rezultata na međunarodnim konferencijama. Kandidat je ispoljio izuzetnu naučno-istraživačku sposobnost, kreativnost i posvećenost pri rešavanju problema u svim fazama izrade ove disertacije, pri čemu su realizovani svi postavljeni ciljevi i aktivnosti definisani u predlogu disertacije. Komisija takođe smatra da doktorska disertacija u potpunosti ispunjava sve zahtevane kriterijume.

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da podnetu doktorsku disertaciju Tamare Minović Arsić prihvati, izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije, pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 06.11.2018. godine

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Tatjana Đurkić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Biljana Babić, naučni savetnik
Univerzitet u Beogradu, Institut za fiziku Beograd

.....
Dr Marija Vukčević, naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Ana Kalijadis, viši naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke “Vinča”

.....
Dr Jovan Jovanović, docent
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet