

**UNIVERZITET U BEOGRADU**  
**TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET**

**NASTAVNO – NAUČNOM VEĆU**

**Predmet:** Podobnost teme i kandidata Mine Medić za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35 / 385 od 18.12.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Mine Medić za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**MULTIFUNKCIONALNE NANOČESTICE MAGNEZIJUM-ORTOTITANATA DOPIRANOG JONIMA RETKIH ZEMALJA I PRELAZNIH METALA**”

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

**REFERAT**

**1. PODACI O KANDIDATU**

1.1. Biografski podaci

Dipl. ing. Mina Medić je rođena 18. 02. 1983. godine u Beogradu, Srbija. Osnovnu školu i beogradsku gimnaziju Sveti Sava završila je u Beogradu. Školske 2002/03. godine upisala je Tehnološko metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, gde je u oktobru 2009. godine diplomirala na odseku za Organsku hemijsku tehnologiju i polimerno inženjerstvo sa temom „*Analiza sigurnosti tehnološkog procesa postrojenja za proizvodnju polietilena niske gustine*“.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

U oktobru 2012. godine upisala je doktorske studije na Tehnološko - metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na katedri za Neorgansku hemijsku tehnologiju pod rukovodstvom profesora dr Đorđa Janačkovića. Zaposlena je od 2012. godine u Institutu za nuklearne nauke Vinča, u grupi dr Miroslava Dramićanina. U martu 2013. godine izabrana u zvanje istraživač saradnik. U okviru doktorskih studija položila je sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i završni ispit, postigavši sledeće ocene:

| <b>Predmet</b>                            | <b>Ocena</b> | <b>ESPB</b> |
|-------------------------------------------|--------------|-------------|
| 1. Hemijska kinetika                      | 9            | 5           |
| 2. Odabrana poglavlja matematičke analize | 10           | 5           |
| 3. Termodinamika čvrstog stanja           | 10           | 5           |
| 4. Fizička hemija polimera                | 10           | 4           |

|                                                                |    |    |
|----------------------------------------------------------------|----|----|
| 5. Teorijski osnovi keramike i stakla                          | 9  | 5  |
| 6. Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala              | 10 | 6  |
| 7. Fizičko-mehanička ispitivanja materijala (viši kurs)        | 10 | 4  |
| 8. Metode karakterizacije keramičkih i staklastih materijala   | 10 | 4  |
| 9. Niskotemperaturni keramički procesi                         | 10 | 4  |
| 10. Procesiranje i rast monokristala materijala za elektroniku | 10 | 4  |
| 11. Struktura i svojstva kompozitnih materijala                | 10 | 5  |
| 12. Završni ispit                                              | 10 | 30 |

Angažovana je na projektu “Razvoj i unapređenje postupaka radijacione sterilizacije prehrambenih proizvoda i medicinskih sredstava radi povećanja izvozne konkurentnosti preduzeća korisnika usluga iz AP Vojvodina“, čiji je rukovodilac dr Miroslav Damićanin.

U zvanje istraživač saradnik izabrana je 21. 03. 2013. godine na naučnom veću INN Vinča, rešenje broj 869/14.

Objavljeni naučni radovi i saopštenja kandidata:

#### **Radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21, M22)**

1. Medić M., Brik M., Dražić G., Antić Ž., Lojpur V., Damićanin M.: *Deep-Red Emitting Mn<sup>4+</sup> Doped Mg<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub> Nanoparticles*, - Journal of Physical Chemistry C, Vol 119, No 1, 2015., pp. 724-730. IF= 4,835 ISSN: 19327447
2. Lojpur V., Nikolić M., Jovanović D., Medić M., Antić Ž., Damićanin M.: *Luminescence Thermometry with Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> : Mn<sup>2+</sup> Powder*, - Applied Physics Letters, Vol 103, 2013, pp.141912. IF= 3,515 ISSN: 00036951

#### **Radovi objavljeni u međunarodnim časopisima (M23)**

1. Lojpur V., Antić Ž., Krsmanović R., Medić M., Nikolić M., Damićanin. M.: *Thermographic Properties of Eu<sup>3+</sup> and Sm<sup>3+</sup> Doped Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanophosphor*, - Journal of the Serbian Chemical Society, Vol 77, No 12, 2012, pp. 1735–1746. IF= 0,889 ISSN: 03525139

#### **Saopštenje sa međunarodnog skupa stampano u celini (M33)**

1. Čulubrk S., Lojpur V., Medić M., Damićanin M.: *Eu<sup>3+</sup> Doped Gd<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> Nanoparticles as a Luminescence Thermometry Probes*, - International Conference on

Testing and Measurement; Techniques and Applications, TMTA 2015, Thailand 2015., pp. 7.

2. Lojpur M., Milićević B., Medić M., Čulubrk S., Dramićanin M.: *Temperature Sensing from Luminescence of  $\text{Eu}^{3+}$ -Doped  $\text{YAlO}_3$  Ceramics*, - International Conference on Testing and Measurement; Techniques and Applications, TMTA 2015, Thailand 2015., pp. 7.

#### **Saopštenje sa međunarodnog skupa stampano u izvodu (M34)**

1. Lojpur V., Nikolic M., Medić M., Mancic L., Milosevic O., Dramicanin M.: *Low Temperature Sensitivity of Upconversion Emission in  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb,Tm}$  and  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb,Ho}$  Powders*, - 2nd International Conference on Optical, Electronic and Electrical Materials, OEEM 201, China 2012., pp.90.
2. Čulubrk S., Lojpur V., Matović B., Medić M., Nikolić M., Dramićanin M.: *Effects of Annealing in Structure and Luminescent Properties of  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$  Nanoparticles Prepared by Self-Propagating Room Temperature Reaction*, - TIM Physics Conference, Timisoara 2012., pp.123.
3. Medić M., Nikolić M., Lojpur V., Mančić L., Milošević O., Dramićanin M.: *Thermographic Properties of Up-Conversion Emission of  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb, Er}$  Nanophosphors Obtained Through Hydrothermal Synthesis*, - Material Research Society Conference, San Francisco, USA 2013., pp. 368.
4. Medić M., Nikolić M., Jovanović D., Antić Ž., Lojpur V., Dramićanin M.: *Luminescence Temperature Sensing Using  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$  Phosphor Particles*, - Yucomat, Herceg Novi, Montenegro 2013., pp.110.
5. Medić M., Antić Ž., Lojpur V., Čulubrk S., Dramicanin M.: *Synthesis, Structure and Luminescent Properties of Undoped and  $\text{Eu}^{3+}$  - doped  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  nanoparticles*, - Nanosmat, Houston, USA 2014., pp.70.
6. Jovanović D., Čulubrk S., Gavrilović T., Medić M., Lojpur V., Dramićanin M.: *Synthesis and Luminescence Properties of Colloidal  $\text{GdVO}_4:\text{Re}^{3+}$  ( $\text{Re}^{3+}=\text{Eu}^{3+}, \text{Dy}^{3+}, \text{Nd}^{3+}$ )*, Paccon 2015, Thailand 2015., pp. 210.
7. Lojpur V., Čulubrk S., Medić M., Antić Ž., Dramićanin M.: *Effect of  $\text{Eu}^{3+}$  - Dopant Concentration on Structural and Luminescence Properties of  $\text{SrY}_2\text{O}_4$  Nanocrystalline Phosphor*, - Paccon 2015, Thailand 2015., pp. 210.

8. Ćulubrk S., Lojpur V., Medić M., Dramićanin M.: *Synthesis and Luminescent Properties of  $Dy^{3+}$  and  $Tm^{3+}$  Doped  $Gd_2Ti_2O_7$* , - Paccon 2015, Thailand 2015, pp. 211.
9. Medić M., Brik M., Antić Ž., Lojpur V., Dramićanin M.: *Crystal Field Analysis of  $Mn^{4+}$  Emission in  $Mg_2TiO_4$  Nanoparticles*, - Paccon 2015, Thailand 2015., pp. 220

#### **Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)**

1. Medić M., Antić Ž., Lojpur V., Dramićanin M.: *Luminiscenca  $Mn^{2+}$  i  $Eu^{3+}$  jona u  $Mg_2TiO_4$  nanočesticama*, - Sedma radionica fotonike, Kopaonik 2014., pp. 12.

#### **1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi**

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom doktorskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada Mina Medić, dipl. inž. tehnologije, pokazala je sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Takođe, iz oblasti doktorske disertacije je objavila 3 štampana naučna rada u vrhunskim međunarodnim časopisima i 8 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima, što ukazuje na veoma kvalitetan rad, pa tako ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

## **2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA**

Predmet doktorske disertacije su multifunkcionalne nanočestice magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i prelaznih metala.

Nanomaterijali mogu da pokazuju nova ili poboljšana strukturna, električna, magnetna i optička svojstva u poređenju sa prahovima čije su čestice mikronske veličine. Ovakva svojstva nanomaterijala su od posebnog interesa u oblasti funkcionalnih materijala, materijala u kojima se dizajnom ostvaruje svojstvo neophodno za specifičnu, traženu primenu. Zbog toga se poslednjih godina u svetu intenzivno istražuju nove metode pripreme nanočestica i nanostruktura, kao i zavisnosti svojstava nanomaterijala od veličine i morfologije čestica. Takođe, proučavaju i načini primene ovih materijala sa ciljem da ovi materijali budu funkcionalni i tehnološko korisni [1].

Luminescentni materijali konvertuju neku vrstu energije u elektromagnetno zračenje, najčešće u vidljivoj oblasti, mada često i u ultraljubičastom ili infracrvenom spektralnom regionu. Mehanizam fotoluminescencije najlakše se objašnjava pomoću dijagrama Jablonskog, koji je predložio poljski fizičar Aleksandar Jablonski [1]. Fosfori predstavljaju klasu luminescentnih materijala koja ispoljava fenomen fosforescencije (emisije elektromagnetnog zračenja tokom elektronskog prelaza sa tripletnog na singletno stanje), a koja se karakteriše dugim vremenima života pobudjenih elektronskih stanja i uskim emisionim spektralnim linijama. Ovakva svojstva fosfora opredelila su im veoma značajnu primenu u svakodnevnom životu, u

industriji i medicini [1,2]. Uređaji koji koriste fosfore odavno su postali deo svakodnevnog života – televizori, monitori računara, medicinski uređaji za rendgensko snimanje, laseri, katodne cevi, plazma displeji, fluorescentne lampe, scintilatori.

Kontrolisanom sintezom luminescentnih nanočestica fosfora može se uticati na njihovu strukturu, kristaliničnost i optička svojstva, a samim tim i na funkcionalna svojstva fosfora. Na sličan način, može se kontrolisati prisustvo liganada na površini materijala, kao i prisustvo nečistoća i defekata u njihovoj strukturi te tako poboljšavati performanse fosfora, pre svega njihovu efikasnost.

Magnezijum-ortotitanat ( $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$ ) se koristi kao toplotni otpornik, dielektrik za mikrotalasnu tehnologiju, kondenzator za kompenzaciju temperature i kao vatrostalni materijal. U poslednjih nekoliko godina, magnezijum i materijali na bazi magnezijuma su privukli veliku pažnju kao strukturni materijal koji ima superiorna svojstva koja uključuju visoku otpornost, malu gustinu, dobru elektromagnetnu zaštitu, sposobnost reciklaže i mogućnost za laku mehaničku obradu [3]. Zahvaljujući veoma dobrim svojstvima kada se dopira jonima retkih zemalja ili jonima prelaznih metala, ovaj materijal predstavlja odličan izbor za brojne primene. Zbog toga je metoda sinteze za dobijanje nanočestica ovih materijala sa tačno određenom strukturom i morfologijom od presudnog značaja za unapređenje funkcionalnih karakteristika materijala.

Magnezijum-ortotitanat kada je dopiran jonima retkih zemalja, jonima europijuma i samarijuma, efikasno emituje crvenu svetlost pod pobudom visokoenergetskog zračenja ( $\gamma$ , X ili ultraljubičasti zraci). Kod elemenata retkih zemalja, 4f elektroni su zaštićeni  $5s^2$  i  $5p^6$  orbitalama od uticaja lokalnog kristalnog polja. Zato na optičke prelaze u konfiguraciji 4f slabo utiče okruženje ili kristalno električno polje [4]. Magnezijum-ortotitanat kada je dopiran jonima prelaznih metala, kao npr. manganom, takođe efikasno emituje crvenu svetlost pod pobudom visokoenergetskog zračenja. Crvena emisija jona  $\text{Mn}^{4+}$  inkorporiranog u različite materijale može imati važne primene kao što su osvetljivanje, holografsko snimanje, termoluminescentna dozimetrija, itd.  $\text{Mn}^{4+}$  je dobar kandidat da u budućnosti zameni već dobro poznati jon retke zemlje  $\text{Eu}^{3+}$  koji predstavlja aktivator u crvenim fosforima. Od posebnog je značaja njegova moguća primena za korekciju boje belih svetlosnih dioda. Pored toga, mogao bi imati primenu u biomedicini kao biomarker, jer je magnezijum-ortotitanat dopiran jonima mangana takođe i biokompatibilan [5,6].

Takođe, od interesa su i potencijalna fotokatalitička svojstva magnezijum-ortotitanata gde se materijal aktivira apsorbujući svetlost (svetlost služi kao izvor energije) i katalizuje reakciju [7,8]. Energija zabranjene zone navedenog materijala je relativno velika ( $E_g \sim 3,5$  eV), ali bi njegova aktivacija vidljivom svetlošću mogla biti ostvarena površinskom modifikacijom. U slučaju modifikacije sa kateholom ili 5-amiosalicilnom kiselinom očekuje se dobijanje elektron-donor-akceptor kompleksa.

Ova doktorska disertacija ima za cilj da istraži načine dobijanje nanočestica magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i prelaznih metala sa poboljšanim luminescentnim svojstvima u odnosu na slične sisteme prikazane u literaturi. Primenljivost materijala biće sagledana iz aspekata ekonomičnosti sinteze, kao i luminescentnih i

morfoloških svojstava. Odrediće se optimalni uslovi sinteze za dobijanje materijala za nove primene, poput fotokatalize. Važan aspekt ove disertacije biće i uspostavljanje korelacije između strukturnih, morfoloških i luminescentnih svojstava prahova magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i prelaznih metala. Rezultati ovih korelacija omogućiće dobijanje materijala sa ciljanim svojstvima, kao i mogućnost dizajniranja složenijih svetlosnih izvora, poput izvora bele svetlosti, biomarkera, itd. Osim toga, cilj je da definisani uslovi sinteze i rezultati ispitivanja dobijenih materijala budu osnova za razvoj sličnih sistema izvora svetlosti, kao što su npr. cink-ortotitanat i perovskit magnezijum-titanat ( $\text{MgTiO}_3$ ) dopiran jonima retkih zemalja i prelaznih metala.

#### Literatura:

- [1] Haranath D., Shanker V., Vij D.R.: *The Handbook of Electroluminescent Materials*, edited by Prof. D. R. Vij, published by the Institute of Physics Publishing, U. K. (Feb, 2004), pp 1-23.
- [2] Doktorska disertacija, *Temperaturska zavisnost luminescencije neorganskih fosfora na bazi retkih zemalja*, Marko G. Nikolić, 2013.
- [3] Silva M., Souza S., Santos I., Cassia-Santos M., Soledade L., Souza A., Lima S., Longo E.: *Stability Studies on Undoped and Doped  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  Obtained by the Polymeric Precursor Method*, - Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 79, 2005., pp. 421–424.
- [4] Cao G. *NANOSTRUCTURES & NANOMATERIALS, Synthesis, Properties and Applications*, Imperial College Press, London U.K., 2004
- [5] 1. Medic M., Brik M., Dražić G., Antić Ž., Lojpur V., Dramićanin M.: *Deep-Red Emitting  $\text{Mn}^{4+}$  Doped  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  Nanoparticles*, - Journal of Physical Chemistry C, Vol 119, No 1, 2015., pp. 724-730.
- [6] Brik M., Srivastava A.: *On the Optical Properties of the  $\text{Mn}^{4+}$  Ion in Solids*, - Journal of Luminescenc, Vol 133, 2013., pp. 69–72.
- [7] Hoffmann M.R., Martin S.T., Choi W., Bahnemann D.W.: *Environmental applications of semiconductor photocatalysis*, - Chemical reviews, Vol 95, 1995., pp. 69-96.
- [8] Stafford U., Gray K.A. and Kamat P.V.: *Photocatalytic degradation of organic contaminants: Halophenols and related model compounds*, - Hetero. Chem. Rev., Vol.3, 1996. pp.77-104.

### 3. POLAZNE HIPOTEZE

- Nanočestice  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  dopranog jonima retkih zemalja i jonima prelaznih metala mogu se dobiti primenom novih metoda sinteze.

- Nanočestice  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  dopiranog jonima retkih zemalja i jonima prelaznih metala imaće višefunkcionalna svojstva (luminescentna i fotokatalitička), s obzirom da njihova svojstva podjednako opredeljuju matrica ( $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$ ) i dopanti.
- Sistematsko istraživanje korelacije između morfologije i strukture sa luminescentnim karakteristikama omogućiće dobijanje efikasnih izvora svetlosti, kao i mogućnost dobijanja materijala ciljane morfologije za željenu primenu.
- Ugradnjom jona retkih zemalja i jona prelaznih metala u nanostrukturni materijal može se ostvariti intenzivnija emisija, veća kvantana efikasnost i poboljšanje vremena života.
- Boja emitovane svetlosti može se menjati izborom dopanata na bazi jona retkih zemalja i jona prelaznih metala.
- Intenzitet emitovane svetlosti i vreme života emisije zavise od koncentracije dopanata.

#### **4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA**

Dobijanje ultrafinih nanočestica je od posebnog značaja za materijale sa primenom u optoelektronskim uređajima i fotokatalizi. Prahovi će biti sintetisani odgovarajućom hemijskom metodom sinteze, gde će se optimizovanjem parametara dobiti potrebna struktura i svojstva sistema. Metode karakterizacije koje će se koristiti u okviru ove doktorske disertacije su sledeće: određivanje faznog sastava difrakcijom X-zraka (XRD); morfološke i hemijske karakteristike prahova će se odrediti korišćenjem skenirajuće i transmisije elektronske mikroskopije (SEM/EDS, TEM/EDS); optička svojstva analiziraće se vidljivom i infracrvenom spektroskopijom. Funkcionalna karakterizacija će biti određena fotoluminescentnim ispitivanjima koja će obuhvatiti emisione spektre i određivanje vremena života emisije. Za određivanje specifične površine koristiće se BET metoda.

#### **5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS**

Na osnovu predloženog plana istraživanja može se očekivati sledeći naučni doprinos:

- Očekuje se doprinos u razvoju sintetskih postupaka za dobijanje izvora svetlosti na bazi magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i jonima prelaznih metala sa poboljšanim luminescentnim svojstvima;
- Odrediće se optimalni uslovi procesa dobijanja materijala na bazi magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i jonima prelaznih metala za nove primene, poput fotokatalize;
- Dobijanje materijala sa željenim svojstvima, kao i mogućnost dizajniranja složenijih svetlosnih izvora, poput izvora bele svetlosti;
- Nove sintetske procedure za razvoj izvora svetlosti na bazi titanata

## 6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Predmet rada doktorske disertacije jesu multifunkcionalne nanočestice magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i prelaznih metala. Primeniće se hemijska metoda sinteze gde će se optimizovati parametri za dobijanje potrebnih struktura i svojstava sistema. Ispitivaće se struktura sintetisanih prahova, uticaj procesnih parametara sinteze na morfologiju prahova, uticaj različitih dopanata na optička i luminescentna svojstva.

U doktorskoj disertaciji će biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak i Literatura* (posle svakog poglavlja).

U *Uvodu* će biti definisan predmet rada, istaknut značaj istraživanja, motivacija, doprinos i aktuelnost.

Poglavlje *Teorijski deo* obuhvatiće:

- $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$ : struktura, elektronska konfiguracija, energetski procep
- Metode sinteze  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$  (*Pechini* metoda)
- Površinska modifikacija nanočestica
- Fotoluminescenca neorganskih materijala dopiranih jonima prelaznih metala i jonima retkih zemalja
- Fotokataliza

Poglavlje *Eksperimentalni deo* obuhvatiće sledeće :

- Materijali i hemikalije korišćene u radu
- Opis procedura za sintezu prahova  $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$
- Opis eksperimentalnih procedura korišćenih za karakterizaciju materijala
  - Rendgenska difrakcija
  - Skenirajuća i transmisiona elektronska mikroskopija
  - Infracrvena spektroskopija
  - Fotoluminescentna spektroskopija
  - *Exchange-charge* model
  - Praćenje efikasnosti degradacije organskih boja pomoću magnezijum-ortotitanata
  - Optička svojstva analiziraće se vidljivom i infracrvenom spektroskopijom
  - Određivanje specifične površine nanočestica
  - Merenje fotokatalitičkih svojstava

U okviru *Rezultata i diskusije* biće razmatrana:

- Struktura i morfologija sintetisanih prahova
  - Rezultati rendgenske difrakcije
  - Rezultati skenirajuće i transmise elektronske mikropskopije
- Rezultati infracrvene spektroskopije

- Optička svojstva
- Luminescentna svojstva (emisioni spektri, opis uočenih elektronskih prelaza)
- Korelacija između strukturnih, morfoloških i optičkih karakteristika
- Rezultati difuzno-refleksione spektroskopije
- Rezultati merenja fotokatalitičkih svojstava

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati izvedeni na osnovu prikazanih istraživanja i predstavljene moguće primene sintetisanih materijala.

*Literatura* će sadržati navode citirane u disertaciji, kao i radove koji su proistekli u toku istraživanja u okviru ove doktorke disertacije.

## 7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu izloženog Komisija smatra da je tema „Multifunkcionalne nanočestice magnezijum-ortotitanata dopiranog jonima retkih zemalja i prelaznih metala“ koju je predložila Mina Medić, dipl. inž. naučno zasnovana i da predstavlja značajan naučni doprinos naučnoj oblasti Tehnološkog inženjerstva za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu Mini Medić odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim naslovom.

Za komentore pri izradi doktorske disertacije predlažu se dr Đorđe Janačković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu i dr Miroslav Dramićanin, redovni profesor Fizičkog fakulteta i naučni savetnik Instituta za nuklearne nauke Vinča, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu 18. 02. 2015

### ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Đorđe Janačković, red. prof

Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Miroslav D. Dramićanin, red. prof

Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet

Naučni savetnik, Institut za nuklearne nauke Vinča

Dr Rada Petrović, red. prof

Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Vesna Lojpur, Naučni saradnik

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča

Dr Vesna Đorđević, naučni saradnik

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča