

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Marije Lučić Škorić dipl. inž. za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/17 od 22.01.2015. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Marije Lučić Škorić, dipl. inž., za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „UKLANJANJE BOJA ZA TEKSTIL IZ VODE FOTOKATALITIČKOM DEGRADACIJOM U PRISUSTVU NANOČESTICA TITAN-DIOKSIDA IMOBILISANIH NA HIDROGELOVE HITOZANA I ALGINATA“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Marija Lučić Škorić rođena je 25.08.1986. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu i srednju školu. Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Organska hemijska tehnologija i polimerno inženjerstvo, upisala je školske 2005/06. godine, a završila u septembru 2009. godine sa prosečnom ocenom 8,89. Završni rad „Ispitivanje mešljivosti polistirena sa cikloolefinskim kopolimerom“ odbranila je sa ocenom 10,0 pod rukovodstvom prof. dr Katarine Jeremić.

Školske 2009/2010. godine upisala je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Hemijsko inženjerstvo. Ispite predviđene planom i programom doktorskih studija položila je sa prosečnom ocenom 9,92. Završni ispit na doktorskim studijama pod nazivom „Ispitivanje mogućnosti primene hidrogelova hitozana modifikovanih titan-dioksidom za uklanjanje i fotodegradaciju tekstilnih boja“ položila je u septembru 2011. godine.

Tokom 2012. godine bila je na stručnoj praksi u trajanju od 8 nedelja u Institutu za polimerna istraživanja, Teltov, Nemačka. Završila je obuku „How to Write a World Class Paper“ (2013) koju je organizovao ELSEVIER i „Međunarodnu letnju školu transfera tehnologije i znanja“ (2014) u organizaciji Centra za transfer tehnologije Univerziteta u Beogradu, Zajedničkog istraživačkog centra evropske komisije (European Commision Joint Center) i Zavoda za intelektualnu svojinu Republike Srbije.

U toku dosadašnjeg rada Marija Lučić Škorić pokazala je savesnost, samostalnost i sklonost ka naučno-istraživačkom radu. Aktivno se služi engleskim jezikom i poseduje osnovno znanje nemačkog jezika.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Marija Lučić Škorić je od januara 2010. bila angažovana kao stipendista Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja na projektima TR 19047 i TR 34011. Od aprila 2012. godine sa 12 istraživačkih meseci angažovana je na projektu osnovnih istraživanja iz hemije „Sinteza i karakterisanje novih funkcionalnih polimera i nanokompozita“ (OI 172062) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, na Katedri za organsku hemijsku tehnologiju Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U zvanje istraživač-pripravnik izabrana je u julu 2012. godine, a u zvanje istraživač-saradnik u februaru 2014. godine. Marija Lučić Škorić učestvovala je i u izradi eksperimentalnog dela četrnaest završnih, master i diplomskih radova u periodu od 2010. godine do danas.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija

R.br.	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1.	Viši kurs termodinamike	10	5
2.	Hemijska kinetika	10	5
3.	Analogije fenomena prenosa	9	5
4.	Odabrana poglavlja numeričke analize	10	5
5.	Specijalna poglavlja prenosa mase	10	4
6.	Otpadni organski proizvodi kao sekundarne sirovine	10	5
7.	Strukturna analiza organskih molekula	10	6
8.	Polimerne blende	10	4
9.	Viši kurs karakterisanja makromolekula	10	4
10.	Polimerizacije u heterogenim sistemima	10	4
11.	Površinski aktivne materije	10	4
12.	Završni ispit	10	30
Srednja ocena/ukupno		9,92	81

Objavljeni naučni radovi i saopštenja

Radovi u vrhunskim međunarodnim časopisima M21:

1. Milašinović N., Jakovetić S., Knežević-Jugović Z., Milosavljević N., **Lučić M.**, Filipović J., Kalagasidis Krušić M., Catalyzed Ester Synthesis Using *Candida rugosa* Lipase Entrapped by Poly(N-isopropylacrylamide-co-itaconic Acid) Hydrogel, Scientific World Journal (2014), <http://dx.doi.org/10.1155/2014/142123>. IF=1,219; ISSN: 1537-744X

2. **Lučić M.**, Milosavljević N., Radetić M., Šaponjić Z., Radoičić M., Kalagasidis Krušić M., The potential application of TiO₂/hydrogel nanocomposite for removal of various textile azo dyes, *Separation and Purification Technology* 122 (2014), 206-216.
IF=3,065; ISSN: 1383-5866
3. **Lučić M.**, Milosavljević N., Radetić M., Šaponjić Z., Radoičić M., Kalagasidis Krušić M., Photocatalytic degradation of C.I. Acid Orange 7 by TiO₂ nanoparticles immobilized onto/into chitosan-based hydrogel, *Polymer Composites* 35 (2014), 806-815.
IF=1,455; ISSN: 0272-8397

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu M22:

1. Milašinović N., Knežević-Jugović Z., Milosavljević N., **Lučić Škorić M.**, Filipović J., Kalagasidis Krušić M., Stimuli-Sensitive Hydrogel Based on N-Isopropylacrylamide and Itaconic Acid for Entrapment and Controlled Release of *Candida rugosa* Lipase under Mild Conditions, *BioMed Research International* (2014), <http://dx.doi.org/10.1155/2014/364930>.
IF=2,706; ISSN: 2314-6133

Saopštenja sa međunarodnih skupova štampana u izvodu M34:

1. **Lučić Škorić M.**, Milosavljević N., Radetić M., Šaponjić Z., Radoičić M., Kalagasidis Krušić M., TiO₂/alginate based hydrogel nanocomposite for photocatalytic degradation of methylene blue, 15th International Conference Polymers and Organic Chemistry (2014), Timisoara, Romania, Book of Abstract, 105. ISSN: 978-606-554-199-3
2. Terzić I., Antić-Stanković J., **Lučić Škorić M.**, Milosavljević N., Milašinović N., Kalagasidis Krušić M., Antimicrobial activity of zinc ions crosslinked alginate/gelatin hydrogels, 15th International Conference Polymers and Organic Chemistry (2014), Timisoara, Romania, Book of Abstract, 119. ISSN: 978-606-554-199-3
3. **Lučić M.**, Milašinović N., Milosavljević N., Vidović B., Antić Stanković J., Kalagasidis Krušić M., Chitosan-based hydrogels containing silver for antimicrobial application, "ICOSECS 8" (2013), Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, 219. ISBN: 978-86-7132-053-5
4. Milašinović N., Milosavljević N., **Lučić M.**, Knežević-Jugović Z., Kalagasidis Krušić M., Chitosan/Gelatin based hydrogels for controlled release of lipase from *Candida rugosa*, "ICOSECS 8" (2013), Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, 222. ISBN: 978-86-7132-053-5
5. **Lučić M.**, Milosavljević N., Milašinović N., Filipović J., Kalagasidis Krušić M., Superporous Hydrogels of Chitosan, Itaconic Acid and Methacrylic Acid, "YUCOMAT 2012" (2012), Herceg Novi, Montenegro, Book of Abstracts, 98.

6. **Lučić M.**, Milosavljević N., Radetić M., Šaponjić Z., Radojičić M., Kalagasidis Krušić M., Photocatalytic degradation of C.I. Acid Orange 7 by TiO₂/hydrogel nanocomposite, First International Conference on Processing, characterization and application of nanostructured materials and nanotechnology NanoBelgrade (2012), Belgrade, Serbia, Book of Abstracts, 114. ISBN: 978-86-7401-285-7
7. **Lučić M.**, Milosavljević N., Milašinović N., Filipović J., Kalagasidis Krušić M., Synthesis of superabsorbent hydrogels based on chitosan, First International Conference of Young Chemists of Serbia (2012), Belgrade, Serbia, 75. ISBN: 978-86-7132-054-2

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini M63:

1. **Lučić M.**, Milosavljević N., Grujić S., Laušević M., Kalagasidis Krušić M., Uticaj sastava hidrogelova na bazi hitozana na kontrolisano otpuštanje diazepama, paracetamola i diklofenaka, 49. Savetovanje srpskog hemijskog društva (2011), Kragujevac, Srbija, 159-162. ISBN: 978-86-7132-046-7

Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampana u izvodu M64:

1. Milašinović N., Knežević-Jugović Z., Milosavljević N., **Lučić Škorić M.**, Filipović J., Kalagasidis Krušić M., Production of n-amyl isobutyrate using lipase from *Candida rugosa* immobilized into N-isopropylacrylamide and itaconic acid hydrogel, 51. Meeting of Serbian Chemical Society (2014), Belgrade, Serbia, Book of Abstract, 83. ISSN: 978-86-7132-054-2
2. **Lučić M.**, Milosavljević N., Radetić M., Šaponjić Z., Radojičić M., Kalagasidis Krušić M., Uklanjanje i degradacija kisele boje C.I. Acid Orange 7 iz vodenog rastvora, 50. Savetovanje srpskog hemijskog društva (2012), Beograd, Srbija, Knjiga apstrakta 141. ISSN: 978-86-7132-048-1

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Dosadašnjim radom i postignutim rezultatima tokom doktorskih studija i u okviru naučnoistraživačkog rada na projektima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, odnosno Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, TR 19047 (2009-2010) i TR 34011 (2011-2012) i OI 172062 (2012-2015), Marija Lučić Škorić je iskazala sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Tema doktorske disertacije pripada oblasti iz koje je objavila 2 rada u vrhunskim naučnim časopisima međunarodnog značaja, kao i 7 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima. Na osnovu izloženog Komisija smatra da je Marija Lučić Škorić pokazala visoku kompetentnost za naučno-istraživački rad i poseduje kvalitetne naučne rezultate i time ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Mnoge industrije kao što su tekstilna, prehrambena, gumarska, kozmetička, industrija boja, industrija papira itd., koriste boje u procesu proizvodnje pri čemu nastaju

značajne količine zagađenih otpadnih voda. Za takve vode je karakteristična velika hemijska potrošnja kiseonika (HPK), prisustvo suspendovanih čvrstih materija, neprijatan miris, toksičnost i obojenost. Kompleksna aromatična struktura i sintetsko poreklo boja čini ih stabilnim, postojanim i pogodnim za primenu u industriji, a s druge strane to otežava njihovo uklanjanje i degradaciju. Degradacija određenih vrsta boja tokom oksidacije, hidrolize i drugih hemijskih procesa u otpadnim vodama dovodi do stvaranja proizvoda koji su takođe štetni i zahtevaju odgovarajući dalji tretman.

Sve rigorozniji zakoni o zaštiti životne sredine naročito pogađaju tekstilnu industriju kao velikog zagađivača, pa se stoga podstiče razvoj novih, efikasnijih i jeftinijih postupaka za uklanjanje boja iz vode. Nedostatak mnogih metoda koje su se do sada primenjivale ogleda se u tome što pri tretmanu dolazi samo do prelaza zagađivača iz jedne u drugu fazu, ali ne i do degradacije nepoželjnih supstanci u proizvode koji ne bi bili štetni po životnu sredinu. Na taj način stvara se sekundarno zagađenje, što zahteva naknadni tretman otpada i poskupljuje proces prečišćavanja. S druge strane, proces biološkog tretmana je veoma spor i pri tom procesu veliki deo boja se ne razgrađuje već se adsorbuje na mulju, pa se tako stvaraju velike količine mulja koji se ne može dalje koristiti.

Pojavom naprednih oksidacionih procesa (eng. Advanced oxidation processes, AOPs) učinjen je pomak u razvoju metoda za prečišćavanje otpadnih voda. U ovim procesima koriste se veoma jaka oksidaciona sredstva za dobijanje hidroksil-radikala ($\text{OH}\cdot$) sposobnih da oksiduju veliki broj organskih zagađivača do proizvoda koji nisu štetni. Veliku pažnju istraživača privukla je heterogena fotokatalitička oksidacija za koju se kao fotokatalizatori koriste nanočestice titan-dioksida, cink-oksida, gvožđe(III)-oksid, kadmijum-sulfida i cink-sulfida. U ovim procesima naročito su eksploatisane nanočestice titan-dioksida zahvaljujući odličnim fotokatalitičkim svojstvima, ali i činjenici da su netoksične, jeftine i komercijalno dostupne, a mogu se višekratno koristiti. Danas se najčešće primenjuju komercijalne nanočestice titan-dioksida, kao što je Degusa P-25, koje pokazuju značajnu fotokatalitičku aktivnost u procesu razgradnje organskih zagađivača. Međutim, ove nanočestice imaju veliku sklonost ka aglomeraciji čime je njihova ukupna aktivnost smanjena. Stoga je u toku niz istraživanja koja imaju za cilj razvoj novih metoda za sintezu nanočestica titan-dioksida različitih oblika i veličine, kontrolisane kristaliničnosti kao i površinske strukture koje bi posedovale poboljšanu fotokatalitičku aktivnost.

Komercijalno dostupne nanočestice titan-dioksida su u praškastom obliku i većina dosadašnjih istraživanja vezanih za prečišćavanje otpadnih voda je zasnovana na sistemima u kojima se fini prah titan-dioksida meša sa otpadnom vodom pri čemu se formira suspenzija. Međutim, ovako koncipiran postupak zahteva dodatni tretman vode nakon prečišćavanja da bi se ostvarila separacija nanočestica titan-dioksida, što poskupljuje i produžava sam proces prečišćavanja. Jedan od načina da se prevaziđe ovaj nedostatak je imobilizacija fotokatalizatora na nosač, čime bi se izbegla faza separacije. U literaturi je ispitano više različitih nosača, kao što su staklo, silika gel, metali, keramika, polimeri, vlakna, zeoliti, gline, aktivni ugalj itd. Od navedenih nosača polimerni preuzimaju primat i to naročito umreženi polimeri kao što su hidrogelovi. Njihova prednost u odnosu na ostale nosače ogleda se u sposobnosti sorpcije boja iz vode čime se olakšava i ubrzava prečišćavanje otpadne vode.

U okviru ove doktorske disertacije biće pripremljen nanokompozit, imobilizacijom koloidnih nanočestica TiO_2 i komercijalnog praha TiO_2 (Degussa P25), kao fotokatalizatora, na polimerne nosače sintetisane na bazi prirodnih polimera. Kao čvrsti nosači biće korišćeni: a) hidrogelovi hitozana i metakrilne kiseline, b) interpenetrirajuće mreže natrijum alginata i delimično neutralisane metakrilne kiseline i c) mikročestice na bazi hitozana i metakrilne kiseline.

Cilj istraživanja je da se imobilizacijom koloidnih nanočestica TiO_2 sintetisanih u našim laboratorijama dobije nanokompozit (TiO_2 /hidrogel) čija bi fotokatalitička aktivnost bila jednaka ili veća od fotokatalitičke aktivnosti imobilisanih nanočestica komercijalnog praha (Degussa P25).

Naučni ciljevi doktorske disertacije

Cilj disertacije je sinteza i karakterizacija novih TiO_2 /hidrogel nanokompozita koji će se koristiti za fotokatalitičku razgradnju boja koje se koriste u tekstilnoj industriji, a prisutne su u otpadnim vodama. Sposobnost nanokompozita da ukloni boju iz vode biće utvrđena ispitivanjem efikasnosti fotodegradacije više boja iz različitih klasa boja za tekstil. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće usmerena na ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti imobilisanih koloidnih nanočestica TiO_2 na hidrogelove hitozana, metakrilne kiseline i alginata. Kako i svojstva nosača značajno utiču na aktivnost nanočestica fotokatalizatora, velika pažnja biće posvećena sintezi hidrogelova jer se promenom uslova i načina sinteze može uticati na njihov sastav, oblik i dimenzije. Takođe, ispitaće se mogućnost višekratne upotrebe nanokompozita kao veoma važnog svojstva za komercijalnu primenu.

Literatura

- [1] R.B.M. Bergamini, E.B. Azevedo, L.R.R. de Araujo, Heterogeneous photocatalytic degradation of reactive dyes in aqueous TiO_2 suspensions: Decolorization kinetics, Chem Eng J, 149 (2009) 215-220.
- [2] A.Y. Shan, T.I.M. Ghazi, S.A. Rashid, Immobilisation of titanium dioxide onto supporting materials in heterogeneous photocatalysis: A review, Appl Catal a-Gen, 389 (2010) 1-8.
- [3] H.S. Samanta, S.K. Ray, Synthesis, characterization, swelling and drug release behavior of semi-interpenetrating network hydrogels of sodium alginate and polyacrylamide, Carbohydr Polym, 99 (2014) 666-678.
- [4] M. Crippa, E. Callone, M. D'Arienzo, K. Muller, S. Polizzi, L. Wahba, F. Morazzoni, R. Scotti, TiO_2 nanocrystals grafted on macroporous silica: A novel hybrid organic-inorganic sol-gel approach for the synthesis of highly photoactive composite material, Appl Catal B-Environ, 104 (2011) 282-290.
- [5] Y.X. Chen, K. Wang, L.P. Lou, Photodegradation of dye pollutants on silica gel supported TiO_2 particles under visible light irradiation, J Photoch Photobio A, 163 (2004) 281-287.
- [6] A. Fujishima, X.T. Zhang, D.A. Tryk, TiO_2 photocatalysis and related surface phenomena, Surf Sci Rep, 63 (2008) 515-582.
- [7] A. Fujishima, T.N. Rao, D.A. Tryk, Titanium dioxide photocatalysis, J Photoch Photobio C, 1 (2000) 1-21.

- [8] T. Van Gerven, G. Mul, J. Moulijn, A. Stankiewicz, A review of intensification of photocatalytic processes, *Chem Eng Process Process Intensif*, 46 (2007) 781-789.
- [9] M. Rinaudo, Chitin and chitosan: Properties and applications, *Prog Polym Sci*, 31 (2006) 603-632.
- [10] N.A. Peppas, P. Bures, W. Leobandung, H. Ichikawa, Hydrogels in pharmaceutical formulations, *Eur J Pharm Biopharm*, 50 (2000) 27-46.
- [11] E.M. Ahmed, Hydrogel: Preparation, characterization, and applications, *J Adv Res*, (2013).
- [12] M.N. Chong, B. Jin, C.W.K. Chow, C. Saint, Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review, *Water Res*, 44 (2010) 2997-3027.
- [13] N.B. Milosavljevic, N.Z. Milasinovic, I.G. Popovic, J.M. Filipovic, M.T.K. Krusic, Preparation and characterization of pH-sensitive hydrogels based on chitosan, itaconic acid and methacrylic acid, *Polym Int*, 60 (2011) 443-452.
- [14] H.Y. Zhu, R. Jiang, Y.Q. Fu, Y.J. Guan, J. Yao, L. Xiao, G.M. Zeng, Effective photocatalytic decolorization of methyl orange utilizing TiO_2/ZnO /chitosan nanocomposite films under simulated solar irradiation, *Desalination*, 286 (2012) 41-48.

3. Polazne hipoteze

U naučnoj literaturi se može naći dosta podataka vezanih za fotodegradaciju organskih supstanci u prisustvu nanočestica TiO_2 , ali se mali broj radova bavi njihovom imobilizacijom na hidrogelove i ispitivanjem njihove fotokatalitičke efikasnosti nakon imobilizacije. Zahvaljujući sposobnosti hidrogelova da sorbuju boju iz vode može se ubrzati proces prečišćavanja otpadne vode. Pored toga, sintezom iz bioobnovljivih izvora mogu se dobiti biodegradabilni i netoksični hidrogelovi. Izborom odgovarajućih komponenti i metoda sinteze hidrogelova moguće je uvesti različite funkcionalne grupe kojima se poboljšava vezivanje nanočestica TiO_2 , a istovremeno i uticati na sposobnost sorpcije boja i drugih organskih zagađivača.

Polazne hipoteze koje se mogu izdvojiti kao osnova za započinjanje naučno-istraživačkog rada u okviru ove disertacije su sledeće:

- Na osnovu detaljnog pregleda literature zaključeno je da nanočestice TiO_2 poseduju veoma dobra fotokatalitička svojstva i sposobnost da fotodegradiraju širok spektar boja za tekstil.
- Utvrđeno je da se različitim metodama sinteze nanočestica TiO_2 može uticati na njihovu kristaliničnost, veličinu, strukturu i specifičnu površinu, pa samim tim i na fotokatalitičku aktivnost.
- Troškovi separacije nanočestica TiO_2 nakon završenog procesa prečišćavanja otpadne vode su visoki, pa se javila potreba da se one imobilišu na nosače i time se smanje troškovi i skрати ukupno vreme obrade vode.
- Umreženi prirodni polimeri, kao što su hidrogelovi, privlače sve veću pažnju kada je u pitanju njihova primena u tretmanima otpadnih voda zahvaljujući biodegradabilnosti, netoksičnosti i dostupnosti.
- Hitozan i alginat su jeftine i lako dostupne sirovine za sintezu hidrogelova. Zahvaljujući prisustvu karboksilnih, hidroksilnih i amino grupa, hidrogelovi ovih polimera mogu da vezuju nanočestice TiO_2 , kao i različite boje, što ih čini atraktivnim za primenu u prečišćavanju voda.

- Promenom oblika i dimenzija hidrogelova može se uticati na specifičnu površinu dostupnu za vezivanje nanočestica TiO_2 , a time i na efikasnost fotokatalitičkog procesa.

Detaljan pregled literature potvrđuje da su prikazane polazne hipoteze i planirano istraživanje u trendu sa globalnim aktivnostima u nauci.

4. Naučne metode istraživanja

U radu će biti izvedena priprema nanokompozita imobilizacijom koloidnih nanočestica TiO_2 i komercijalno dostupnih nanočestica TiO_2 na hidrogelove hitozana, metakrilne kiseline i alginata u obliku diskova i mikročestica.

Sinteza hidrogelova hitozana, metakrilne kiseline i alginata u obliku diskova biće izvedena polimerizacijom preko slobodnih radikala, a mikročestica inverznom suspenzionom polimerizacijom. Imobilizacijom nanočestica fotokatalizatora na hidrogelove dobiće se TiO_2 /hidrogel nanokompoziti. Nanočestice TiO_2 će biti imobilisane na hidrogelove na tri načina: a) potapanjem hidrogelova u koloidni rastvor sintetisanih nanočestica TiO_2 ili u suspenziju komercijalnih nanočestica TiO_2 (Degussa P25); b) dodatkom nanočestica tokom sinteze hidrogelova i c) dodatkom tokom sinteze, a zatim potapanjem u koloidni rastvor sintetisanih ili suspenziju komercijalnih nanočestica TiO_2 .

Za karakterizaciju hidrogelova pre i nakon imobilizacije nanočestica TiO_2 korišće se infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom, skenirajuća elektronska mikroskopija u sprezi sa energetsom disperzionom spektroskopijom, optička mikroskopija, BET adsorpciona izoterma, dinamičko-mehanička analiza, diferencijalna skenirajuća kalorimetrija i termogravimetrijska analiza.

Tokom istraživanja biće ispitan uticaj različitih faktora na fotokatalitičku aktivnost nanočestica TiO_2 imobilisanih na hidrogelove: a) koncentracije fotokatalizatora, b) sastava, oblika i dimenzije hidrogelova, c) strukture i veličine molekula boje, d) pH vrednost rastvora boje i e) mogućnost višekratna upotrebe nanokompozita u svežim rastvorima boja. U radu će biti ispitane sledeće boje za tekstil: kisele boje *C.I. Acid Orange 7*, *C.I. Acid Red 18* i *C.I. Acid Blue 113*, reaktivne boje *C.I. Reactive Yellow 17* i *C.I. Reactive Black 5*, direktna boja *C.I. Direct Blue 78* i najčešće ispitivana test boja, bazna boja metilensko plavo. Za fotoaktivaciju TiO_2 /hidrogel nanokompozita u procesu fotodegradacije boja korišće se lampa koja simulira sunčevu svetlost. Promena koncentracije boje u rastvoru biće praćena UV-VIS spektrofotometrijom.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da će rezultati do kojih se dođe u okviru ove disertacije dati značajan naučni doprinos u oblasti prečišćavanja otpadnih voda iz tekstilne industrije:

- U primeni hidrogelova za imobilizaciju nanočestica TiO_2 ;
- Izbor najboljeg hidrogela za imobilizaciju nanočestica TiO_2 kojim se zadržava dobra fotokatalitička aktivnost prema širokom spektru boja za tekstil;
- Laka, jednostavna i jeftina separacija fotokatalizatora iz prečišćene vode;
- Višekratna upotreba nanokompozita uz očuvanje fotokatalitičke aktivnosti;
- Definisane uslove za uspešno uklanjanje boja za tekstil iz otpadnih voda pomoću TiO_2 /hidrogel nanokompozita;

- Dobijeni rezultati doprineće razvoju primene heterogene fotokatalitičke oksidacije za prečišćavanje otpadnih voda i doprineti zaštiti životne sredine.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije je dobijanje novih TiO_2 /hidrogel nanokompozita za prečišćavanje obojenih otpadnih voda fotokatalitičkom degradacijom boja. Tokom istraživanja biće ispitana uticaj različitih faktora na imobilizaciju i fotokatalitičku aktivnost imobilisanih koloidnih nanočestica TiO_2 dobijenih kiselom hidrolizom titan-tetrahlorida. Aktivnost sintetisanog fotokatalizatora biće upoređena sa komercijalno dostupnim fotokatalizatorom. Na kraju biće ispitana i mogućnost višekratne upotrebe dobijenih nanokompozita za uklanjanje boja za tekstil iz vode.

Rad će obuhvatiti sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak* i *Literatura*.

Cilj rada i predmet istraživanja, kao i naučni doprinos disertacije biće definisani u poglavlju *Uvod*.

Teorijski deo obuhvatiće detaljan pregled i analizu dostupne literature koja se odnosi na:

- Stanje otpadnih voda koje sadrže boje u svetu;
- Aktuelne trendove za prečišćavanje otpadnih voda u vezi sa temom disertacije;
- Detaljan opis predloženog mehanizma fotokatalitičke degradacije organskih materija primenom nanočestica TiO_2 kao fotokatalizatora;
- Prednost imobilizacije nanočestica TiO_2 na polimerne nosače;
- Pregled polimernih nosača koji se primenjuju za prečišćavanje otpadnih voda sa posebnim osvrtom na hidrogelove hitozana i alginata, njihova svojstva i prednosti u odnosu na nosače korišćene u dosadašnjim istraživanjima.

Detaljan prikaz metoda sinteze i karakterizacije biće date u *Eksperimentalnom delu*:

- Materijali i hemikalije koji će se koristiti u radu;
- Sinteza hidrogelova hitozana i alginata;
- Metode imobilizacije nanočestica TiO_2 na hidrogelove hitozana i alginata;
- Metode karakterizacije i oprema koja će se koristiti u istraživanjima;
- Ispitivanje mogućnosti primene TiO_2 /hidrogel nanokompozita za fotokatalitičku degradaciju boja za tekstil.

Dobijeni rezultati biće predstavljeni i diskutovani u poglavlju *Rezultati i diskusija*:

- Svojstva hidrogelova hitozana, metakrilne kiseline i alginata dobijenih radikalnom polimerizacijom;
- Svojstva hidrogelova hitozana, metakrilne kiseline i alginata dobijenih suspenzionom polimerizacijom;
- Uticaj metode imobilizacije i koncentracije fotokatalizatora na efikasnost imobilizacije nanočestica TiO_2 na hidrogelove hitozana i alginata;
- Ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti TiO_2 /hidrogel nanokompozita;

- Poređenje fotokatalitičke aktivnosti imobilisanih koloidnih nanočestica TiO_2 dobijenih kiselom hidrolizom titan-tetrahlorida sa komercijalno dostupnim fotokatalizatorom;
- Ispitivanje višekratne upotrebe TiO_2 /hidrogel nanokompozita za uklanjanje boja iz vode.

U poglavlju *Zaključak* biće prikazani najvažniji zaključci do kojih je kandidat došao u toku izrade ove doktorske disertacije, uz osvrt na njihovu inovativnost, važnost i potencijalnu primenu.

U poglavlju *Literatura* biće prikazani svi radovi citirani u disertaciji, kao i radovi proistekli tokom izrade ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije kandidata Marije Lučić Škorić, dipl. inž., „UKLANJANJE BOJA ZA TEKSTIL IZ VODE FOTOKATALITIČKOM DEGRADACIJOM U PRISUSTVU NANOČESTICA TITAN-DIOKSIDA IMOBILISANIH NA HIDROGELOVE HITOZANA I ALGINATA“, naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Melina Kalagasidis Krušić, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Hemijsko inženjerstvo za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 27.03.2015.

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Melina Kalagasidis Krušić, van. prof.
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški
fakultet

Dr Marija Nikolić, docent Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Maja Radetić, van. prof. Univerziteta u
Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Zoran Šaponjić, naučni savetnik Univerziteta u
Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča

Dr Marija Radoičić, naučni saradnik Univerziteta u
Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča