

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

Predmet: Podobnost teme i kandidata Željke Kesić, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta br. 35/34 od 03.03.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata ŽELJKE KESIĆ za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom „**SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KATALIZATORA NA BAZI MEŠOVITIH OKSIDA KALCIJUMA I DRUGIH METALA I ISPITIVANJE NJIHOVE AKTIVNOSTI U PROCESU HETEROGENO KATALIZOVANE SINTEZE BIODIZELA**”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Željka Kesić je rođena 13.04.1984. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu i srednju školu. Na Tehnološko-metalurški fakultet upisala se školske 2003/2004. godine, na odsek za Hemijsko inženjerstvo. Diplomirala je decembra 2010. na Katedri za organsku hemijsku tehnologiju sa prosečnom ocenom 8,78 i ocenom 10 sa radom na temu „Kinetika mehanohemijske sinteze CaO/ZnO katalizatora i njegovo testiranje u reakciji metanolize triglicerida” kod mentora prof. dr Dejana Skale.

Školske 2011/12. upisala se na doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, studijski program Hemijsko inženjerstvo, pod rukovodstvom mentora prof dr. Dejana Skale, a potom prof. dr Ljiljane Mojović.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

U okviru doktorskih studija položila je 11/11 ispita predviđenih studijskim programom sa prosečnom ocenom 10 i 10. oktobra 2013. godine odbranila Završni ispit pod nazivom „Mehanohemijska sinteza CaO·ZnO katalizatora i analiza njegove aktivnosti u procesu heterogeno katalizovane sinteze biodizela“ sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu prof. dr Željko Grbavčić, prof. dr Irena Žižović i docent dr Jelena Rogan.

Spisak položenih ispita na doktorskim studijama:

Predmet	Broj ESPB	Ocena
1. Hemijska kinetika	5	10
2. Viši kurs termodinamike	5	10
3. Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5	10

4. Analogije fenomena prenosa	5	10
5. Višefazni sistemi	5	10
6. Odabrana poglavlja instrumentalne analize	7	10
7. Procesi pod visokim pritiscima	4	10
8. Zelena hemija	4	10
9. Heterogena kataliza	4	10
10. Analiza rada i projektovanje višefaznih hemijskih reaktora	5	10
11. Neorganski adsorbenti - teorijski osnovi i primena	4	10
12. Završni ispit	30	10
UKUPNO	83	-

Od februara 2011. godine uključena je kao istraživač-pripravnik, a zatim i istraživač-saradnik u realizaciji projekta interdisciplinarnih istraživanja koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke III 45001 „Nanostrukturni funkcionalni i kompozitni materijali u katalitičkim i sorpcionim procesima”, kojim rukovodi dr Dušan Jovanović, odnosno potprojekta kojim rukovodi dr Dejan Skala (iii 45001, p.p. V).

U periodu 2011.-2012. godine bila je angažovana na projektu bilateralne saradnje između Republike Srbije i NR Kine „Heterogeneous process of biodiesel synthesis – catalyst preparation, characterization and testing“.

Pohađala je međunarodni kurs “High Pressure Technology – From Basics to Industrial Application” u periodu od 3. jula do 20. jula 2011. godine.

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja

Naučni radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima – M21:

1. **Ž. Kesić**, I. Lukić, D. Brkić, J.Rogan, M. Zdujić, H. Liu, D.Skala, Mechanochemical preparation and characterization of CaO-ZnO used as catalyst for biodiesel synthesis, Applied Catalysis A: General 427–428 (2012) 58–65, ISSN: 0926-860X; (IF=3.410)
2. M. Đokić, **Ž. Kesić**, J. Krstić, D. Jovanović, D. Skala, Decrease of free fatty acid content in vegetable oil using silica supported ferric sulfate catalyst, Fuel 97 (2012) 595–602, ISSN: 0016-2361; (IF=3.357)
3. Ivana Lukić, **Željka Kesić**, Svetolik Maksimović, Miodrag Zdujić, Hui Liu, Jugoslav Krstić, Dejan Skala, Kinetics of sunflower and used vegetable oil methanolysis catalyzed by CaO-ZnO, Fuel 113 (2013) 367–378, ISSN: 0016-2361; (IF=3.357)
4. Svetolik Maksimovic, **Zeljka Kesic**, Ivana Lukic, Stoja Milovanovic, Mihailo Ristic, Dejan Skala, Supercritical fluid extraction of curry flowers, sage leaves, and their mixture, The Journal of Supercritical Fluids 84 (2013) 1–12, ISSN: 0896-8446; (IF=2.732)

Naučni radovi objavljeni u međunarodnim časopisima – M23:

1. **Željka Kesić**, Ivana Lukić, Miodrag Zdujić, Čedomir Jovalekić, Hui Liu, Dejan Skala, Mechanochemical synthesis of CaO-ZnO-K₂CO₃ catalyst: Characterization and activity for methanolysis of sunflower oil, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 2014, (Accepted for publication) DOI:10.2298/CICEQ131026041K, ISSN 2217-7434; (IF=0.533)
2. Ivana Lukić, **Željka Kesić**, Svetolik Maksimović, Miodrag Zdujić, Jugoslav Krstić, Dejan Skala, Kinetics of heterogeneous methanolysis of sunflower oil with CaO-ZnO catalyst:

Influence of different hydrodynamic conditions, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 2013, (Accepted for publication) DOI:10.2298/CICEQ130514025L, ISSN 2217-7434; (IF=0.533)

Radovi saopšteni na međunarodnim skupovima štampani u celini – M33:

1. Lukić, **Ž. Kesić**, D. Skala, Kinetic of heterogeneous biodiesel synthesis using supported ZnO as catalyst, 6th International Symposium on High Pressure Processes Technology, Belgrade, Serbia, September 8–11, 2013, P25 – HPAF, Proceedings on CD pp. 256–261
2. S. Maksimovic, **Z. Kesic**, I. Lukic, S. Milovanovic, M. Ristic, D. Skala, SFE of sage leaves, curry flowers and their mixture, 6th International Symposium on High Pressure Processes Technology, Belgrade, Serbia, September 8–11, 2013, P37 – HPFP, Proceedings on CD pp. 298–309
3. **Ž. Kesić**, I. Lukić, M. Zdujić, H. Liu, D. Skala, Mechanochemically Synthesized CaO ZnO Catalyst For Biodiesel Production, Procedia Engineering, Volume 42, 2012, pp. 1169–1178

Radovi saopšteni na međunarodnim skupovima štampani u izvodu – M34:

1. Ivana Lukić, **Željka Kesić**, Miodrag Zdujić, Dušan Jovanović, Hui Liu, Dejan Skala, Mechanochemical preparation of CaO·ZnO – catalyst for fatty acids methyl esters synthesis, The First Serbian Ceramic Society Conference, Advanced Ceramics and Application Conference, Beograd, May 10–11th, 2012, S3.6, Book of abstracts, p. 18
2. **Željka Kesić**, Ivana Lukić, Miodrag Zdujić, Dušan Jovanović, Hui Liu, Dejan Skala, Characterization of mechanochemically synthesized CaO·ZnO/K₂O catalyst, The First Serbian Ceramic Society Conference, Advanced Ceramics and Application Conference, Beograd, May 10–11th, 2012, S3.6, Book of abstracts, p. 28
3. **Željka Kesić**, Ivana Lukić, Miodrag Zdujić, Čedomir Jovalekić, Yong Shao, Hui Liu, Dejan Skala, Characterization of mechanochemically synthesized CaO·ZnO·K₂CO₃, Advanced Ceramics and Applications II, Belgrade, September 30–October 1, 2013. Program and the Book of Abstracts, p. 45.
4. **Željka Kesić**, Ivana Lukić, Miodrag Zdujić, Čedomir Jovalekić, Yong Shao, Hui Liu, Dejan Skala, Biodiesel synthesis based on CaO·ZnO·K₂CO₃ as catalyst, Advanced Ceramic and Applications II, Belgrade, September 30–October 1, 2013. Program and the Book of Abstracts, p. 46.
5. I. Lukić, **Ž. Kesić**, S. Maksimović, M. Zdujić, H. Liu, D. Skala, Kinetics of sunflower oil methanolysis catalyzed by CaO·ZnO, International Symposium on "Catalysis for Clean Energy and Sustainable Chemistry", CCESC 2012, Madrid, Spain, June 27–29 2012, abstract USB
6. **Ž. Kesić**, I. Lukić, M. Zdujić, H. Liu, D. Skala, Mechanochemically Synthesized CaO ZnO Catalyst For Biodiesel Production, CHISA 2012, Prague August 2012

Radovi saopšteni na skupovima nacionalnog značaja štampani u izvodu – M64:

1. **Ž. Kesić**, I. Lukić, M. Zdujić, H. Liu, D. Skala, Heterogena sinteza biodizela sa CaO·ZnO·K₂O katalizatorom, 50. savetovanje SHD 14–15 jun 2012 u Beogradu, Knjiga izvoda radova str. 41
2. Dragana Brkić, **Željka Kesić**, Miodrag Zdujić, Nevenka Rajić, Dejan Skala, Heterogeno katalizovana sinteza biodizela uz prisustvo CaO/ZnO kao katalizatora, Biotehnologija za održivi razvoj 24–26 novembar 2010 u Beogradu, Knjiga izvoda radova str. 20

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 na projektu Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, III45001 (2011-2014), Željka Kesić, dipl. inž. tehnologije, pokazala je izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Takođe, iz same predložene teme disertacije, kandidat je do sada objavio jedan rad u vrhunskom međunarodnom časopisu, dok je iz oblasti doktorske disertacije kandidat bio koautor 3 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima, 2 u međunarodnim, kao i 10 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima, što ukazuje na njen veoma kvalitetan rad, pa tako ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Zagađenje životne sredine i smanjenje rezervi fosilnog goriva dovode do potrebe za korišćenjem alternativnih i obnovljivih izvora energije. Jednu od alternativa predstavljaju biogoriva. Jedno od biogoriva, poznato kao biodizel, jeste proizvod hemijske modifikacije biljnih ulja i životinjskih masti reakcijom transesterifikacije kojom se trigliceridi u reakciji sa metanolom prevode u metil estre masnih kiselina (MEMK ili biodizel) [1].

Biodizel se najčešće dobija alkoholizom triglicerida (biljnih ulja) sa alkoholima male molarne mase (metanol ili etanol). Reakcija alkoholize je povratna i odigrava se u prisustvu viška alkohola i katalizatora ili u odsustvu katalizatora na visokom pritisku i temperaturi (vrednostima iznad kritičnih za alkohol) [2].

Trenutni komercijalni procesi dobijanja biodizela zasnovani su uglavnom na korišćenju homogenih katalizatora, a sve veća pažnja se usmerava na njihovoj zameni heterogenim katalizatorima [2]. Prednosti primene heterogenih katalizatora u odnosu na homogene su: lako izdvajanje katalizatora iz reakcione smeše, čime se eliminiše faza neutralizacije katalizatora u proizvodima reakcije, katalizator može biti ponovo korišćen sa ili bez međustepene regeneracije, jednostavnije prečišćavanje dobijenih metil estara masnih kiselina, nema otpadnih voda, a utrošak energije u ukupnom procesu sinteze MEMK može se smanjiti do 50%, što značajno smanjuje ukupne proizvodne troškove [3].

Veliki broj različitih jedinjenja korišćen je u ispitivanjima heterogeno katalizovane metanolize na laboratorijskom nivou. Najviše pažnje se posvećuje načinu njihove pripreme i mase upotrebljene u procesu alkoholize, kao i ostalih reakcionih uslova (temperatura, odnos alkohola i triglicerida, intenziteta mešanja reakcione smeše tokom reakcije) [2].

Najčešće ispitivana heterogeno katalizovana metanoliza je sa oksidima zemnoalkalnih metala kao katalizatorima. Njihova aktivnost raste sa povećanjem baznosti ($MgO < CaO < SrO < BaO$). BaO poseduje najveću katalitičku aktivnost, ali je rastvoran u metanolu i obrazuje toksičan kompleks, dok SrO, iako je nerastvoran u metanolu i ima značajnu katalitičku aktivnost, jako brzo reaguje sa CO_2 i H_2O iz vazduha. Od oksida zemnoalkalnih metala obećavajući, a i najviše ispitivan jeste CaO [4-7] čija aktivnost dosta zavisi od temperature kalcinacije [4,5]. Novijim istraživanjima traži se optimalan način da se poveća katalitička aktivnost CaO, u cilju razvoja kontinuiranih postupaka heterogeno katalizovane metanolize. CaO je pogodan zbog njegove relativno velike baznosti, male rastvorljivosti u metanolu, mogućnosti dobijanja iz jeftinih, prirodnih sirovina i lakog rukovanja. Ipak, primena CaO u komercijalnim postupcima sinteze biodizela je još uvek ograničena zbog relativno umerene katalitičke aktivnosti, pa se istraživanja poslednjih godina usmeravaju ka prevazilaženju ovog nedostatka. Pokazano je da se impregnacijom CaO na nosaču mogu poboljšati njegove katalitičke karakteristike, kao i da se smanjuje rastvaranje kalcijuma, što inače predstavlja problem u reakcijama sa čistim CaO [8]. Takođe, primena CaO dobijenog iz različitih prirodnih sirovina ili otpadnih proizvoda kao jeftinih izvora povećava šanse za komercijalizaciju procesa zasnovanih na katalitičkim reakcijama sa ovim oksidom.

Sa ciljem da se unapredi reakcija metanolize ispitivani su i mešoviti oksidi CaO i drugih metalnih oksida (ZnO , MgO , La_2O_3) [9-11]. CaO pomešan sa ZnO (Ca/Zn molarni odnos od 0,25) dao je prinos metil estara iz palminog ulja preko 94 % nakon 3 h reakcije. Ovaj mešoviti oksid

može biti korišćen tri puta sa prinosom preko 90 % [9]. U transesterifikaciji ulja *Jatropha curcas* mešoviti oksidi CaO·ZnO i CaO·MgO pokazali su se kao aktivni katalizatori, što se povezuje sa prisustvom jakih baznih centara na površini CaO. Specifične površine CaO·ZnO i CaO·MgO bile su mnogo veće od nego kod CaO i ZnO, ali manje od MgO [10].

Mešoviti oksid CaO·ZnO može se dobiti žarenjem kalcijum-cinkata ($\text{CaZn}_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dobijenog taložnom metodom [12]. Sinteza se sastoji od nekoliko koraka od kojih su neki dugotrajni, kao što je npr. ispiranje cinkata vodom. Pokazano je da se $\text{CaZn}_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ može uspešno sintetisati mehanohemijskim tretmanom ZnO i $\text{Ca}(\text{OH})_2$ u prisustvu vode [13].

Predmet ove doktorske disertacije je sinteza katalizatora na bazi mešovitih oksida mehanohemijskim tretmanom prahova, sa i bez dodatka vode, i potom kalcinacijom na visokim temperaturama, kao i ispitivanje njihove aktivnosti u reakciji metanolize suncokretovog ulja. Kao komponente heterogenog katalizatora koristiće se CaO, ZnO, MnO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , kao i K_2CO_3 kao promotor, kako bi se dobila smeša odgovarajućih oksida i njihova jedinjenja CaMnO_3 , CaZrO_3 , CaTiO_3 i $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$. Ispitivanja aktivnosti biće realizovana u šaržnim uslovima. Radi upoređivanja aktivnosti mehanohemijski dobijenih katalizatora u reakciji transesterifikacije neki od katalizatora će biti sintetizovani i koprecipitacijom iz rastvora.

Mehanohemijski tretman ili mlevenje se koristi za hemijske reakcije u čvrstom stanju, homogenizaciju dva praškasta materijala ili više njih, kao i za promenu veličine čestica (smanjenje ili povećanje), promenu oblika čestica i promenu osobina praškastog materijala [14]. Mehanohemijska sinteza ima potencijala da obezbedi jednostavnije sinteze katalizatora nego dosadašnji načini sinteze (koprecipitacija, vlažna impregnacija). Često, ovi postupci sinteze ne uključuju rastvarač. Postoje primeri gde mehanohemijska sinteza ima prednost u poređenju sa standardnim taložnim metodama dobijanja katalizatora. Ovim postupkom se mogu dobiti mešoviti metalni oksidi, kao i dispergovani metali na čvrstim nosačima [15].

Literatura:

1. I. Stamenković, I. Banković-Ilić, O. Stamenković, V. Veljković, D. Skala, *Kontinualni postupci dobijanja biodizela*, Hemijska industrija 63(1) (2009) 1–10.
2. M. Miladinović, I. Lukić, O. Stamenković, V. Veljković, D. Skala, *Heterogena bazno katalizovana metanoliza biljnih ulja: presek stanja*, Hemijska industrija 64(2) (2010) 63–80.
3. S. Glišić, I. Lukić, D. Skala, *Biodiesel synthesis at high pressure and temperature: Analysis of energy consumption on industrial scale*, Bioresource Technology 100 (2009) 6347–6354.
4. M. Lopez Granados, M.D. Zafra Poves, D. Martin Alonso, R. Mariscal, F. Cabello Galisteo, R. Moreno-Tost, J. Santamaría, J.L.G. Fierro, *Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide*, Applied Catalysis B: Environmental 73 (2007) 327–336.
5. V.B. Veljković, O.S. Stamenković, Z.B. Todorović, M.L. Lazić, D.U. Skala, *Kinetics of sunflower oil methanolysis catalyzed by calcium oxide*, Fuel 88 (2009) 1554–1562.
6. M. Kouzu, S. Yamanaka, J. Hidaka, M. Tsunomori, *Heterogeneous catalysis of calcium oxide used for transesterification of soybean oil with refluxing methanol*, Applied Catalysis A: General 355 (2009) 94–99.
7. A. Kawashima, K. Matsubara, K. Honda, *Acceleration of catalytic activity of calcium oxide for biodiesel production*, Bioresource Technology 100 (2009) 696–700.
8. M. Lopez Granados, D. Martin Alonso, I. Sadaba, R. Mariscal, P. Ocon, *Leaching and homogeneous contribution in liquid phase reaction catalysed by solids: The case of triglycerides methanolysis using CaO*, Applied Catalysis B: Environmental 89 (2009) 265–272.
9. C. Ngamcharussrivichai, P. Totarat, K. Bunyakiat, *Ca and Zn mixed oxide as a heterogeneous base catalyst for transesterification of palm kernel oil*, Applied Catalysis A: General 341 (2008) 77–85.
10. Y.H. Taufiq-Yap, H.V. Lee, M.Z. Hussein, R. Yunus, *Calcium-based mixed oxide catalysts for methanolysis of Jatropha curcas oil to biodiesel*, Biomass and Bioenergy 35 (2011) 827–834.

11. S. Yan, M. Kim, S.O. Salley, K.Y.S. Ng, *Oil transesterification over calcium oxides modified with lanthanum*, Applied Catalysis A: General 360 (2009) 163-170.
12. J.M. Rubio-Caballero, J. Santamaría-González, J.M. Mérida-Robles, R. Moreno-Tost, A. Jiménez-López, P. Maireles-Torres, *Calcium zincate as precursor of active catalysts for biodiesel production under mild conditions*, Applied Catalysis B: Environmental 91 (2009) 339–346.
13. X-M. Zhu, H-X. Yang, X-P. Ai, J-X. Yu and Y-L. Cao; *Structural and electrochemical characterization of mechanochemically synthesized calcium zincate as rechargeable anodic materials*, Journal of Applied Electrochemistry 33 (2003) 607–612.
14. M. Zdujić, *Mehanohemijski tretman neorganskih materijala*, Hemijska Industrija 55 (5) (2001) 191-206.
15. K. Ralphs, C. Hardacre, S.L. James, *Application of heterogeneous catalysts prepared by mechanochemical synthesis*, Chemical Society Reviews 42 (2013) 7701–7718.

3. Polazne hipoteze

Na osnovu detaljnog literaturnog pregleda zaključeno je da se katalizatori na bazi mešovutih oksida kalcijuma i drugih metala mogu smatrati dobrim katalizatorima u reakcijama transesterifikacije. S obzirom na to, deo istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji polazi od pretpostavke da se mehanohemijskim tretmanom, kao jednostavnijim načinom sinteze, mogu dobiti aktivniji katalizatori. Biće ispitivan uticaj dodatka vode ili alkohola tokom mehanohemijskog tretmana polaznih prahova, kao i variranje molskog odnosa CaO i oksida drugih metala radi određivanja optimalne vrednosti CaO. Drugi deo teze biće usmeren ka sintezi katalizatora na bazi mešovutih oksida sa dodatkom promotora tokom mehanohemijske sinteze, kako bi se povećala baznost, a samim tim i aktivnost katalizatora. Podešavanjem količine dodatog promotora očekuje se dobijanje novih katalizatora koji će biti detaljno ispitani.

4. Naučne metode istraživanja

Za mehanohemijsku sintezu katalizatora koristiće se planetarni mlin.

Za određivanje hemijskog sastava katalizatora pre i posle kalcinacije koristiće se rendgenska strukturna analiza (XRD). Na osnovu rezultata ispitivanja termogravimetrijskom analizom (TGA) i diferencijalno-termijskom analizom (DTA) biće objašnjene promene koje se odigravaju pri kalcinaciji pripremljenih uzoraka. Za ispitivanje strukture i morfologije površina mešovutih oksida Ca i drugih metala (katalizatora) koristiće se skenirajuća elektronska mikroskopija i energetska disperziona spektroskopija (SEM i EDS). Infracrvena spektroskopska analiza (FT-IR) koristiće se za određivanje funkcionalnih grupa. Za karakterizaciju katalizatora određiveće se i: raspodela veličina čestica, baznost titracijom pomoću Hametovih indikatora, kao i rastvorljivost katalizatora (pojedinih jona) u metanolu.

Za ispitivanja aktivnosti katalizatora biće izveden niz eksperimentata na labaratorijskom postrojenju Autoclave Engineers SCE Screening System.

Analize proizvoda reakcije tranesterifikacije biće izvedene primenom gasne hromatografije (GC-FID).

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati dobijeni u toku rada na ovoj doktorskoj disertaciji mogu predstavljati značajan naučni doprinos na polju primene mehanohemije kao metode za dobijanje aktivnih katalizatora za proces sinteze biodizela. U okviru istraživanja očekuju se nekoliko osnovnih doprinosa:

- Sinteza prahova na bazi mešovitih oksida kalcijuma i drugih metala (ZnO , MnO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3) mehanohemijskim putem čija bi se katalitička aktivnost, nakon detaljne karakterizacije i kalcinacije, ispitala u reakciji metanolize suncokretovog ulja i dobijanju metil estara masnih kiselina,
- Razjašnjenje uticaja dodatka vode ili alkohola tokom mehanohemijskog tretmana;
- Utvrđivanje uticaja dodatka oksida različitih metala tokom mehanohemijskog tretmana na aktivnost i izluživanje CaO ;
- Utvrđivanje uticaja dodatka promotora (K_2CO_3) tokom mehanohemijske sinteze;
- Definisanje aktivnosti katalizatora u procesu metanolize rafinisanog suncokretovog ulja.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Očekuje se da će doktorska disertacija imati sledeća poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak*, *Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće definisani glavni ciljevi disertacije, predmet istraživanja i doprinos disertacije.

Teorijski deo doktorske disertacije obuhvatiće analizu prethodnih istraživanja koja se odnose na:

- Biodizel;
- Dobijanje biodizela – reakcija transesterifikacije;
- Načine izvođenja reakcije transesterifikacije;
- Homogeno katalizovanu transesterifikaciju;
- Heterogeno katalizovanu transesterifikaciju;
- Pregled CaO i mešovitih oksida kao katalizatora u reakciji transesterifikacije u literaturi;
- Primenu mehanohemije u sintezi heterogenih katalizatora.

U *Eksperimentalnom delu* biće navedene metode korišćene u eksperimentalnom radu:

- Materijali i hemikalije korišćeni u radu;
- Priprema katalizatora – mehanohemijska sinteza i kalcinacija (termijski tretman);
- Instrumentalne metode karakterizacije mehanohemijski dobijenih katalizatora;
- Ispitivanje aktivnosti katalizatora u procesu sinteze biodizela (MEMK).

Poglavljje *Rezultati i diskusija* sadržaće detaljan prikaz svih dobijenih rezultata kao i njihovu diskusiju. Detaljno će biti prodiskutovani rezultati vezani za karakterizaciju katalizatora na bazi mešovitih oksida pomoću nekoliko instrumentalnih metoda. Razmatraće se uticaji procesnih parametara tokom mehanohemijske sinteze (dodatak vode, molski odnos polaznih prahova). Na osnovu dobijenih rezultata odrediće se katalizator sa optimalnim sastavom CaO kao aktivne komponente. Posebno će biti diskutovan uticaj dodatka promotora tokom mehanohemijske sinteze na aktivnost katalizatora u reakciji transesterifikacije.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati, izvedeni na osnovu izvršenih ispitivanja.

Literatura će sadržati navode citirane u disertaciji, kao i radove proistekle istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetog Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Željke Kesić „**SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KATALIZATORA NA BAZI MEŠOVITIH OKSIDA KALCIJUMA I DRUGIH METALA I ISPITIVANJE NJIHOVE AKTIVNOSTI U PROCESU HETEROGENO KATALIZOVANE SINTEZE BIODIZELA**” naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže prof. dr Ljiljana Mojović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu,
06.05.2014. godine

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Prof. dr Ljiljana Mojović,
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Dušan Jovanović, naučni savetnik
Univerzitet u Beogradu, NU Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

.....
Prof. dr Slavica Šiler-Marinković,
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Prof. dr Vlada Veljković,
Tehnološki fakultet, Leskovac, Univerzitet u Nišu

.....
Dr Miodrag Zdujić, naučni savetnik
Institut tehničkih nauka SANU, Beograd