

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/18

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

03.02.2023.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност
трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације
екстракције полутаната из индустријских отпадних токова

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Зоран (Видоје) Симић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2017.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Мирјана Кијевчанин

Звање: редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Cvetković, S.M., Radoičić, T.K., Novaković, J.G., Kovačević, V., Lopičić, Z.R., Adamović, V., Kijevčanin, M.L., Renewable hydrogen production perspective in Serbia via biogas generated from food processing wastewaters, Journal of Cleaner Production, 363 (2022) 132142, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132142> , (IF= 11.072, ISSN: 0959-6526)
2. Ilić-Pajić, J., Radović, I., Grozdanić, N., Stajić-Trošić, J., Kijevčanin, M., Volumetric and thermodynamic properties of binary mixtures of p-cymene with α -pinene, limonene and citral at atmospheric pressure and temperatures up to 323.15 K, Journal of Molecular Liquids, 344 (2021) 117486, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117486> , (IF= 6.633, ISSN: 0167-7322)
3. Cvetković, S.M., Radoičić, T.K., Kijevčanin, M., Novaković, J.G., Life Cycle Energy Assessment of biohydrogen production via biogas steam reforming: Case study of biogas plant on a farm in Serbia, International Journal of Hydrogen Energy, 46 (2021) 14130-14137, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.181> , (IF= 4.939, ISSN: 0360-3199)
4. Škobalj, P., Kijevčanin, M., Afgan, N., Jovanović, M., Turanjanin, V., Vučićević, B., Multi-criteria sustainability analysis of thermal power plant Kolubara-A Unit 2, Energy, 125 (2017) 837-847, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.027> , IF= 4.968, ISSN: 0360-5442)
5. Stijepovic, M.Z., Papadopoulos, A.I., Linke, P., Stijepovic, V., Grujic, A.S., Kijevčanin, M., Seferlis, P., Organic Rankine Cycle system performance targeting and design for multiple heat sources with simultaneous working fluid selection, Journal of Cleaner Production, 142 (2017) 1950-1970, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.088> , IF= 5.651, ISSN: 0959-6526)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 02.02.2023. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Зорана Симића**, број индекса 4007/17, под називом: **„Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређују др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Зорана В. Симића, мастер инж. технологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/327 од 29.12.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата ЗОРАН В. СИМИЋА за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом "ОДРЕЂИВАЊЕ ТЕРМОДИНАМИЧКИХ ПОДАТАКА ЗА РАВНОТЕЖУ ТЕЧНОСТ-ТЕЧНОСТ ТРОКОМПОНЕНТНИХ ВОДЕНИХ СИСТЕМА СА ЗЕЛЕНИМ РАСТВОРАЧИМА У ЦИЉУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ ЕКСТРАКЦИЈЕ ПОЛУТАНАТА ИЗ ИНДУСТРИЈСКИХ ОТПАДНИХ ТОКОВА".

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Зоран Симић, рођен је 19.02.1988. године у Београду, где је завршио основну и средњу школу.

Школске 2007/2008. године уписао је основне студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, изборно подручје Хемијско процесно инжењерство. У септембру 2015. године, дипломирао је одбравивши рад "Експериментално одређивање и обрада густина смеша биодизела и дизела на високом притиску". Школске 2015/2016. године, уписао је мастер студије на истом факултету, студијски програм Хемијско инжењерство. Мастер студије је завршио у септембру 2016. године, одбравивши рад на тему "Експериментално одређивање и обрада термодинамичких својстава етил естара на високим притисцима" који је радио под менторством проф. др Мирјане Кијевчанин. У периоду од јуна 2016. до јануара 2019. био је запослен у лабораторији Анахем, на позицији "Аналитичар за хроматографска и физичко-хемијска испитивања". Од јануара 2019. до јануара 2021. је био запослен у компанији Суперлаб, на позицији "Инжењер за подршку сектора Analyticalab-a". Докторске студије уписао је школске 2017/2018.

године, на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством проф. др Мирјане Кијевчанин.

Током 2022 и 2023. године ангажован је као технички експерт на пројекту „Зелена транзиција – имплементација Директиве о индустријским емисијама у Србији 2021-2025“ - Пројекат IED Србија, реализован у сарадњи Министарства заштите животне средине, Центра за чистију производњу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и Шведске агенције за међународну развојну сарадњу.

Део је тима који је добио циркуларни ваучер за иновацију, кроз сарадњу науке и привреде у области циркуларне економије у оквиру пројекта „Смањење угљеничног отиска локалних заједница применом принципа циркуларне економије у Републици Србији – Циркуларне заједнице“, који спроводи Министарство заштите животне средине и Програм Уједињених нација за развој (УНДП), уз финансијску подршку Глобалног фонда за животну средину (ГЕФ).

1.2 Стечено научноистраживачко искуство

У оквиру докторских студија положио је све испите предвиђене студијским програмом, са просечном оценом 9,73 и школске 2018/2019. године одбранио Завршни испит под називом "Испитивање равнотеже фаза вишекомпонентних двофазних система" са оценом 10, пред комисијом у саставу др Мирјана Кијевчанин, ред. проф., др Ивона Радовић, ред. проф., и др Татјана Калуђеровић-Радоичић, ред. проф.

Списак положених испита на докторским студијама:

Предмет	Број ЕСПБ	Оцена
1. Одабрана поглавља нумеричке анализе	5	10
2. Виши курс термодинамике	5	10
3. Пренос топлоте и енергетска интеграција	5	10
4. Биомаса као извор енергије	4	10
5. Одабрана поглавља пројектовања процеса у хемијској индустрији	5	10
6. Аналогије феномена преноса	5	8
7. Виши курс аналитичке хемије	5	9
8. Специјална поглавља преноса топлоте	4	10
9. Одабрана поглавља инструменталне анализе	7	10
10. Масена спектрометрија	5	10
11. Енглески језик		10
12. Завршни испит	30	10
Укупно	80	9,73

Од јануара 2021. године запослен је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у звању истраживач-приправник и ангажован је на активностима везаним за институционални пројекат финансиран од стране

Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (сада Министарства науке, иновација и технолошког развоја). У звање истраживач-приправник изабран је у јуну 2020. године.

Области истраживања Зорана Симића су зелена хемија, равнотежа течност-течност, биогорива, термодинамичко моделовање, хроматографија и пречишћавање отпадних индустријских токова. Резултати добијени на основу досадашњег научноистраживачког рада Зорана Симића представљени су кроз радове (један – М21, један – М22) и саопштења (три – М33, три – М34, један – М63).

Списак објављених научних радова и саопштења

Радови објављени у часописима међународног значаја - М20

Рад у врхунском међународном часопису, М21

1. M.A. Aissa, I.R. Radović, **Z.V. Simić**, M.Lj. Kijevčanin, Thermodynamic and transport properties of ternary mixture (ethyl oleate + n-hexadecane +1-butanol) and its binary constituents (ethyl oleate +1-butanol and ethyl oleate + n-hexadecane) at different temperatures and atmospheric pressure, Journal of Molecular Liquids, 317 (2020) 114186 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114186>, IF(2020)= 5.065, ISSN: 0167-7322.

Рад у истакнутом међународном часопису, М22

1. **Z.V. Simić**, M.Lj. Kijevčanin, I.R. Radović, M. Grilc, G.R. Ivaniš. Thermodynamic and Transport Properties of Biomass-Derived Furfural, Furfuryl Alcohol and Their Mixtures, Energies 14 (2021) 7769; DOI: <https://doi.org/10.3390/en14227769>, IF (2021) = 3.252, ISSN: 1996-1073.

Саопштење са међународног скупа штампано у целости, М33

1. **Z.V. Simić**, Application of instrumental methods in analysis of water samples, 32. Procesing, Belgrade, Serbia, May 30-31.2019, Book of Abstracts, 307-314, ISBN: 978-86-81505-94-6.

2. **Z.V. Simić**, M.LJ. Kijevčanin, I.R. Radović, Liquid-liquid equilibrium of the ternary water solutions system in separation processes, 34. Procesing, Novi Sad, Serbia, June 3-4.2021, Book of Abstracts, 141-144, ISBN: 978-86-85535-08-6.

3. **Z.V. Simić**, M.Lj. Kijevčanin, I.R. Radović, Analysis of different possibilities for determination tie lines in liquid-liquid equilibria, 35. Procesing, Belgrade, Serbia, Jun 1-3.2022, Book of Abstracts, 319-323, ISBN: 978-86-85535-12-3.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу, М34

1. M.M. Zarić, G.R. Ivaniš, **Z.V. Simić**, I.R. Radović, M.Lj. Kijevčanin, Thermodynamic and thermophysical properties for green compounds at high pressures, Thermam 2021,

Rostock, Germany, September 09-10.2021, Book of Abstracts, 139, ISBN: 978-3-941554-24-5.

2. Z.V. Simić, G.R. Ivaniš, I.R. Radović, M.Lj. Kijevčanin, Thermodynamic properties of pure furfural and furfuryl alcohol and binary mixture at different pressures and temperatures, 1st International PhD Student's Conference at the University of Life Sciences in Lublin, Poland, 26 April 2022, ISBN 978-83-7259-360-3 on-line, <https://doi.org/10.24326/ICDSUPL1.T029>

3. Z.V. Simić, I.R. Radović, M.Lj. Kijevčanin, Experimental Determination of Liquid-Liquid Equilibrium Data on Ternary Water Systems, CNNTech 2022, Zlatibor, Serbia, July 05-08.2022, Book of abstract, 27, ISBN: 978-86-6060-120-1.

Саопштење са националног скупа штампано у целисти, M63

1. Z.V. Simić, N.D. Grozanic, K. Miletić, M.Lj. Kijevčanin, I.R. Radović, Experimental determination of linalool, α -pinene and β -pinene densities at high pressure, 57. savetovanje SHD, Kragujevac, Serbia, June 18-19.2021, Book of Abstracts, 121-127, ISBN-978-86-7132-077-1

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и остварених резултата током докторских студија, кандидат је испољио квалитет, заинтересованост и способност за бављење научноистраживачким радом. Кандидат је до сада објавио један рад у врхунском међународном часопису и један рад у истакнутом међународном часопису, шест саопштења на међународним скуповима и једно саопштење на скуповима националног значаја. На основу биографских података кандидата, његових научних и стручних активности, као и постигнутих научноистраживачких резултата, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет научног истраживања представља експериментално одређивање термодинамичких својстава за трокомпонентне водене системе који у свом саставу поред воде садрже зелени растварач и супстанцу која представља полутант индустријских отпадних токова.

Последњих година се све више говори о уштеди електричне енергије, како због повећања трошкова коришћења, тако и због смањења количине доступне енергије¹⁻⁵. Да би се овај проблем превазишао у индустријским процесима, потребно је окренути се неким новим, ефикаснијим процесима, који изискују мању потрошњу енергије, односно радити на повећању енергетске ефикасности самог процеса. Један од енергетски захтевних процеса је сепарација раствора на основу равнотеже течност-течност (LLE). Такође, замена класичних, токсичних органских раствара

новим зеленим растварачима је један од индустријских трендова^{6,7}. Да би се испитале могућности коришћења нових зелених растварача, као и даље пројектовање процеса са новим растварачима, неопходно је познавање термодинамичких података као што су подаци за равнотежу течност-течност, одговарајућу бинодалну криву и равнотежне линије⁸⁻¹⁶. Подаци за равнотежу течност-течност представљају веома важан скуп података у пројектовању многих индустријских сепарационих процеса, посебно у хемијској индустрији.

У оквиру ове дисертације неопходно је експериментално одредити низ термодинамичких и равнотежних величина система одабраних за анализу. Експериментална мерења биће извршена у лабораторији за хемијско-инжењерску термодинамику на Технолошко-металуршком факултету. Мерења ће се вршити на атмосферском притиску и у жељеном опсегу температуре. Густине чистих компонената и њихових смеша мере се на гутиномеру Anton Paar DSA 5000M, а вредности за индекс рефракције помоћу рефрактометра Anton Paar RXA 156. Садржај воде ће се одређивати на Карл Фишер титратору Titroline 7500 KF. Састави фаза трокомпонентних смеша ће се одређивати коришћењем гасне хроматографије у Институту Суперлаб као и преко индекса рефракције.

На основу експериментално одређених термодинамичких параметара равнотеже течност-течност, биће дефинисани равнотежни дијаграми за одговарајуће системе као и коефицијенти дистрибутивности и селективности преко којих ће се одредити да ли неки зелени растварач и у којој мери има потенцијалну примену за екстракцију одређене загађујуће хемикалије из водене фазе у индустријским токовима. Поузданост експерименталних мерења биће проверена помоћу корелација Hand¹⁷ и Othmer-Tobias¹⁸. За моделовање LLE података користиће се UNIQUAC excess Gibb's Free Energy¹⁹ модел. Резултати добијени сваким од поменутих модела биће упоређени са експериментално одређеним вредностима како би се утврдила њихова применљивост. Анализираће се међумолекулске интеракције у одговарајућим системима.

Циљ истраживања представља одређивање експерименталних термодинамичких података нових трокомпонентних водених система заснованих на равнотежи течност-течност. Ови системи ће подразумевати употребу зелених растварача за екстракцију полутаната из отпадних индустријских токова коришћењем екстракције течно-течно као методу сепарације. Такође, третман индустријских отпадних токова представља енергетски захтеван процес па би се додатни допринос овог типа сепарације огледао у смањеној потрошњи електричне енергије а самим тим и смањењу емисије загађујућих материја. Очекује се да овакав тип истраживања може имати велики допринос у проналажењу нових могућности употребе зелених хемикалија за које се сматра да нису штетни за човека и околину.

Литература

[1] Dai Y, Zheng F, Xia B, Cui P, Wang Y, Gao J, Application of Mixed Solvent To Achieve an Energy-Saving Hybrid Process Including Liquid-Liquid Extraction and Heterogeneous Azeotropic Distillation. Ind. Eng. Chem. Res. 58 (2019) 2379–2388.

- [2] Meng J, Hu X, Chen P, Coffman D, Han M, The unequal contribution to global energy consumption along the supply chain, *Journal of Environmental Management* 268 (2020) 110701.
- [3] Welsby D, Price J, Pye S, Ekins P, Unextractable fossil fuels in a 1.5 °C world, *Nature* 597 (2021) 230–234.
- [4] Malicoa I, Pereira RN, Gonçalves AC, Sousa AMO, Current status and future perspectives for energy production from solid biomass in the European industry. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 112 (2019) 960–977.
- [5] Baranidharan M, Kanna RR, Singh RR, Energy Saving on Industrial Drive Technologies - Past, Present, and Future Perspective, *IOP Conf. Series, Materials Science and Engineering* 906 (2020) 012005.
- [6] Oomen WW, Begines P, Mustafa NR, Wilson EG, Verpoorte R, Choi YH, Natural Deep Eutectic Solvent Extraction of Flavonoids of *Scutellaria baicalensis* as a Replacement for Conventional Organic Solvents, *Molecules* 25 (2020) 617.
- [7] Giraud RJ, Williams RA, Sehgal A, Ponnusamy E, Phillips AK, Manley JB, Implementing green chemistry in chemical manufacturing: a survey report. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2 (2014) 2237–2242.
- [8] Tetrisyanda R, Khudaidda SH, Lee HY, Lee MJ, Liquid-liquid equilibria of ternary aqueous mixtures containing alcohols and alkyl levulinates, *The Journal of Chemical Thermodynamics* 156 (2021) 106384.
- [9] Seo WW, Yim JH, Lim JS, Choi KY, Liquid-liquid equilibrium (LLE) data of ternary mixtures of [water+acetic acid+1-nonanol] and [water+acetic acid+1-decanol] at 298.2–318.2 K and 101.3 kPa, *Korean Journal of Chemical Engineering* 39 (2022) 3422–3433.
- [10] Aljimaz A, Fandary MSH, Alkandary JA, Fahim MA, Liquid-Liquid Equilibria of the Ternary System Water + Acetic Acid + 1-Heptanol, *J. Chem. Eng. Data* 45 (2000) 301–303.
- [11] Jiang Y, Lin S, Yan H, Guo H, Li Q, Liquid-liquid equilibrium data measurement and thermodynamic modelling for ternary mixtures composed of water, diethylene glycol dimethyl ether and different solvents at 298.2 K, *The Journal of Chemical Thermodynamics* 165 (2022) 106669.
- [12] Yan H, Han Y, Sun S, Han M, Fan W, Li Q, Liquid-liquid equilibrium for ternary systems of water + tetrahydrofurfuryl alcohol + isopentanol/1-hexanol at 303.2, 313.2, 323.2 K, *The Journal of Chemical Thermodynamics* 166 (2022) 106688.
- [13] Nann A, Held C, Sadowski G, Liquid-Liquid Equilibria of 1 Butanol/Water/IL Systems, *Ind. Eng. Chem. Res.* 52 (2013) 18472–18481.
- [14] Garcia-Flores BE, Galicia-Aguilar G, Eustaquio-Rincón R, Trejo A, Liquid–liquid phase diagrams of ternary systems as a function of temperature: isooctane + aromatic + methanol with and without water, *Fluid Phase Equilibria* 185 (2001) 275–293.
- [15] Wales MD, Huang C, Joos LB, Probst KV, Vadlani PV, Anthony JL, Rezac ME, Liquid-Liquid Equilibria for Ternary Systems of Water + Methoxycyclopentane + Alcohol (Methanol, Ethanol, 1 Propanol, or 2 Propanol), *J. Chem. Eng. Data* 61 (2016) 1479–1484.
- [16] Ghanadzadeh H, Ghanadzadeh A, (Liquid + liquid) equilibria in (water + ethanol + 2-ethyl-1-hexanol) at T = (298.2, 303.2, 308.2, and 313.2) K, *J. Chem. Thermodynamics* 35 (2003) 1393–1401.
- [17] Hand DB, Dimeric distribution. *J. Phys. Chem.* 34 (1930) 1961–2000.

[18] Othmer D, Tobias P, Liquid-liquid extraction data-the line correlation. Ind. Eng. Chem. 34 (1942) 693–696.

[19] Abrams DS, Prausnitz JM, Statistical thermodynamics of liquid mixtures: A new expression for the excess Gibbs energy of partly or completely miscible systems. AIChE J. 21 (1975) 116–128.

3. Полазне хипотезе

Познавање података за равнотежу течност-течност је од изузетног значаја за пројектовање многих индустријских сепарационих процеса. Ова докторска дисертација ће садржати резултате испитивања термодинамичких карактеристика трокомпонентних водених система на основу којих се могу тумачити молекулске интеракције унутар раствора. Такође, експериментално одређени подаци за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система потврдиће колико ефикасно нова зелена једињења могу заменити стандардне токсичне индустријске раствараче у процесима екстракције течно-течно. Сви експериментални подаци биће корелисани различитим термодинамичким моделима.

4. Научне методе истраживања

Методе истраживања обухватају експериментална мерења тј. одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система и корелације у смислу испитивања ефикасности постојећих модела као и потврде квалитета експерименталних података. Експериментална мерења биће извршена у лабораторији за хемијско-инжењерску термодинамику на Технолошко-металуршком факултету. Користиће се следећа апаратура: густиномер Anton Paar DSA 5000 M, рефрактометар Anton Paar RXA 156, Карл Фишер титратор Titroline 7500 KF. За одређивање равнотежних података примениће се визуелни метод одређивања тачке замућења титрацијом. Састави фаза трокомпонентних смеша ће се одређивати коришћењем гасне хроматографије у Институту Суперлаб као и преко индекса рефракције. Мерења ће се вршити на атмосферском притиску и у широком температурном опсегу. Ови експериментални подаци дају увид у међумолекулске интеракције компонената испитиваних система, област мешљивости делимично мешљивих система, дистрибуцију супстанце која представља полутант у отпадним индустријским токовима у воденој и органској фази као и селективност растварача. Експериментални термодинамички подаци ће се моделовати различитим предиктивним и корелативним термодинамичким моделима. За моделовање равнотежних података примениће се UNIQUAC модел. Моделовањем података стиче се увид у ефикасност примењених модела на испитиване системе и израчунавају се нови бинарни интеракциони параметри што даје могућност употребе модела као предиктивних.

5. Очекивани научни допринос

Резултати ове докторске дисертације представљају значајан научни допринос на пољу испитивања термодинамичке равнотеже течност-течносћ и њене примене код раздвајања компонената у процесиу екстракције и у другим сепарационим процесима. У оквиру истраживања очекује се неколико научних доприноса:

- Примена нових нискотоксичних растварача за екстракцију полутаната из отпадних индустријских токова процесом екстракције течност-течносћ;
- Проширивање фундаменталног знања и базе података из области термодинамичке равнотеже течност-течносћ;
- Дефинисање термодинамичких параметара нових нетоксичних растварача и испитивање њихове природе и структуре;
- Верификација различитих корелативних и предиктивних модела за примену на испитиване системе.

6. План истраживања и структура рада

У току истраживања биће урађено следеће:

- преглед литературе у циљу проналажења нових система за одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течносћ трокомпонентних водених система,
- одабир одговарајућих зелених хемикалија, који нису довољно испитани у литератури како би се утврдио њихов потенцијал у екстракцији полутаната из отпадних индустријских токова,
- експериментално одређивање података за равнотежу течност-течносћ трокомпонентних водених система који у свом саставу садрже индустријски полутант и зелену хемикалију.
- моделовање добијених резултата различитим предиктивним и корелативним моделима

Очекује се да ће докторска дисертација имати следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Моделовање, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.*

У поглављу *Увод* биће дефинисани главни циљеви дисертације, предмет истраживања и допринос дисертације.

У оквиру *Теоријског дела* докторске дисертације биће обухваћен преглед литературних истраживања везаних за експерименталне методе за одређивање термодинамичке равнотеже течност-течносћ трокомпонентних смеша, као и за ефикасност до сада примењених растварача у сепарацији полутаната из индустријских отпадних токова.

У оквиру *Експерименталног дела* биће обрађено следеће целине: Избор система за анализу; План експеримената; Коришћене хемикалије; Експерименталне методе за одређивање равнотеже течност-течносћ, густине и индекса рефракције; Основни принципи и начин рада апаратура коришћених за експериментална мерења; Поступак прављења смеша.

Поглавље *Моделовање* садржаће приказ модела примењених на експерименталне податке.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани сви резултати мерења као и њихова дискусија. Детаљно ће бити приказани резултати одређивања тачака

замућења трокомпонентних система при одређивању равнотежних података. Такође, биће дискутовани и резултати примењених модела при обради експерименталних података.

У поглављу *Закључак* биће сумирани сви најважнији закључци до којих је кандидат дошао током израде ове докторске дисертације на основу извршених експерименталних мерења и моделовања.

Сви цитирани наводи, као и радови који су настали у току истраживања и рада на овој докторској дисертацији, налазиће се у поглављу *Литература*.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем раду и постигнутим резултатима може се закључити да кандидат Зоран В. Симић, мастер инжењер технологије, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу наведених података, Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације Зорана В. Симића под називом „Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова” научно заснована и да ће резултати овог рада представљати значајан научни допринос научној области хемијског инжењерства. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Зорану В. Симићу одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора се предлаже др Мирјана Љ. Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 26.01.2023. године

Чланови комисије

1. Др Мирјана Кијевчанин, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет
2. Др Ивона Радовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет
3. Др Зорица Лопичић, научни сарадник
Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина