

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026 - 35/103

Број захтева)

9. 4. 2026.

(Датум)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације::

КАНДИДАТ Зоран (Видоје) Симић

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму: **Хемијско инжењерство**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

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

из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана 13. 2. 2023. својим актом под бр. 61206-478/2-23 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

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

Име и презиме ментора: др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 5. 2. 2026. одлуком факултета под бр. 2025-35/33, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ивона Радовић	редовни професор	Хемијско инжењерство	ТМФ
2.	Др Мирко Стијеповић	редовни професор	Хемијско инжењерство	ТМФ
3.	Др Зорица Лопичић	виши научни сарадник	Технолошко инжењерство	ИТНМС

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 4. 3. 2026.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 9. 4. 2026.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној **9. 4. 2026.**

одлуком факултета под бр. 2026-35/105, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ивона Радовић	редовни професор	Хемијско инжењерство	ТМФ
2.	Др Мирко Стијеповић	редовни професор	Хемијско инжењерство	ТМФ
3.	Др Зорица Лопичић	виши научни сарадник	Технолошко инжењерство	ИТНМС

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Студент је уписан на докторске студије школске 2017/2018. године.

Решењем декана бр. 20/168 од 2. 10. 2023. године одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до 30. 9. 2026. године

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

др Мирјана Кијевчанин, редовни професор

-
- Прилози:**
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

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



Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр.

20/168

02. 10. 2023

год.

БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту **Зоран Симић**, број индекса 2017/4007, уписан у прву годину докторских академских студија школске 2017/2018 године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до 30.09.2026 године.



Декан

Проф. др Петар Ускоковић

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. 41. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 9. 4. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја о оцени докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије у саставу: др Ивона Радовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Мирко Стијеповић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Зорица Лопичић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“** коју је поднео **Зоран Симић**, мастер инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Зорана 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“** Одлуком број: 61206-478/2-23 од 13. 3. 2023. године. Верификација научних доприноса:

Категорија M21a:

1. **Simić, Z.V.**, Radović, I.R., Stijepović, M.Z., Kijevčanin, M.Lj. (2023). Liquid-liquid equilibria of the ternary systems water + C1–C3 alcohols + dimethyl adipate at 298.15 K and atmospheric pressure: Experimental data and modeling. *Journal of Molecular Liquids*, 377, 121542. (IF=6.633) (ISSN: 0167-7322) (<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.121542>)

Категорија M22:

1. **Simić, Z.**, Radović, I., Kijevčanin, M., (2025). Measurement and Correlation of Liquid–Liquid Equilibrium Data for Ternary Systems Water + Acetone + Organic Solvents (Isoamyl Acetate, Ethyl Butyrate, 1-Octanol, 1-Decanol) at 298.15 K and Atmospheric Pressure. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 70, 3283–3295. (IF=2.3) (ISSN: 0021-9568) (<https://doi.org/10.1021/acs.jced.5c00147>)

2. **Simić, Z.**, Kijevčanin, M., Radović, I. (2024). Measurement and Correlation of Liquid-Liquid Equilibrium Data for Ternary Systems Water + C1–C3 Alcohols + Diethyl Adipate at 298.15 K and Atmospheric Pressure. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 69, 3610–3618. (IF=2.6) (ISSN: 0021-9568) (<https://doi.org/10.1021/acs.jced.3c00708>)

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове и Архиви факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ДV

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. 41. и 42. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 9. 4. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Зорана Симића**, мастер инжењера технологије, са темом под називом **„Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“**, у саставу:

1. Др Ивона Радовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Мирко Стијеповић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Зорица Лопичић, виши научни сарадник Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.

Одлуку доставити: Одлуку доставити: члановима Комисије, Универзитету у Београду, Служби за наставно-студентске послове и Архиви Факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Зорана Симића

Одлуком бр. 2026-35/33 од 5. фебруара 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Зорана Симића под насловом „Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“.

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Зоран Симић, мастер инжењер технологије, уписао је школске 2017/2018. докторске академске студије на студијском програму Хемијско инжењерство на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду.

29. децембар 2022. – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, донета је одлука број 35/327 о именовању Комисије за оцену за оцену научне заснованости теме докторске дисертације Зорана 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“.

2. фебруар 2023. – На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, донета је одлука број 35/18 о прихватању извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Зорана 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“. За ментора ове докторске дисертације именована је др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

13. март 2023. – На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донета је одлука бр. 61206-478/2-23 о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације Зорана 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“.

2. октобар 2023. – Одлуком број 20/168, на основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 76. Статута Универзитета у Београду Технолошко-металуршког факултета и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

5. фебруар 2026. – Одлуком број 2026-35/33, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену докторске

дисертације Зорана 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”.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Техничко-технолошке науке, а у научној грани Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментор, др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, на основу досадашњег научноистраживачког рада и броја објављених радова испуњава све неопходне услове да руководи изразом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Зоран Симић, рођен је 19. фебруара 1988. године у Београду, где је завршио основну и средњу Медицинску школу. Школске 2007/2008. године уписао је основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, изборно подручје Хемијско процесно инжењерство. У септембру 2015. године, дипломирао је одбранивши завршни рад “Експериментално одређивање и обрада густина смеша биодизела и дизела на високом притиску”. Школске 2015/2016. године, уписао је мастер академске студије на истом факултету, студијски програм Хемијско инжењерство. Мастер академске студије је завршио у септембру 2016. године, одбранивши 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. Докторске академске студије уписао је школске 2017/2018. године, на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством проф. др Мирјане Кијевчанин. У звање истраживач-приправник изабран је 2020. године, а у звање истраживач-сарадник 2023. године. Од јануара 2021. године запослен је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета.

Током 2022, 2023 и 2025. године био је ангажован 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 међународни развој и сарадњу.

Кандидат је 2023. године реализовао краткорочну научну мисију (Short-Term Scientific Mission) на Факултету примењеног инжењерства Универзитета у Антверпену, Белгија, у оквиру истраживачке групе iPRACS, као део COST акције CA20133 („FULLRECO4US“).

Учествовао је на реализацији Циркуларних ваучера 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 спроводе Министарство заштите животне средине и Програм Уједињених нација за развој (УНДП), уз финансијску подршку Глобалног фонда за животну средину (ГЕФ).

Резултати досадашњег научноистраживачког рада Зорана Симића објављени су у часописима међународног значаја, и то: два рада из категорије M21a, четири из категорије M22, пет саопштења из категорије M33, једанаест саопштења из категорије M34 и једно саопштење из категорије M63. Од тога, три рада објављена у врхунским међународним часописима односе се на проблематику изложену у докторској дисертацији. Члан је Српског хемијског друштва, Савеза хемијских инжењера, Друштва за процесну технику и Комитета младих професионалаца Националног нафтног комитета Србије. Од 2023. редовни је члан је организационог одбора међународне конференције о процесној индустрији – Procesing.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Зорана 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” написана је на 122 нумерисане стране, у оквиру којих се налази 80 слика, 24 табеле и 155 литературних навода. Докторска дисертација садржи следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Моделовање експерименталних података, Резултати и дискусија, Закључак, Литература и Прилог. Поред тога, дисертација садржи Резиме на српском и енглеском језику, Списак скраћеница и симбола и Садржај. На крају дисертације дата је Биографија кандидата, као и Изјава о ауторству, Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада, Изјава о коришћењу и Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације. По својој форми и садржају, рад задовољава прописане стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу **Увод** приказани су предмет и циљ докторске дисертације, дат је оквир који обухвата проблем загађења водених ресурса и значај примене зелене хемије у процесима третмана отпадних вода. Такође, дефинисане су и полазне хипотезе истраживања. У оквиру овог поглавља образложена је потреба за применом екстракције течност–течност уз употребу зелених растварача, описани су основни принципи, те је представљен концепт и структура експерименталних истраживања и моделовања која су спроведена у раду. Посебна пажња посвећена је идентификацији адекватних зелених растварача и њиховој ефикасности у издвајању органских полутаната из водених раствора, уз минимализацију негативног утицаја на животну средину. Наглашена је важност термодинамичке анализе и примене термодинамичких модела, као што је UNIQUAC, за предвиђање термодинамичких својстава трокомпонентних система. Поред наведеног, увод пружа основу за разумевање повезаности између структуре молекула и селективности растварача, што је кључно за развој одрживих индустријских процеса.

У **Теоријском делу** рада разматрана је екстракција течност–течност као кључна операција раздвајања компонената у различитим гранама индустрије, као и у заштити животне средине. Основни принцип заснива се на различитој растворљивости супстанци у две немешљиве фазе, уз утврђивање термодинамичке равнотеже и примену термодинамичких модела, као што је UNIQUAC модел, за предвиђање фазног понашања. Посебна пажња посвећена је примени зелених растварача - диестрима адипинске киселине (диметил-адипат, диетил-адипат), дуголанчаним алкохолима (1-октанол, 1-деканол) и естрима монокарбоксилних киселина (изоамил-ацетат, етил-бутират) - који комбинују умерену поларност, ниску токсичност, биоразградивост и добру селективност у LLE системима. Истражена је њихова структура, физичко-хемијска својства и међумолекулске интеракције које утичу на формирање стабилних двофазних система, као и еколошки аспекти примене у индустријским процесима. Подаци о равнотежи течност-течност омогућавају оптимизацију процеса, избор еколошки прихватљивих растварача, контролу квалитета производа, повећање енергетске ефикасности и скалирање лабораторијских резултата на индустријски ниво, чиме се интегрише експериментална термодинамика са принципима зелене хемије и одрживог развоја.

У поглављу **Експериментални део** представљена су експериментална мерења спроведена у оквиру ове дисертације. Дат је избор анализираних хемикалија, а приказани су и поступци провере њихове чистоће, као и поређење са подацима из литературе. Наведен је поступак припреме узорака, и дат је приказ методе одређивања мерне несигурности за експерименталне податке. У оквиру експерименталног рада описана је коришћена апаратура и процедура мерења, која је обухватала мерење густине, индекса рефракције, Карл Фишер титрацију и гасну хроматографију. Детаљно је описано експериментално одређивање података за равнотежу течност-течност, што подразумева одређивање тачака бинодалне криве, односно фазних граница применом синтетичког метода замућења комбинованог са титрационом техником. Описана је метода одређивања равнотежних линија мерењем индекса рефракције.

У поглављу **Моделовање експерименталних података** приказан је поступак корелисања експериментално добијених података за равнотежу течност-течност испитиваних трокомпонентних система. Описана је примена Hand и Othmer–Tobias корелација за проверу конзистентности експерименталних података и одређивање параметара фитовања. Дат је приказ UNIQUAC модела, који је коришћен за одређивање равнотежних параметара. Наведен је поступак одређивања података у софтверском пакету Aspen Plus.

У поглављу **Резултати и дискусија** приказани су и детаљно анализирани резултати експерименталних истраживања и моделовања равнотеже течност-течност за системе од значаја за екстракцију органских једињења из водених раствора применом зелених растварача. Поглавље је структурирано у три целине. Прва целина посвећена је могућности екстракције ацетона из воде применом зелених растварача који се користе у козметичкој индустрији (изоамил-ацетат, етил-бутират, 1-октанол, 1-деканол), где су експериментално одређени подаци о бинодалним кривама и равнотежним линијама, израчунати коефицијенти расподеле и селективности, чиме је формиран сет термодинамичких података за равнотежу течност–течност који обухвата саставе коегзистирајућих фаза и параметре неопходне за анализу и пројектовање екстракционих процеса. Анализиране су међумолекулске интеракције које утичу на процес раздвајања, чиме је омогућено боље разумевање механизма расподеле компонената између фаза и рационалнији избор екстракционих растварача. Поузданост експерименталних података проверена је применом Hand и Othmer–Tobias корелација, а подаци су моделовани UNIQUAC моделом у програмском пакету Aspen Plus. Извршено је и поређење међусобних растворљивости бинарних система вода–органски зелени растварач са литературним подацима, чиме је потврђена тачност експерименталних мерења и обезбеђена поуздана основа за даљу термодинамичку анализу и моделовање. У наставку је приказано испитивање екстракције алифатских алкохола из водених раствора применом диетил-адипата и диметил-адипата. За наведене системе спроведена је детаљна анализа равнотеже течност–течност, која је обухватила експериментално одређивање бинодалних кривих и равнотежних линија, процену ефикасности екстракције на основу коефицијената расподеле и селективности, као и проверу поузданости добијених података применом Hand и Othmer–Tobias корелација, уз њихово термодинамичко моделовање UNIQUAC моделом. Добијени резултати омогућавају упоредну оцену испитиваних растварача и њиховог потенцијала за примену у енергетски ефикасним и еколошки прихватљивим процесима раздвајања.

Закључак садржи сумиране коментаре на основу свих добијених резултата у овој дисертацији уз наглашавање постигнутог научног доприноса.

Литература садржи све референце цитиране у докторској дисертацији, релевантне за истраживање.

У **Прилогу** је дат приказ примене софтвера Aspen Plus на корелисање експерименталних података, са циљем транспарентности и репродуктивности прорачуна. Поступак обухвата дефинисање компоненти, избор модела, унос бинарних интеракционих параметара, регресију експерименталних података и анализу добијених резултата.

Дисертација садржи и Биографију кандидата, Изјаву о ауторству, Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије, Изјаву о коришћењу и Оцену извештаја о провери оригиналности докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Интензиван развој индустрије и све строжи еколошки захтеви условили су потребу за развојем одрживих и енергетски ефикасних сепарационих процеса, као и замену конвенционалних органских растварача који су често токсични и испарљиви. Имајући то у виду, истраживања усмерена ка примени зелених растварача представљају један од актуелних праваца савремене хемијске и процесне индустрије. Посебан значај има испитивање њихове примене у процесима екстракције

течност–течност, који омогућавају ефикасно издвајање органских компоненти уз мању потрошњу енергије и смањен утицај на животну средину.

Предмет ове докторске дисертације било је систематично испитивање могућности примене зелених растварача као екстракционих агенаса за издвајање органских загађивача из водених раствора који симулирају индустријске отпадне токове. Истраживање је обухватило органске естре и више алифатске алкохоле (изоамил-ацетат, етил-бутират, 1-октанол и 1-деканол) као потенцијалне раствараче за екстракцију ацетона, као и диметил-адипат и диетил-адипат као еколошки прихватљиве раствараче за екстракцију метанола, етанола, 1-пропанола и 2-пропанола. На основу доступне научне литературе, системи испитивани у овој дисертацији нису били довољно истражени у погледу равнотеже течност–течност и екстракционих карактеристика, што указује на научну новину и актуелност спроведених истраживања.

У раду је извршена свеобухватна термодинамичка анализа испитиваних система, која је обухватила експериментално одређивање бинодалних кривих и равнотежних линија, одређивање коефицијената расподеле и селективности, као и анализу међумолекулских интеракција одговорних за фазно понашање и ефикасност раздвајања. Поузданост добијених података потврђена је применом одговарајућих корелација, док је моделовањем експерименталних резултата омогућено одређивање бинарних интеракционих параметара и предвиђање фазног понашања система.

Оригиналност дисертације огледа се у интегралном приступу који повезује експериментална испитивања, термодинамичку анализу и моделовање равнотеже течност–течност у циљу процене применљивости зелених растварача у екстракционим процесима.

Савременост и научна релевантност истраживања потврђене су применом актуелних експерименталних и термодинамичких приступа, као и чињеницом да добијени резултати доприносе проширењу базе термодинамичких података и бољем разумевању фазног понашања система од значаја за зелену хемију и одрживи развој процесне индустрије. Ова истраживања пружају могућност примене добијених резултата за развој одрживих технологија третмана отпадних вода, селективну рекулпацију вредних компоненти и пројектовање еколошки прихватљивих сепарационих процеса. Ови резултати представљају оригиналан допринос науци и индустрији, јер пружају нове податке о термодинамичком понашању зелених растварача у индустријски релевантним системима, чиме се потврђује актуелност и значај спроведених истраживања.

Савременост и оригиналност истраживања приказаних у овој докторској дисертацији потврђени су објављивањем више радова из тезе у истакнутим међународним часописима и саопштењима на скуповима од националног и међународног значаја.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћено 155 литературних навода (укључујући литературне наводе које је кандидат објавио), који у потпуности одговарају теми и указују на актуелност истраживања. У оквиру израде докторске дисертације кандидат је обавио систематски преглед научне и стручне литературе из области релевантних за тему рада. Већина наведених литературних навода представља научне радове новијег датума који су објављени у реномираним међународним часописима са SCI листе. У оквиру литературних навода коришћене су и научне публикације ранијег датума у којима се налазе основна сазнања за истраживања спроведена у дисертацији. Истраживања која су приказана у наведеним референцама помогла су у планирању експерименталног рада, анализи и дискусији добијених резултата, као и за извођење закључака.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру ове докторске дисертације постављени задаци везани за испитивање трокомпонентних водених система са „зеленим“ растварачима реализовани су применом комбинације експерименталних метода и метода обраде добијених података, укључујући анализу фазне равнотеже и физичко-хемијских својстава раствора. Циљ истраживања био је: прецизно одређивање равнотежних параметара, процена селективности и потенцијала зелених растварача у екстракцији органских

загађујућих материја, као и моделовање фазног понашања система ради оптимизације индустријских сепарационих процеса.

За остваривање ових циљева коришћене су следеће експерименталне методе: мерење густине раствора - провера чистоће хемикалија, мерење индекса рефракције - провера чистоће хемикалија и одређивање састава фаза у трокомпонентним системима, Карл-Фишер титрација за квантитативно одређивање садржаја воде у органским и воденим фазама, хроматографска анализа за идентификацију и квантитативно одређивање концентрација компоненти у свакој фази, експериментално мерење равнотеже течност-течност трокомпонентних система – експериментално одређивање бинодалних кривих и равнотежних линија.

Обрада експерименталних података извршена је применом корелација Hand и Othmer–Tobias за процену поузданости резултата, као и моделовањем равнотежних података применом UNIQUAC термодинамичког модела за предвиђање фазног понашања система. Моделовање је урађено у програму Aspen Plus. При моделовању равнотеже течност-течност одређени су бинарни интеракциони параметри за све испитиване системе.

Применом наведених метода омогућено је добијање поузданих и репродуктивних резултата који омогућавају квантификацију селективности и потенцијала „зелених“ растварача у екстракцији органских загађујућих материја, као и оптимизацију екстракционих процеса за индустријску примену.

3.4. Применљивост остварених резултата

Применљивост остварених резултата огледа се у могућности примене зелених растварача у сепарационим процесима као еколошки прихватљиве алтернативе конвенционалним органским растварачима. Испитани растварачи показали су потенцијал за ефикасно издвајање ацетона и алкохола из водених раствора, што омогућава оптимизацију екстракционих процеса и примену у третману индустријских отпадних водених токова.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Зоран Симић је током израде докторске дисертације показао стручност и способност у коришћењу, припреми и реализацији експеримената, као и коришћењу различитих техника карактеризације, моделовања, као и анализи добијених резултата. Комисија сматра да кандидат Зоран Симић, квалитетом остварених научних резултата, као и својим ангажовањем у научноистраживачком раду током израде ове докторске дисертације, поседује све квалитете неопходне за самосталан научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Спроведено је систематско испитивање термодинамичких својстава трокомпонентних водених система са различитим „зеленим“ растварачима, што је омогућило детаљно разумевање фазног понашања ових система.
- Експериментално су одређени равнотежни подаци за све испитиване системе, укључујући системе: вода + ацетон + органски растварач, као и вода + алифатски алкохоли + диетил-адипат (+диметил-адипат).
- Одређени су потенцијали органских естара и виших алифатских алкохола за селективно издвајање ацетона, као и диетил-адипата и диметил-адипата за екстракцију алкохола из водених раствора, на основу утврђених вредности селективности и коефицијената расподеле, што пружа основу за еколошки прихватљиву оптимизацију сепарационих процеса.
- Објашњене су међумолекулске интеракције у системима и њихов утицај на понашање делимично мешљивих система, укључујући селективност растварача и ефикасност екстракције.

- Применом модела UNIQUAC прецизно је предвиђено фазно понашање трокомпонентних система, уз одређивање бинарних интеракционих параметара што омогућава унапређење пројектовања индустријских екстракционих процеса.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати добијени у овој докторској дисертацији потврђују претходно постављене хипотезе. Применом савремених експерименталних метода обезбеђена је поузданост и релевантност добијених података у оквиру актуелних истраживачких трендова. Главни допринос рада огледа се у систематском испитивању зелених растварача као еколошки прихватљиве алтернативе конвенционалним органским растварачима у процесима сепарације и третману отпадних индустријских токова. Значајно је нагласити да су предложени растварачи данас препознати као перспективно решење због своје ниске испарљивости и ниског нивоа токсичности, што их чини атрактивним за замену традиционалних токсичних растварача.

4.3. Верификација научних доприноса

Из истраживања у оквиру ове докторске дисертације кандидат Зоран Симић је публиковао 1 научни рад у врхунском међународном часопису категорије M21a и два научна рада у међународним часописима категорије M22.

Категорија M21a:

1. **Simić, Z.V.**, Radović, I.R., Stijepović, M.Z., Kijevčanin, M.Lj. (2023). Liquid-liquid equilibria of the ternary systems water + C1–C3 alcohols + dimethyl adipate at 298.15 K and atmospheric pressure: Experimental data and modeling. *Journal of Molecular Liquids*, 377, 121542. (IF=6.633) (ISSN: 0167-7322) (<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.121542>)

Категорија M22:

1. **Simić, Z.**, Radović, I., Kijevčanin, M., (2025). Measurement and Correlation of Liquid–Liquid Equilibrium Data for Ternary Systems Water + Acetone + Organic Solvents (Isoamyl Acetate, Ethyl Butyrate, 1-Octanol, 1-Decanol) at 298.15 K and Atmospheric Pressure. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 70, 3283–3295. (IF=2.3) (ISSN: 0021-9568) (<https://doi.org/10.1021/acs.jced.5c00147>)

2. **Simić, Z.**, Kijevčanin, M., Radović, I. (2024). Measurement and Correlation of Liquid-Liquid Equilibrium Data for Ternary Systems Water + C1–C3 Alcohols + Diethyl Adipate at 298.15 K and Atmospheric Pressure. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 69, 3610–3618. (IF=2.6) (ISSN: 0021-9568) (<https://doi.org/10.1021/acs.jced.3c00708>)

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204 од 22. јуна 2018. године), коришћењем програма iThenticate 9. фебруара 2026. године извршена је провера оригиналности докторске дисертације кандидата Зорана 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”.

Утврђено је да подударање текста износи мање од 5%. Овај степен подударности последица је употребе стручних термина типичних за област којој припада дисертација, назива метода, хемикалија и објашњења појмова који се налазе у дисертацији. Највећи проценат подударности се односи на претходно објављене резултате докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изложеног Комисија сматра да је докторска дисертација кандидата Зорана Симића оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега наведеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Зорана Симића, мастер инжењера технологије, под називом „Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“ представља значајан и оригиналан научни допринос у области којој дисертација припада (Технолошко инжењерство; Хемијско инжењерство), што је и потврђено објављивањем радова у међународним часописима (један M21a и два M22 рада). Предмет и циљеви који су дефинисани у извештају за оцену научне заснованости теме су у потпуности остварени.

Комисија је мишљења да ова докторска дисертација испуњава све захтеване критеријуме као и да је кандидат током израде дисертације показао научноистраживачку способност и самосталност у свим фазама израде дисертације.

Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Одређивање термодинамичких података за равнотежу течност-течност трокомпонентних водених система са зеленим растварачима у циљу оптимизације екстракције полутаната из индустријских отпадних токова“ кандидата Зорана Симића прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се након завршетка процедуре, кандидат позове на усмену одбрану докторске дисертације пред Комисијом за одбрану докторске дисертације.

У Београду,
3. март 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Ивона Радовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Мирко Стијеповић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Зорица Лопичић, виши научни сарадник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина