

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026 - 35/74

(Број захтева)

6. 3. 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 Александар (Горан) Ковачевић

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму: **Инжењерство материјала**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде

из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана 17. 2. 2025. својим актом под бр. 61206/2-24 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде

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

Име и презиме ментора 2.: др Дарка Марковић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној **25. 12. 2025.**

одлуком факултета под бр. 2025-35/512, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ковиљка Асановић	ванредни професор	Текстилно инжењерство	ТМФ
2.	Др Сања Јевтић	ванредни професор	Неорганска хемија	ТМФ
3.	Др Марија Радоичић	научни саветник	Физичка хемија материјала	Институт за нуклеарне науке „Винча“

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности **20. 1. 2026.**

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана **5. 3. 2026.**

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној **5. 3. 2026.**

одлуком факултета под бр. 2025-35/75, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ковиљка Асановић	ванредни професор	Текстилно инжењерство	ТМФ
2.	Др Сања Јевтић	ванредни професор	Неорганска хемија	ТМФ
3.	Др Марија Радоичић	научни саветник	Физичка хемија материјала	Институт за нуклеарне науке „Винча“

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

Студент је уписан на докторске студије школске 2021/2022. 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

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 5. 3. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја о оцени докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије у саставу: др Ковиљка Асановић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Сања Јевтић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Марија Радоичић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“** коју је поднео **Александар Ковачевић**, 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 Александра Ковачевића, под називом **„Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“** Одлуком број: 61206/2-24 од 17. 2. 2025. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21a:

1. **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, Sustainable Non-woven Sorbents Based on Jute Post-industrial Waste for Cleaning of Oil Spills, J. Clean. Prod. 386 (2023) 135811, 9 pages. (ISSN 0959-6526; IF (2023)=10,2; 8/74 Engineering, Environmental) <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135811>

2. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, M. Ponjavić, J. Nikodinovic-Runic, M. Radetić, Non-woven Sorbent Based on Recycled Jute Fibers for Efficient Oil Spill Clean-up: From Production to Biodegradation, Environmental Technology & Innovation, 31 (2023) 103170, 12 pages. (ISSN 2352-1864; IF (2023)=6,7; 44/358 Environmental Sciences) <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103170>

Категорија M21:

1. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radetić, Recycled Jute Non-woven Material Coated with Polyaniline/TiO₂ Nanocomposite for Removal of Heavy Metal Ions from Water, Molecules 29 (2024) 4366, 16 pages. (ISSN 1420-3049; IF (2024)=4,6; 76/239 Chemistry, Multidisciplinary) <https://doi.org/10.3390/molecules29184366>

Категорија M22:

1. **A. Kovačević**, D. Marković, S. Dmitrović, J. Nestorović-Živković, U. Gašić, D. Mišić, M. Radoičić, M. Radetić, The Application of Recycled Jute Non-woven Material Loaded with Zinc Ions as Substrates for Plant Growth, Water Air Soil Pollution 237 (2026) 14, 38 pages (ISSN 0049-6979; IF(2024)=3,0; 192/376 Environmental Sciences) <https://doi.org/10.1007/s11270-025-08599-3>

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, менторима, 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 5. 3. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Александра Ковачевића**, мастер инжењера технологије, са темом под називом **„Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“**, у саставу:

1. Др Ковиљка Асановић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Сања Јевтић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Марија Радоичић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Александра Ковачевића, мастер инжењера технологије

Одлуком бр. 2025-35/512 од 25. децембра 2025. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Александра Ковачевића, мастер инжењера технологије, под насловом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“.

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

- Школске 2021/2022. године Александар Ковачевић је уписао докторске академске студије, на студијском програму Инжењерство материјала, на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду.
- 19. септембра 2024. на седници Наставно-научног већа донета је одлука бр. 35/253 о именовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата Александра Ковачевића, мастер инжењера технологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“.
- 7. новембра 2024. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета усвојен је извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације (одлука бр. 35/278), а за менторе ове докторске дисертације именоване су др Маја Радетић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и др Дарка Марковић, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду.
- 14-17. фебруара 2025. на електронској седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност (одлука бр. 61206/2-24) за усвајање теме докторске дисертације кандидата Александра Ковачевића под насловом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“, и именовање др Маје Радетић, редовног професора Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и др Дарке Марковић, научног саветника Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду за менторе ове докторске дисертације.
- 25. децембра 2025. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донета је одлука бр. 2025-35/512 о именовању Комисије за оцену докторске дисертације Александра Ковачевића, под насловом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“, у саставу:
Др Ковиљка Асановић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду
Др Сања Јевтић, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду

Др Марија Радоичић, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Инжењерство материјала, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментори ове докторске дисертације су др Маја Радетић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Дарка Марковић, научни саветник Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду, чија је компетенција потврђена на основу научноистраживачког искуства и објављених научних радова у наведеној научној области.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Александар Ковачевић је рођен 4. децембра 1993. године у Новом Саду. Основно и средње образовање стекао је у свом родном граду. Године 2012. дипломирао је на Високој текстилној струковној школи за дизајн, технологију и менаџмент у Београду, смер Дизајн текстила и одеће. Након тога, 2019. године, завршио је основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Текстилна технологија, са просеком 9,69. За завршену прву годину студија добио је награду „Панта С. Тутунџић“ за најбоље студенте факултета 2017. године. Мастер академске студије из Текстилне технологије завршио је 2021. године на истом факултету и исте године уписао је докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, на студијском програму Инжењерство материјала, под менторством проф. др Маје Радетић.

Током мастер академских студија, провео је три месеца на усавршавању из области дигиталне штампе целулозних и вунених плетенина у компанији „Ivko Woman“, након чега је радио у компанији још шест месеци као сарадник у области одрживе производње.

Године 2020. ангажован је на тромесечном пројекту „Развој домаће технологије за бојење и пребојавање одевних предмета у домаћинству (кућно бојење)“, подржаном од Фонда за иновациону делатност Републике Србије, под менторством проф. др Драгана Јоцића.

Од септембра до децембра 2021. године, био је на стручном усавршавању на „*Institut für Textiltechnik*“ универзитета *RWTH* у Ахену, Немачка, под менторством др Леони Бек. У оквиру усавршавања радио је на истраживању филтрационих система, могућностима примене биополимера у воденој филтрацији и био ангажован на пројекту испредања бикомпонентног влакна PP/PA6 са побољшаним својствима сорпције уљаних испарења.

Од фебруара до августа 2024. године, био је на истраживачком боравку у стартап компанији „*Re-Fresh Global*“ у Берлину, Немачка, уз подршку Немачке фондације за животну средину (DBU). Тема његовог истраживања биле су иновативне методе рециклаже текстилних мешавина за производњу акустичних панела.

Од маја 2022. запослен је на Технолошко-металуршком факултету као истраживач приправник, а од марта 2025. као истраживач сарадник.

Говори, чита и пише енглески и немачки језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“ написана на 123 нумерисане стране као скуп објављених научних радова који представљају тематску целину, са синтетичким приказом докторске дисертације. Докторска дисертација садржи шест поглавља: Увод, Научни радови објављени у оквиру докторских истраживања, Дискусија, Закључак, Литература и Прилози. У Уводу се налазе 2 слике и 1 табела, док се у поглављу Научни радови објављени у оквиру докторских истраживања налази 28 слика и 9 табела. У дисертацији се укупно налазе 147 литературна навода. На почетку дисертације дат је Сажетак на српском и енглеском језику. На крају дисертације приложена је биографија кандидата, изјаве о ауторству, истовестности електронске и штампане верзије докторске дисертације као и изјаве о коришћењу. По форми и садржају, написана дисертација задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

У оквиру Уводног дела обрађене су теме загађења воде (нафтне мрље и јони тешких метала), сорпције као методе пречишћавања воде, врсте сорбената (са посебним освртом на сорбенте на бази текстилног отпада), као и управљање сорбентима на крају животног циклуса, након чега су дефинисани и циљеви истраживања. Централни део дисертације чини целина Научни радови објављени у оквиру докторских истраживања, у којој су систематизовани резултати истраживања кроз 4 публикације у међународним научним часописима. У поглављу Дискусија резултати су обједињени и критички размотрени кроз две тематске целине: (1) Сорпција нафте и нафтних деривата и (2) Сорпција јона тешких метала из водених раствора. У поглављу Закључак сумирана су најважнија сазнања, док Литература и Прилози допуњују дисертацију релевантним изворима и додатним материјалима.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У Уводу је указано на проблеме загађења воде, са посебним освртом на нафтне мрље и јоне тешких метала као неке од изузетно честих и еколошки изазовних загађујућих материја. Представљена је сорпција као ефикасна и економски оправдана метода пречишћавања воде, уз критички осврт на различите типове сорбената за уклањање нафте и јона тешких метала, са нагласком на материјале добијене од текстилног отпада. У уводном делу такође је размотрен аспект управљања сорбентима након употребе, чиме је истраживање постављено у контекст одрживости и циркуларне економије. На крају поглавља јасно су дефинисани циљеви истраживања, који обухватају развој, производњу и модификовање нетканих сорбената од рециклираних влакана јуте из пост-индустријског отпада за уклањање нафте, нафтних деривата и јона тешких метала из воде, као и испитивање њихове способности поновне употребе, биоразградивости и потенцијалне накнадне примене.

У поглављу Научни радови објављени у оквиру докторских истраживања приказани су резултати истраживања кроз 4 објављена научна рада. Прва 2 рада фокусирана су на развој, производњу и примену нетканих сорбената на бази рециклираних влакана јуте из текстилног отпада који потиче из индустрије тепиха за санацију нафтних мрља на површини воде. Анализиран је утицај структуре и површинске масе нетканог материјала, као и вискозитета нафте и њених деривата (сирова нафта, дизел гориво и 2 моторна уља различитих вискозитета), на сорпциони капацитет, задржавање сорбата, способност плутања на површини воде и могућност вишекратне употребе. Указано је да површинска маса сорбента има доминантан утицај на сорпцију нафте и њених деривата, па се сорпциони капацитет повећава са смањењем површинске масе сорбента, али се смањује способност њиховог задржавања на материјалу. С друге стране, задовољавајућа способност плутања на води испитана у статичким и динамичким условима се постиже независно од површинске масе сорбента. Посебна пажња посвећена је ефектима хемијског модификовања влакана масном стеаринском киселином и карбонизације у инертној атмосфери

аргона на сорпцију нафте и њених деривата, као поступцима за побољшање хидрофобно/олеофилних и морфолошких својстава површине влакана. Промене морфолошких и хемијских својстава површине влакана су темељно испитане FESEM и FTIR анализом. У овом делу истраживања разматране су могућности поновне употребе сорбената и њихово понашање на крају животног циклуса, укључујући и испитивање биоразградње немодификованог сорбената са и без сорбоване сирове нафте закопавањем у модел компосту.

Трећи рад је базиран на резултатима истраживања могуће примене нетканих сорбената од рециклираних влакана јуте за уклањање јона тешких метала из водених раствора. У циљу повећања сорпционог капацитета за Pb^{2+} - и Cu^{2+} - јоне, *in situ* синтезом полианилина у присуству TiO_2 наноструктура формиран је нанокомпозит полианилин/ TiO_2 на површини влакана јуте. Испитан је утицај основних параметара процеса сорпције (концентрација јона тешких метала, време сорпције, температура, pH), као и улога наноструктура TiO_2 (колоидне наночестице и нанотубе TiO_2) у формирању функционалног сорпционог слоја на површини влакана на сорпцију јона тешких метала. На основу резултата детаљне анализе хемијске структуре површине формираних нанокомпозита на влакнима FTIR и раманском спектроскопијом, као и електрокинетичких својстава материјала мерењем ζ -потенцијала објашњено је понашање материјала приликом сорпције, а нарочито зависност сорпционог капацитета од pH. Кинетички модели (модел псеудо-првог и псеудо-другог реда) и модели адсорпционих изотерми (Лангмирова и Фројндлихова) примењени су за анализу експерименталних података.

Четврти рад проширује истраживање у правцу одрживости и циркуларне економије кроз модификовање влакана јуте биополимером алгинатом ради ефикасног уклањања Zn^{2+} -јона из воде, а затим и разматрање могућности поновне употребе сорбената засићених јонима метала као супстрата за раст биљака (*Setaria viridis* и *Lactuca sativa*), чиме је указано на потенцијал интеграције ових материјала у шири еколошки и агроеколошки контекст. Као и у претходном раду, испитан је утицај концентрације Zn^{2+} -јона, времена сорпције, температуре и pH на сорпциони капацитет немодификованог и модификованог сорбента. Присуство алгината на површини влакана јуте потврђено је FESEM и FTIR анализом, док је испитивањем електрокинетичких својстава установљено не само да модификовањем алгинатом долази до померања изоелектричне тачке, већ и до интензивнијег бубрења влакана. Анализиран је утицај почетне концентрације Zn^{2+} -јона у раствору на клијање и рани раст биљака *Setaria viridis* и *Lactuca sati* где су као подлоге за раст искоришћени сорбенти засићени овим јонима. Праћена је динамика клијања, маса саднице и дужина изданка. LC-MS анализом метаболита је додатно показано да присуство Zn^{2+} -јона мења састав секундарних метаболита код обе врсте биљака.

У поглављу Дискусија резултати су анализирани и интерпретирани у две тематске целине. Први део посвећен је сорпцији нафте и нафтних деривата, са фокусом на утицај површинске масе и различите приступе модификовању развијених сорбената на способност плутања, сорпциони капацитет, задржавање сорбата и могућност регенерације. У другом делу дискусије разматрана је сорпција јона тешких метала, при чему су упоређене две стратегије модификовања сорбената: применом нанокомпозита полианилин/ TiO_2 за уклањање Pb^{2+} - и Cu^{2+} -јона и применом алгината за уклањање Zn^{2+} -јона из воде, уз анализу релевантних параметара сорпције и могућности поновне употребе материјала.

У поглављу Закључак сумирани су кључни резултати истраживања, којима је потврђена могућност ефикасне примене пост-индустријског текстилног отпада од влакана јуте за производњу нетканих сорбената. Истакнут је значај структуре и површинске масе материјала, позитиван ефекат карбонизације и хемијског модификовања на сорпциона својства, потенцијал регенерације, биоразградње и даље употребе сорбената у пољопривреди.

У поглављу Литература обједињене су референце коришћене у изради дисертације, док Прилози садрже допунски материјал, биографију аутора и изјаве о ауторству.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Изливање нафте и њених деривата честа је појава приликом њихове производње и транспорта. Посебно велики проблем представљају нафтне мрље на површини воде које формирају танки филм недозвољавајући продирање светлости чиме се директно утиче на живи свет у води. Формирана мрља на површини воде временом пролази кроз сложен процес који се састоји из више фаза, са последицама које се између осталог огледају у смањењу растворљивости кисеоника неопходног микроорганизмима у води за разградњу органских материја. Стога је од изузетне важности спречити ширење нафтних мрља и што пре их уклонити за шта се примењују различита средства, међу којима сорбенти имају значајну улогу. До сада су се у великој мери користили синтетички сорбенти чија је ефикасност задовољавајућа, али њихова лоша биоразградивост представља велики недостатак.

Присуство јона тешких метала у водама такође представља огроман изазов и оно може имати далекосежне последице на животну средину и здравље људи, а углавном се јавља као резултат људских активности, пре свега извођењем нестандардизованих индустријских процеса и применом неадекватних технологија за пречишћавање отпадних вода. Иако су развијене бројне методе за уклањање јона тешких метала из воде, интересовање за сорбенте не јењава и у фокусу значајног броја истраживања последњих година су сорбенти базирани на биоразградивим материјалима, а посебно на пољопривредном и индустријском отпаду.

Тренд „брзе моде“ и хиперконзумеризма текстилних производа подразумева прекомерну производњу текстила и генерисање енормних количина текстилног отпада. Иако је једноставнији за рециклажу од пост-потрошачког текстилног отпада због познатог састава и чистоће текстила, потенцијал пост-индустријског отпада још увек није искоришћен, па вредан ресурс најчешће завршава на легалним и нелегалним депонијама, или се често спаљује на неодговарајући начин. Докторска дисертација кандидата Александра Ковачевића управо пружа оригиналан приступ за истовремено решавање глобално горућих проблема везаних за загађење воде нафтом и јонима тешких метала с једне стране, и велике количине пост-индустријског текстилног отпада с друге стране. У дисертацији је примењен концепт одрживости кроз развој и производњу сорбената од рециклираних влакана јуте пореклом из отпада индустрије тепиха, што је у складу са принципима циркуларне економије и потребом за материјалима који су истовремено ефикасни, економични и еколошки прихватљиви. Комплетна идеја и циљеви истраживања су усклађени са постављеним циљевима одрживости Уједињених Нација.

Оригиналност дисертације се не огледа само у развијеном сорпционом материјалу већ и у његовој вишеструкој функционалности: од исте сировине (ресе од тепиха на бази јуте као отпад из индустрије тепиха) осмишљени су и у индустрији произведени неткани сорбенти који су даље циљано модификовани за сорпцију различитих врста загађујућих материја. У случају нафте и нафтних деривата истражен је утицај физичких карактеристика сорбента (произведени су неткани текстилни материјали четири различите површинске масе) на процес сорпције и параметре који одређују квалитет и ефикасност сорбента (способност плутања, способност задржавања сорбата, могућност вишекратне употребе). У циљу побољшања сорпционих својстава материјала повећавањем хидрофобности/олеофилности површине вршена је естерификација стеаринском киселином и карбонизација у инертној атмосфери аргона. За ефикасно уклањање јона тешких метала било је неопходно увести нове функционалне групе као активна места за њихово везивање. Један приступ је подразумевао *in situ* синтезу нанокомпозита полианилин/ TiO_2 чиме су уведене амина/имино групе, а другим приступом су карбоксилне групе биополимера алгината обезбедиле ефикаснију сорпцију. Додатна иновативност ове дисертације је у покушају сагледавања краја животног циклуса сорбената што се још увек ретко разматра у литератури. У том смислу је испитана могућност регенерације и вишеструке употребе сорбента, његове биоразградње у компосту након вишекратне употребе, као и секундарна употреба сорбента засићеног Zn^{2+} -јонима као подлоге за раст биљака.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћена релевантна и углавном савремена научна литература (147 библиографских јединица) која обухвата кључне тематске области истраживања, укључујући загађење водених средина нафтом и јонима тешких метала, механизме и кинетику сорпционих процеса, развој и примену јефтиних сорбената и сорбената од текстилног отпада, као и различите приступе њиховој модификацији. Поред тога, значајан део литературе посвећен је аспектима одрживости, еколошке прихватљивости и управљања материјалима након њихове употребе. Посебну научну вредност резултатима истраживања даје чињеница да су они критички анализирани и упоређени са постојећим сазнањима из литературе, као и да су систематизовани и верификовани кроз публикације у рецензираним међународним научним часописима.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање у оквиру докторске дисертације реализовано је кроз развој, производњу и модификовање нетканих материјала са циљем њихове примене као ефикасних и еколошки прихватљивих сорбената. Неткани материјали различите површинске масе су произведени у индустријским условима поступком иглања при чему је претходно вршено развлакњивање реса од тепиха на бази влакана јуте као отпада из индустрије тепиха.

Док су се експерименти везани за естерификацију стеаринском киселином ослањали на поступке из литературе, карбонизација у инертној атмосфери аргона, *in situ* синтеза нанокомпозита полианилин/ TiO_2 и модификовање алгинатом су реализовани према процедурама развијеним на Технолошко-металуршком факултету и Институту за нуклеарне науке „Винча“, а које су верификоване објављивањем у еминентним научним часописима. Морфологија површине немодификованих и модификованих влакана сорбената анализирана је применом скенирајуће електронске микроскопије (FESEM). Хемијска структура и састав површине влакана испитивани су инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), раманском спектроскопијом и енергетско-дисперзивном спектроскопијом X-зрака (EDX), чиме је потврђена успешност хемијског модификовања сорбената. Хидрофилност односно хидрофобност површине сорбената одређивана је мерењем динамичког угла квашења, што је обезбедило услове за одређивање директне корелације између површинских својстава материјала и сорпционог понашања према нафти и њеним дериватима. Електрокинетичка својства на граници чврсто/течно анализирани су мерењем ζ -потенцијала омогућавајући интерпретацију утицаја површинског наелектрисања, pH вредности и бубрења материјала на механизме сорпције јона тешких метала.

Сорпциона својства немодификованих и модификованих нетканих материјала према нафти и њеним дериватима праћена су стандардним гравиметријским методама. Утврђивање способности плутања сорбената у води у статичким и динамичким условима, способност задржавања нафте и њених деривата, као и могућности поновне употребе сорбената вршено је према оригиналним или модификованим поступцима из литературе. Концентрација Pb^{2+} -, Cu^{2+} - и Zn^{2+} -јона у растворима је одређена атомском апсорпционом спектроскопијом (AAS). Сорпционо понашање материјала анализирано је утврђивањем сорпционих капацитета и праћењем утицаја процесних параметара као што су pH, почетна концентрација, температура и време контакта на процес сорпције.

Поред сорпционих својстава, оцењивана је и способност биоразградње развијених сорбената у модел компосту применом методе закопавања развијене у Институту за молекуларну генетику и генетичко инжењерство Универзитета у Београду. Испитивање могућности употребе искоришћених сорбената као подлога за раст биљака заснивало се на мерењу динамике клијања, масе садница и дужине изданака према процедурама развијеним у Институту за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитета у Београду, где је техником течне хроматографије са масеном спектроскопијом (LC-MS) анализом метаболита испитан утицај присуства Zn^{2+} -јона на промену састава секундарних метаболита код биљака.

Оваквим избором и комбинацијом метода обезбеђена је свеобухватна карактеризација материјала и поуздана процена њихове функционалности, што у потпуности одговара постављеним циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Добијени резултати указују да развијени сорбенти могу бити ефикасно примењени у заштити животне средине и третману отпадних вода, посебно за ургентно уклањање нафтних мрља са површине воде и третман вода контаминираних јонима тешких метала. Развијени сорбенти су засновани на експлоатацији јефтине и доступне сировине (пост-индустријски отпад), а њихова својства се могу прилагођавати модификовањем у зависности од циљне загађујуће материје. Посебно је важно да је у дисертацији потврђена способност регенерације сорбената и могућност њихове виšekратне употребе, као и добра биоразградивост у компосту, чиме би се смањио секундарни отпад. Додатна вредност је и могућност коришћења сорбента засићеног Zn^{2+} -јонима у пољопривреди као подлоге за раст биљака, што представља пример затварања материјалног тока у оквиру модела циркуларне економије.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу приказаних резултата, систематичног приступа, јасно дефинисаних циљева и реализације истраживања од израде материјала до испитивања поновне употребе (регенерације), биоразградње и проширене примене, може се закључити да кандидат поседује способност самосталног научноистраживачког рада, укључујући и планирање експеримената, избор адекватних метода карактеризације, обраду и интерпретацију добијених резултата.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу резултата докторске дисертације могу се извести следећи закључци и издвојити следећи најважнији научни доприноси:

- Развијени су и произведени неткани сорбенти на бази влакана јуте из пост-индустријског текстилног отпада (ресе од тепиха) индустријским поступком иглања, намењени за уклањање загађујућих материја из воде.
- Утврђен је доминантан утицај површинске масе сорбента на сорпциони капацитет и задржавање нафте и нафтних деривата, уз потврђену способност плутања у води у статичким и динамичким условима.
- Показано је да се естерификацијом стеаринском киселином повећава хидрофобност површине сорбента и смањује сорпција воде, уз ограничен утицај на сорпцију нафте и њених деривата.
- Карбонизацијом сорбента у инертној атмосфери аргона значајно се повећава сорпциони капацитет за нафту и њене деривате захваљујући повећању храпавости и хидрофобности површине влакана, смањењу њиховог пречника и дефибрилацији.
- Потврђена је могућност регенерације сорбената кроз више циклуса сорпције/десорпције, при чему је карбонизовани сорбент очувао ефикасност након вишеструке употребе.
- Доказана је биоразградивост немодификованих сорбената у компосту, са јасним еколошким бенефитом.
- Модификовањем нанокомпозитом полианилин/ TiO_2 , добијен је сорбент измењених хемијских, електрокинетичких и морфолошких својстава који би био ефикасан за уклањање Pb^{2+} - и Cu^{2+} -јона из воде. FTIR и раманском спектроскопијом је утврђено формирање емералдинске форме полианилина, док је FESEM анализом потврђено присуство карактеристичне умрежене тракасте наноструктуре полианилин/ TiO_2 која равномерно покрива површину влакана јуте. Установљено је да облик наноструктуре TiO_2 (наночестице и нанотубе) нема утицаја како на синтетисан нанокомпозит тако на сорпциона својства материјала, већ да је његова улога ограничена на остваривање равномерности нанокомпозита на површини влакана. Другим речима, присуство

TiO₂ наноструктуре примарно доприноси равномерности нанокомпозита, док је полианилин кључан за сорпцију јона.

- Показано је да је могуће вишеструко коришћење модификованог сорбента (најмање пет пута) што је постигнуто процесом де-допирања полианилина уз помоћ NaOH чиме је повећан број доступних amino и imino група на полианилинским ланцима на површини влакана сорбента.

- Модификовање сорбента алгинатом обезбедило је значајно повећање сорпције Zn²⁺-јона (за чак 68%) захваљујући присуству карбоксилних и хидроксилних група као потенцијалних места за везивање Zn²⁺-јона.

- Приказана је иновативна могућност коришћења сорбента засићеног Zn²⁺-јонима као подлоге за раст биљака, чиме се постиже додатна употребна вредност материјала.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати проистекли из истраживања у оквиру ове докторске дисертације представљају основу за даљи развој мултифункционалних сорбената на бази рециклираног текстилног отпада. Наиме, у досадашњим иначе малобројним истраживањима у којима се текстилни отпад користио за уклањање загађујућих материја из воде углавном су експлоатисана влакна у маси што ограничава њихову поновну употребу и ствара услове за секундарно загађење. Интеграцијом влакана из текстилног отпада у неткани текстилни материјал омогућена је регенерација и виšekратно коришћење сорбента са задржавањем прихватљиве сорпционе ефикасности. Систематским истраживањем је установљено да хидрофобност/олеофилност површине модификованих влакана јуте доприноси смањењу сорпције воде, али не и значајном повећању сорпције нафте и њених деривата, указујући да површинска маса нетканог сорбента има кључни утицај на сорпциони капацитет. Ова дисертација представља свеобухватну студију о утицају како физичких карактеристика нетканог материјала тако и вискозитета различитих нафтних деривата (сирове нафта, дизел гориво и два моторна уља различитих вискозитета) на сорпционо понашање развијених сорбената како би се добила реална слика о могућности њихове практичне примене. Новим приступом анализи краја животног циклуса сорбента након сорпције сирове нафте, указано је на његову изражену способност биоразградње у компосту, што га чини додатно одрживим решењем.

FESEM анализом, FTIR и раманском спектроскопијом доказано је успешно модификовање влакана нанокомпозитом полианилин/TiO₂ и биополимером алгинатом и уз одговарајућа сазнања везана за електрокинетичка својства површине влакана, омогућено је разумевање механизма сорпције јона тешких метала. Испитивањем утицаја параметара као што су концентрација јона метала, температура, време контакта и рН сорпције утврђени су оптимални услови сорпције на развијеним сорбентима. Посебна вредност овог дела истраживања је интегрисано разматрање одрживости према принципима модела циркуларне економије: регенерација и виšekратна употреба сорбената са продужавањем животног века експлоатисаних сорбената у пољопривреди као подлога за раст биљака. Резултати ове докторске дисертације су поставили јасну основу за даља истраживања и за потенцијални трансфер технологије у праксу, како јефтини, доступни и еколошки прихватљиви материјали могу бити ефикасни за уклањање загађујућих материја из воде.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Александар Ковачевић је резултате свог истраживања током израде докторске дисертације потврдио објављивањем 2 рада у међународним часописима изузетних вредности (M21a), 1 рада у врхунском међународном часопису (M21), 1 рада у истакнутом међународном часопису (M22), 3 саопштења штампана у изводу на научним скуповима међународног значаја (M34) и 1 саопштења штампаног у изводу на научном скупу националног значаја (M64).

Списак научних радова који су произашли као резултат рада кандидата на докторској дисертацији:

Радови у водећем међународном часопису категорије M21a

1. **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, Sustainable Non-woven Sorbents Based on Jute Post-industrial Waste for Cleaning of Oil Spills, J. Clean. Prod. 386 (2023) 135811, 9 pages. (ISSN 0959-6526; IF (2023)=10,2; 8/74 Engineering, Environmental)

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135811>

2. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, M. Ponjavić, J. Nikodinovic-Runic, M. Radetić, Non-woven Sorbent Based on Recycled Jute Fibers for Efficient Oil Spill Clean-up: From Production to Biodegradation, Environmental Technology & Innovation, 31 (2023) 103170, 12 pages. (ISSN 2352-1864; IF (2023)=6,7; 44/358 Environmental Sciences) <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103170>

Рад у врхунском међународном часопису M21

1. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radetić, Recycled Jute Non-woven Material Coated with Polyaniline/TiO₂ Nanocomposite for Removal of Heavy Metal Ions from Water, Molecules 29 (2024) 4366, 16 pages. (ISSN 1420-3049; IF (2024)=4,6; 76/239 Chemistry, Multidisciplinary) <https://doi.org/10.3390/molecules29184366>

Рад у истакнутом међународном часопису M22

1. **A. Kovačević**, D. Marković, S. Dmitrović, J. Nestorović-Živković, U. Gašić, D. Mišić, M. Radoičić, M. Radetić, The Application of Recycled Jute Non-woven Material Loaded with Zinc Ions as Substrates for Plant Growth, Water Air Soil Pollution 237 (2026) 14, 38 pages (ISSN 0049-6979; IF(2024)=3,0; 192/376 Environmental Sciences) <https://doi.org/10.1007/s11270-025-08599-3>

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* 25. децембра 2025. године извршена је провера оригиналности докторске дисертације кандидата Александра Ковачевића под називом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“.

Утврђено подударање текста износи сумарно 13%. Овај степен подударности претежно је последица општеприхваћених појмова, личних имена и назива, устаљених стручних термина и израза. Део подударности обухвата и податке и називе узорака из претходно објављених резултата истраживања, који су проистекли из ове докторске дисертације и чине њен саставни део. Такође, део подударности припада сажецима научних радова који су укључени у тезу испред сваког од четири објављена рада чинећи централни део дисертације.

На основу свега изнетог, Комисија сматра да је докторска дисертација кандидата Александра Ковачевића 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 Александра Ковачевића, мастер инжењера технологије, под називом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“ представља значајан и оригиналан научни допринос у области којој дисертација припада (Технолошко инжењерство; Инжењерство материјала), што је и потврђено објављивањем радова у водећим међународним научним часописима. Предмет и циљеви који су дефинисани у извештају за оцену научне заснованости теме су у потпуности остварени. Стога, 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. Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, да се докторска дисертација под називом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“, кандидата Александра Ковачевића изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се након завршетка ове процедуре кандидат позове на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 19. јануар 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Ковиљка Асановић, ванредни професор Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

Др Сања Јевтић, ванредни професор Универзитета у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

Др Марија Радоичић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке
„Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију