

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2025-35/494

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

25. 12. 2025.

(Датум)

ЗАХТЕВ

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

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:

**Одрживо управљање биоразградивим комуналним отпадом кроз синтезу функционалних
адсорбената за уклањање фенола из водених раствора**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Радмила (Драган) Лишанин

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

Универзитет
Метрополитен, Београд,

Футура - Факултет за примењену екологију, Управљање ризицима у животној средини,
Мастер аналитичар заштите животне средине

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2022.

4. Година уписа на докторске студије: 2022.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Инжењерство заштите животне средине

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације:

22. 10. 2025.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Радмила Лишанин**

Име и презиме ментора: **др Маја Ђолић**

Звање: доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Agilee, N; Spasojević, T.; Delić, M.; Ogrizović, Đ.; Gria, I.R.; Prlainović, N.; **Đolić, M.** Hazelnut Shells as a Tenable Biosorbent for Basic Red 18 Azo Dye Removal. *Separations* 2024, Volume 11, p. 343. IF(2023)=2,5 ISSN: 2297-8739. <https://doi.org/10.3390/separations11120343>
2. Spasojević, Tijana; Ćujić, Mirjana; Marjanović, Vesna; Veličković, Zlate; Kokunešoski, Maja; Perić-Grujić, Aleksandra; **Đolić, Maja**. Mineral Heterostructures for Simultaneous Removal of Lead and Arsenic Ions, *Separations*, 2024, Vol. 11, broj 11, str. 324, IF(2023)=2,5. ISSN: 2297-8739. <https://doi.org/10.3390/separations11110324>
3. Nataša Karić, Alexandra S. Maia, Ana Teodorović, Nataša Atanasova, Guenter Langergraber, Grégorio Crini, Ana R.L. Ribeiro, **Maja Đolić**, Bio-waste valorisation: Agricultural wastes as biosorbents for removal of (in)organic pollutants in wastewater treatment, *Chemical Engineering Journal Advances*, Elsevier, 2022, Volume 9, 15 March 2022, 100239. IF(2023)=5,5, ISSN: 2666-8211. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100239>
4. Vesna Marjanović, Radmila Marković, Mirjana Steharnik, Silvana Dimitrijević, Aleksandar D. Marinković, Aleksandra Perić-Grujić, **Maja Đolić**. Lignin Microspheres Modified with Magnetite Nanoparticles as a Selenate Highly Porous Adsorbent, *International Journal of Molecular Science*, 2022, 23(22), 13872; IF(2022)=5,6, ISSN: 1661-6596. <https://doi.org/10.3390/ijms232213872>
5. Ana L. Popović, Zlate Velicković, Zeljko Radovanović, **Maja Djolić**, Vladimir Pavlović, Aleksandar D. Marinković, Jelena D. Gržetić, Hybrid amino-terminated lignin microspheres loaded with magnetite and manganese oxide nanoparticles: An effective hazardous oxyanions adsorbent, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 10, Issue 3, June 2022, 108009, IF(2022)=7,7, ISSN: 2213-2929 <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108009>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

за кандидата **Радмила Лишанин**

Име и презиме ментора: **др Милан Краговић**

Звање: научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Институт од националног значаја за Републику Србију

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Kandić, I., **Kragović, M.**, Gulicovski, J., Cvetković, S., Marinković, A., Stanković, S., Stojmenović, M. (2024). Examination of the Anti-Biofilm Properties of Lignocellulose-Based Activated Carbon from Black Alder for Water Treatment Applications. Processes, 12(11), 2383. (IF2022 = 3.400) (ISSN: 2227-9717)(DOI: 10.3390/pr12112383).
2. Kandić, I., **Kragović, M.**, Živković, S., Knežević, J., Vuletić, S., Cvetković, S., Stojmenović, M. (2024). Kinetics and Mechanism of Cyanobacteria Cell Removal Using Biowaste-Derived Activated Carbons with Assessment of Potential Human Health Impacts. Toxins, 16(7), 310. (IF2022 = 4.700) (ISSN: 2072-6651) (DOI: 10.3390/toxins16070310).
3. Milićević, S., Vlahović, M., **Kragović, M.**, Martinović, S., Milošević, V., Jovanović, I., Stojmenović, M. (2020). Removal of copper from mining wastewater using natural raw material—comparative study between the synthetic and natural wastewater samples. Minerals, 10(9), 753. (IF2021= 2.737) (ISSN: 2075-163X) (DOI: <https://doi.org/10.3390/min10090753>).
4. **Kragović, M.**, Pašalić, S., Marković, M., Petrović, M., Nedeljković, B., Momčilović, M., Stojmenović, M. (2018). Natural and modified zeolite—alginate composites. Application for removal of heavy metal cations from contaminated water solutions. Minerals, 8(1), 11. (IF2018= 2.453) (ISSN: 2075-163X) (DOI: <https://doi.org/10.3390/min8010011>).
5. Vasić, A., Gulicovski, J., Stojmenović, M., Nišić, N., Nikolić, K., Nuić, I., **Kragović, M.** (2024). Removal of Ethyl Xanthate Anions from Contaminated Aqueous Solutions Using Hazardous Waste Slag Generated by Lignite Combustion. Water, 16(14), 2037. (IF2024=3.3) (ISSN: 2073-4441) (DOI:<https://doi.org/10.3390/w16142037>)..

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је

Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 25.12.2025. године размотрило предложену тему и закључило да је

тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

- 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

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. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 25. 12. 2025. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и одређивању ментора

Прихвата се Извештај Комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата **Радмиле Лишанин**, број индекса 2022/4038, под називом: **„Одрживо управљање биоразградивим комуналним отпадом кроз синтезу функционалних адсорбената за уклањање фенола из водених раствора”**.

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

За менторе се одређују др Маја Ђолић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Милан Краговић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног за Републику Србију.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, 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 оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Радмиле Лишанин.

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду бр. 35/383 од 22. октобра 2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Радмиле Лишанин под насловом „Одрживо управљање биоразградивим комуналним отпадом кроз синтезу функционалних адсорбената за уклањање фенола из водених раствора“.

На основу материјала приложеног уз пријаву теме кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Радмила Лишанин рођена је 1985. године у Краљеву. Дипломирала је 2021. године на Факултету за примењену екологију „Футура“, Универзитета Метрополитан у Београду, одбранивши дипломски рад о утицају отпадних комуналних вода на животну средину. Мастер академске студије завршила је 2022. године на истом факултету, смер Заштита животне средине, са радом о могућностима производње енергије на депонији комуналног отпада у Краљеву. Докторске академске студије уписала је 2022. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београд, студијски програм Инжењерство заштите животне средине. Од 2023. године запослена је у Институту за нуклеарне науке „Винча“, Институту од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду, у Лабораторији за материјале, где учествује у истраживачким пројектима финансираним од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација, са циљем унапређења квалитета животне средине и развоја одрживих материјала и технологија. Њена истраживања фокусирају се на примену угљеничних материјала и минералних сировина у заштити животне средине, развој адсорбената и функционалних материјала за пречишћавање отпадних вода, као и на увођење ових материјала у технологије за ефикасно искоришћење и прераду отпадних токова. Радмила Лишанин је аутор и коаутор научних радова и саопштења у области еколошки прихватљивих технологија, примене савремених материјала и одрживих решења за заштиту животне средине, а њен рад има интердисциплинарни карактер, спајајући инжењерство, екологију и примену иновација у пракси. Радмила Лишанин публиковала је један рад у међународном часопису категорије М21, објавила је 10 саопштења са међународних скупова штампаних у целини (М33), 4 саопштења са међународних скупова штампаних у изводу (М34), један рад у категорији М53, и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М63).

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Радмила Лишанин је у звање истраживач-приправник изабрана 21. децембра 2022. године одлуком Научног већа Института за нуклеарне науке „Винча“, Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду. У оквиру докторских академских студија положила је све испите предвиђене планом са просечном оценом 9,10. Завршни испит (приступни рад за израду докторске дисертације) под називом „Уклањање фенола из отпадних вода применом активног

угљеника из комуналног отпада“ одбранила је 25.септембра 2025. године са оценом 10. У Табели 1 приказан је списак положених испита, са оценама и оствареним ЕСПБ бодовима.

Табела 1. Списак положених испита, са оценама и оствареним ЕСПБ бодовима.

Р. бр.	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1.	Одабрана поглавља инструменталне анализе	10	7
2.	Одабрана поглавља нумеричке анализе	9	6
3.	Биомаса као извор енергије	9	5
4.	Одабрана поглавља технологије воде	7	7
5.	Масена спектрометрија у заштити животне средине	8	6
6.	Индустријска екологија	10	7
7.	Методологија научно-истраживачког рада	9	5
8.	Одабрана поглавља моделовања загађења ваздуха	9	7
9.	Одабрани мембрански процеси и напредни оксидациони процеси	10	5
10.	Завршни испит	10	30
Просечна оцена / Укупно бодова		9,10	85

Радмила Лишанин, истраживач-приправник у Институту за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду бави се развојем и применом еколошки прихватљивих технологија и функционалних материјала за заштиту животне средине, са фокусом на адсорбенте за третман отпадних вода и рационално коришћење комуналног отпада. До сада је аутор и коаутор бројних научних радова и саопштења са националних и међународних скупова. До сада је публиковала научни рад у међународном часопису категорије M21, као и више радова на међународним и националним конференцијама, штампаних у целини или у изводу, који се баве еколошки прихватљивим технологијама, применом функционалних материјала и управљањем комуналним отпадом. Њен рад има интердисциплинарни приступ, комбинујући инжењерство, екологију и примену савремених материјала у циљу развоја одрживих и практичних решења за заштиту животне средине. Из досадашњих истраживања Радмила Лишанин публиковала је један рад у међународном часопису категорије M21, објавила је 10 саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), 4 саопштења са међународних скупова штампаних у изводу (M34), један рад у категорији M53, и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63).

Рад у истакнутом међународном часопису (M21)

1. Veličković, S., Pavlović, S., Simović Marković, B., Jovanović, I., Zornić, S., Kragović, M., **Lišanin, R.**, Milosavljević M., Mladenović R., Mišić A., Todorovic B.S., Vasovic, M. (2025). Evaluation of biocompatibility, antimicrobial activity, and immunomodulatory effects of mineral trioxide aggregate modified with zeolite-clinoptilolite as a root-end filling material. *BMC Oral Health*, 25(1), 1159. (IF 2024 = 3.5) (ISSN 1472-6831) (<https://doi.org/10.1186/s12903-025-06587-x>).

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

2. **Lišanin, R.**, Lalović, Č. (2020). Modeling of biogas production for cogeneration needs at the “Kulagić Ada” Landfill in Kraljevo. In *Kramatorsk DDMA 2020: International Conference, Kramatorsk, Ukraine, June 17-19* (pp. 210–216). Faculty for Applied Ecology, Belgrade. (ISBN 978-966-379-948-3).

3. Lalović, Č., **Lišanin, R.** (2020). Kogeneracijski potencijal biogasa dobijenog na postrojenju otpadnih voda "Cvetojevac" u Kragujevcu. In *Procesing 2020: Međunarodni kongres o procesnoj industriji-Procesing*, 33, Beograd, Serbia, September 14-16 (pp. 103-109). SMEITS, Beograd. (ISBN 812-5569-66).
4. **Lišanin, R.**, Lalović, Č. (2021). Iskorišćenje deponijskog gasa za proizvodnju električne energije sa deponija u Centralnoj Srbiji. In *Procesna tehnika 2021, Zbornik 9 Međunarodne konferencije o obnovljivim izvorima električne energije-MKOIEE*, Beograd, Serbia, October 15 (pp. 117-125). SMEITS, Beograd (ISBN 978-86-85535-09-3).
5. **Lišanin, R.**, Lalović, Č. (2021). Mogućnosti upotrebe biogasa za potrebe kogeneracije na deponiji "Kulagić Ada" u Kraljevu. In *Zbornik radova: Savremeni materijali, Banja Luka, September 2021* (pp. 409–421). Akademija nauka Republike Srpske. (ISBN 978-99976-42-50-9).
6. **Lišanin, R.**, Lalović, Č. (2022). Kvalitet otpadnih voda mlekarar na teritoriji centralne Srbije. In *Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji-Procesing*, 35, Beograd, Serbia, June 1–3, (227-236), SMEITS, Beograd (ISBN 978-86-85535-12-3).
7. **Lišanin, R.**, Lalović, Č. (2022). Kvantitativna analiza komercijalne vode "Voda Voda" i ocena njene biološke vrednosti. In *Zbornik radova: Savremeni materijali, XIV International Conference, Banja Luka, September 8-9 2022* (pp. 307-314) Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske. (ISBN 978-99976-42-52-3).
8. Vasić, A., Stojmenović, M., Nikolić, K., Nišić, N., Gulicovski, J., **Lišanin, R.**, Kragović, M. (2023). Xanthate removal as a function of pH and the point of zero charge. In *MEP-23: 9th International Conference Mining and Environmental Protection, Sokobanja, Serbia, September 21-25* (pp. 325-328). University of Belgrade: Faculty of Mining and Geology (ISBN: 978-86-7352-389-7)
9. Stojmenović M., Kandić I., Gulicovski J., Nišić N., **Lišanin R.**, Nikolić K, Milan Kragović (2023). Education of the population about potential risks the cyanobacteria bloom during ten years – study case of Aleksandrovac Lake, In *XV International scientific conference, modern education - availability, quality, recognition, Kramatorsk-Vinnytsia-Ternopil, Ukraine. November 15–16, 2023* (pp 43-53) Proceedings published with (ISBN 978-617-7889-55-6).
10. **Lišanin, R.**, Lutovac, M., Medić, J. (2025). Analiza učešća mikropolutanata u otpadnim vodama u Srbiji. In *Contemporary Materials 2025, September 5-7 2024. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina* (pp. 329-335) Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, (ISBN 978-99997-42-01-6).

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

11. Vasić, A., Nikolić, K., Stefanović, K., **Lišanin, R.**, Stojmenović, M., Gulicovski, J., Kragović, M. (2025). Waste slag from lignite combustion as an adsorbent for the removal of ethyl xanthate from wastewater of the flotation plant for copper ore and precious metals processing in Bor. In *8CSCS-2025: 8th Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials: Programme and the Book of Abstracts* (pp. 98-98). Belgrade: Institute for Multidisciplinary Research.
12. Kandić, I., Milenković, M., Nikolić, K., **Lišanin, R.**, Kragović, M., Gulicovski, J., & Stojmenović, M. (2025). Activated carbon from black alder cone-like flowers for microcystin-lr removal. In *8CSCS-2025: 8th Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials: Programme and the Book of Abstracts* (pp. 102-102). Belgrade: Institute for Multidisciplinary Research.
13. **Lišanin, R.**, Kandić, I., Ristović, M., Stefanovic, K., Gulicovski, J., Stojmenović, M., Kragović, M. (2025). Shungite as an environmentally relevant material and its stability under pH variations. In *8CSCS-2025: 8th Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials: Programme and the Book of Abstracts* (pp. 99-99). Belgrade: Institute for Multidisciplinary Research.
14. **Lišanin, R.**, Lutovac, M. (2025). Monitoring of phenol in surface and groundwater of Serbia. In *XVIII International Scientific Conference Contemporary Materials 2025 Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, September 11–12, 2025* (p. 79) Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska (ISBN 978-99997-42-00-9).

Рад у научном часопису (M53)

15. **Lišanin, R.,** Lalović, Č. (2022). Ekološki prihvatljivo rešenje postrojenja za mehaničko-biološki tretman otpada u Kraljevu. *Procesna tehnika*, 33(2), 38-43.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

16. **Lišanin, R.,** Lalović, Č. (2021). Potencijal proizvodnje biogasa kao goriva iz otpadnih voda. VII Savetovanje: „Opasan otpad, tretman otpadnih voda, komunalni otpad, deponije“, Palić, Srbija, 28–29. septembar 2021. Udruženje za zaštitu životne sredine, Komora Ministarstva zaštite životne sredine.

1.3. Оцена оспособљености кандидата за рад на предложеној теми

На основу достављене документације и досадашњег научноистраживачког рада и постигнутих резултата током докторских студија Радмила Лишанин је показала способност самосталног научноистраживачког рада, укључујући синтезу и примену функционалних адсорбената, проучавање њихових својстава и ефикасности у уклањању органских загађивача из воде, као и обраду података и писање научних радова. Њена истраживања су усмерена на развој еколошки прихватљивих технологија за третман отпадних вода, примену угљеничних и комбинованих материјала као адсорбената, као и процену потенцијала ових материјала за индустријску примену. На основу објављених радова: 1 рад у међународном часопису категорије M21, 10 саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), 4 саопштења са међународних скупова штампаних у изводу (M34), један рад у категорији M53, и једно саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63) утврђује се способност кандидата за рад на предложеној теми. Ова достигнућа указују на њену способност да успешно реализује предложену тему и да даље допринесе развоју одрживих решења у области заштите животне средине. На основу свега изложеног, Комисија сматра да кандидат Радмила Лишанин испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања ове докторске дисертације јесте испитивање потенцијала домаћег комуналног биоотпада, конкретно коре кромпира, шаргарепе и банане, као сировине за синтезу функционалних угљеничних адсорбената и процена њихове применљивости за уклањање фенола из водених раствора. Наведени материјали представљају значајан део органског отпада који се свакодневно генерише у домаћинствима, а који углавном завршава на депонијама, доприносећи повећању еколошког оптерећења и угрожавању квалитета животне средине. Трансформацијом овог отпада у функционалне адсорбенте, истраживање омогућава двоструку добит: смањење количине отпада и добијање ефикасног и приступачног материјала за третман загађених вода. Избор фенола као модел-загађивача има посебан значај јер представља приоритетну органску загађујућу материју према смерницама Светске здравствене организације (WHO) и Европске уније, често присутан у отпадним водама индустријских процеса (нафтна, хемијска, фармацеутска, текстилна и индустрија прераде дрвета), са високом растворљивошћу, токсичношћу и перзистентношћу чак и при ниским концентрацијама.

Лигноцелулозне сировине, као што су кора кромпира, шаргарепе и банане, садрже висок удео целулозе, хемицелулозе, лигнина и пектина, што након термичке карбонизације и различитих модификација омогућава формирање порозних структура са функционалним групама способним за везивање фенола. Поступци применљиви у овом истраживању обухватају термичку карбонизацију, физичку и хемијску активацију, инкапсулацију у полимерну матрицу и хидротермалну активацију, са циљем побољшања специфичне површине, порозности и функционализације активних места на површини адсорбента. Детаљна карактеризација адсорбената вршиће се савременим аналитичким методама (XRD, FTIR, FESEM/EDS, BET), док ће адсорпционе способности бити испитиване у

условима различитих почетних концентрација фенола, рН вредности, времена контакта, температуре и масе адсорбента. Резултати ће бити анализирани применом кинетичких, адсорпционих и термодинамичких модела како би се добила свеобухватна слика о адсорпционим процесима.

Циљ истраживања је развој еколошког прихватљивог, економичног и локално доступног угљеничног адсорбента из биоотпада, који ће показати високу ефикасност у уклањању фенола, уз обезбеђивање практичне применљивости у реалним условима третмана вода. Истраживање има за циљ и унапређење научног разумевања утицаја физичких и хемијских третмана на структуру, порозност и функционализацију адсорбената, као и процену ефеката ових промена на адсорпциони капацитет. Додатно, циљ је развој приступачних технологија које могу бити применљене у мањим општинама, руралним срединама и индустријским постројењима са ограниченим ресурсима, што је у складу са принципима циркуларне економије и одрживог развоја.

Значај овог истраживања огледа се на више нивоа. Са еколошког становишта, пружа решење за смањење концентрација фенола у води и смањење органског отпада на депонијама. Са економског и друштвеног аспекта, истраживање нуди могућност валоризације локално доступних и обновљивих ресурса, смањује зависност од скувих увозних адсорбената и доприноси развоју технологија заснованих на домаћим сировинама. Са научног аспекта, резултати доприносе бољем разумевању интеракције органских загађујућих материја са модификованим угљеничним површинама, пружајући основу за даља истраживања усмерена на уклањање других класа полутаната, као што су тешки метали, синтетичке боје и пестициди. У целини, предложено истраживање омогућава развој одрживе, економичне и научно поткрепљене алтернативе комерцијалном активном угљену, са потенцијалом за практичну примену у третману вода и допринос очувању животне средине.

Релевантна библиографија која представља основу за истраживања и експерименте за израду ове докторске дисертације:

1. Ahmaruzzaman, M. (2008). Adsorption of phenolic compounds: A review. *Adv. Colloid Interface Sci.*, 143, 48–67. DOI: 10.1016/j.cis.2008.07.002; ISSN: 0001-8686
2. Bosuben, H., Njoroge, P. W., Opiyo, S. A., & Mwangi, I. W. (2022). Facile Removal of Phenol from Aqueous Solution Using Modulated Cornstarch Impregnated With Triethanolamine as Adsorbent: Sorption Isotherms and Kinetics. DOI: 10.9790/5736-1508023445, ISSN: 2278-5736.
3. Caetano, M., Valderrama, C., Farran, A., & Cortina, J. L. (2009). Phenol removal from aqueous solution by adsorption and ion exchange mechanisms onto polymeric resins. *Journal of Colloid and Interface Science*, 338(2), 402-409. DOI: 10.1016/j.jcis.2009.06.062; ISSN: 0021-9797
4. Carneiro, M. T., Morais, A. Í. S., de Carvalho Melo, A. L. F., Ferreira, F. J. L., Santos, F. E. P., Viana, B. C., ... & Silva-Filho, E. C. (2023). Biochar derived from water hyacinth biomass chemically activated for dye removal in aqueous solution. *Sustainability*, 15(19), 14578. DOI: 10.3390/su151914578; ISSN: 2071-1050
5. Dąbrowski, A., Podkościelny, P., Hubicki, Z., & Barczak, M. (2005). Adsorption of phenolic compounds by activated carbon—a critical review. *Chemosphere*, 58(8), 1049-1070. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2004.09.067; ISSN: 0045-6535
6. Daffalla, S. B., Mukhtar, H., Shaharun, M. S., & Hassaballa, A. A. (2022). Fixed-bed adsorption of phenol onto microporous activated carbon set from rice husk using chemical activation. *Applied Sciences*, 12(9), 4354. DOI: 10.3390/app12094354; ISSN: 2076-3417
7. Gao, S., Liu, W., Wang, M., Zhao, Z., & Liu, X. (2024). A three-dimensional in-situ self-electrolysis system based on Ni₃ (HITP) 2/graphene-based composite aerogel particle electrodes for efficient deep removal of phenol from coking wastewater. *Applied Catalysis B: Environmental*, 340, 123276. DOI: 10.1016/j.apcatb.2023.123276; ISSN: 0926-3373

8. Gürkan, E. H., Akyol, R. B., & Çoruh, S. (2023). Kinetic, isotherm modeling analyses of the adsorption of phenol on activated carbon/alginate composites. *International Journal of Phytoremediation*, 25(7), 832-839. DOI: 10.1080/15226514.2022.2112936; ISSN: 1522-6514
9. Igbonekwu, L.I., Uzoh, C.F., Abonyi, M.N., Ezeike, C.C., Ezechukwu, C.M. & Ohale, P.E. (2024). Removal of Phenolic Compound from Pharmaceutical Waste Water by the Application of Carbonized Rice Husk as an Efficient Adsorbent, *J Chem Eng Catal*, 3, 1–17. DOI: 10.1186/s40064-016-2932-8; ISSN: 2676-947X
10. Liu, G., & Zhang, T. (2025). Advances in hydrothermal carbonization for biomass wastewater valorization: optimizing nitrogen and phosphorus nutrient management to enhance agricultural and ecological outcomes. *Water*, 17(6), 800. DOI: 10.3390/w17060800; ISSN: 2073-4441

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе, које се могу издвојити као основа за научноистраживачки рад и које су произашле из анализе релевантне литературе, у оквиру ове докторске дисертације су следеће:

- Комунални биоотпад, посебно кора кромпира, шаргарепе и банане, представља значајан еколошки проблем, јер се свакодневно генерише у великим количинама и често завршава на депонијама, доприносећи повећању загађења животне средине.
- Интензитет генерисања биоотпада у домаћинствима и индустријским објектима директно утиче на потребу за развојем ефикасних и одрживих метода управљања овим отпадом.
- Испитивањем потенцијала биоотпада за припрему функционалних угљеничних адсорбената могуће је утврдити услове који обезбеђују висок адсорпциони капацитет према фенолу у воденим растворима.
- Физичка и хемијска својства адсорбената, укључујући порозност, специфичну површину и присуство функционалних група, значајно утичу на ефикасност уклањања фенола и могу се оптимизовати избором адекватних процеса припреме.
- Применом лабораторијских метода и експерименталних анализа могуће је квантификовати ефективност адсорпције и утврдити релевантне параметре као што су рН, концентрација фенола и време контакта.
- Резултати истраживања могу послужити као основа за развој одрживих технологија за третман отпадних вода, смањење количине отпада и подстицање концепта циркуларне економије.

Детаљна анализа најновије литературе потврђује да су наведене полазне хипотезе у складу са актуелним научним трендовима у области адсорпционих материјала и одрживог управљања отпадом.

4. Научне метода истраживања

Да би се реализовали циљеви истраживања ове докторске дисертације и потврдиле постављене хипотезе користиће се следеће методе:

- Припрема узорка (биоотпад) - прање дестилованом водом, сушење и уситњавање.
- Процес термичке карбонизације користиће се за добијање угљеничне основе.
- Након тога следи физичка и хемијска активација ради повећања порозности и присуства функционалних група.
- Опционо, инкапсулација у полимерну матрицу и/или хидротермална активација ради побољшања стабилности и површинских својстава.

Физичко-хемијска карактеризација

- Одређивање хемијског састава и садржаја потенцијално штетних елемената.
- Одређивање тачке нултог наелектрисања.
- Рендгенска дифракциона анализа (XRD) за испитивање кристалне структуре.
- Инфрацрвена спектроскопија (FTIR) за идентификацију функционалних група.

- XRF анализа за елементални састав.
- Скенирајућа електронска микроскопија (FESEM/EDS) за морфологију и површински састав.
- BET анализа за специфичну површину и расподелу пора.

Адсорпциони експерименти

- Испитивање ефикасности уклањања фенола из синтетичких водених раствора уз варирање почетне концентрације фенола, дозе адсорбента, рН вредности раствора, времена контакта и температуре.
- Извођење адсорпционо-десорпционих експеримената ради процене могућности регенерације адсорбената.
Кинетичка, изотермска и термодинамичка анализа
- Обрада добијених података применом кинетичких модела (на пример, псеудо првог и другог реда) и изотермских модела (на пример, Лангмир, Фројндлих, Темкин).
- Израчунавање термодинамичких параметара адсорпције (ΔG° , ΔH° , ΔS°) и дефинисање механизма адсорпције фенола на синтетисаним материјалима.
Потврда применљивости у реалним условима
- У другој фази истраживања, најуспешнији адсорбенти ће бити испитани на узорцима отпадних вода узетих са терена како би се проценила њихова применљивост ван лабораторијских услова.

5. Очекивани научни допринос

Реализацијом постављених циљева очекује се допринос у области развоја функционалних угљеничних адсорбената и одрживог управљања комуналним биоотпадом. Очекивани научни допринос резултата ове докторске дисертације огледа се у следећем:

- Систематско испитивање својстава и адсорпционих капацитета угљеничних адсорбената добијених из кора кромпира, шаргарепе и банане, са циљем утврђивања њихове ефикасности у уклањању фенола из водених раствора. На овај начин добиће се подаци о параметрима који утичу на адсорпцију и оптималним условима примене.
- Окарактерисани физичко-хемијски параметри адсорбената, као што су порозност, специфична површина, присуство функционалних група и стабилност при различитим рН, што ће допринети бољем разумевању механизма уклањања фенола.
- Испитивање ефекта различитих фактора као што су: рН раствора, концентрација фенола и време контакта на адсорпциони капацитет, што ће омогућити квантитативну процену и моделовање процеса адсорпције.
- Применом интегрисаног експерименталног приступа могуће је развити препоруке за употребу ових адсорбената у третману отпадних вода, доприносећи истовремено смањењу количине биоотпада и добијању функционалног материјала за индустријску примену.
- Резултати истраживања могу послужити као научна основа за развој одрживих технологија и концепта циркуларне економије, где се отпад претвара у вредан ресурс, и као полазиште за будућа истраживања усмерена на примену природних и комбинованих материјала за третман отпадних вода.
- Детаљна анализа резултата омогућиће боље разумевање потенцијала комуналног биоотпада за добијање функционалних адсорбената и њихову примену у одрживим решењима за заштиту животне средине.

6. План истраживања и структура рада

Предмет ове докторске дисертације обухвата искоришћење комуналног биоотпада – конкретно кора кромпира, шаргарепе и банане, за добијање функционалних угљеничних адсорбената и испитивање њихове применљивости за уклањање фенола из водених раствора. План истраживања дефинише ток

рада и садржи више сегмената који омогућавају систематско испитивање својстава материјала, адсорпционих капацитета и ефеката различитих фактора на ефикасност адсорпције.

Сегмент 1: Припрема и карактеризација адсорбената

У првом сегменту истраживања спровешће се припрема и физичко-хемијска карактеризација адсорбената добијених од кора кромпира, шаргарепе и банане. Припрема ће обухватити прање, сушење, уситњавање и карбонизацију сировина како би се добио порозан и стабилан адсорбент. Након припреме, адсорбенти ће бити анализирани у погледу порозности, специфичне површине, присуства функционалних група и стабилности при различитим рН вредностима раствора. Ови подаци омогућиће процену потенцијала сваког адсорбента за ефикасно уклањање фенола из водених раствора и дефинисање оптималних услова њихове примене.

Сегмент 2: Испитивање адсорпционе способности и кинетике уклањања фенола

У другом сегменту истраживања спровешће се испитивање адсорпционе способности припремљених адсорбената. Биће одређена ефективност уклањања фенола из водених раствора у зависности од концентрације фенола, дозе адсорбента, температуре и времена контакта. Поред тога, испитаће се утицај рН раствора на адсорпцију, као и динамика процеса кроз кинетичке моделе, што ће омогућити разумевање механизма уклањања фенола и одређивање параметара оптималних за примену адсорбента у пракси.

Сегмент 3: Моделирање и процена ефикасности

У овом сегменту истраживања биће извршена процена ефикасности адсорбента у уклањању фенола из водених раствора кроз експерименталне мере и математичко моделирање. Анализираће се утицај кључних параметара као што су време контакта, концентрација фенола, рН раствора и дозирање адсорбента. Примењиваће се кинетички модели адсорпције (псеудо-први ред, псеудо-други ред) и изотерме адсорпције како би се одредили механизми адсорпције и проценила капацитет адсорбента. Резултати ових анализа омогућиће оптимизацију процеса, дефинисање најефикаснијих услова за уклањање фенола и даће основу за поређење различитих адсорбената добијених од комуналног биоотпада.

Сегмент 4: Применљивост у третману отпадних вода

У овом сегменту биће размотрена практична применљивост добијених функционалних адсорбената за третман отпадних вода. На основу резултата испитивања ефикасности уклањања фенола из водених раствора, извршиће се анализа њиховог потенцијала за примену у реалним условима. Биће процењена оптимална доза адсорбента, време контакта и утицај параметара као што су рН и температура раствора на ефикасност уклањања загађивача. Поред тога, овај сегмент ће укључити процену могућности интеграције адсорбената у системе за третман комуналних отпадних вода, са циљем да се истовремено смањи количина биоотпада и обезбеди ефикасно и одрживо решење за пречишћавање воде. Резултати овог сегмента омогућиће формулисање препорука за примену материјала у индустријским и домаћим системима за пречишћавање отпадних вода, као и за даљу оптимизацију процеса.

Докторска дисертација ће бити структурирана у следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.*

У поглављу *Увод* биће детаљно представљени предмет и циљеви истраживања, као и очекивани научни допринос докторске дисертације. Посебна пажња биће посвећена значају теме у контексту одрживог управљања комуналним отпадом, са акцентом на могућност претварања органског отпада, попут коре кромпира, шаргарепе и банане, у функционалне угљеничне адсорбенте. Такође, увод ће обухватити и осврт на актуелне проблеме загађења отпадним водама фенолом, као и потребу за развојем еколошки прихватљивих и ефикасних решења за њихов третман. Увод ће поставити научни и практични контекст истраживања, представљајући мотиве за избор ове теме, релевантност у

националном и међународном контексту, као и потенцијалну примену резултата у индустријским и домаћим системима за пречишћавање вода.

У *Теоријском делу* биће детаљно приказан преглед релевантне литературе о адсорбентима добијеним од биоотпада, механизмима адсорпције фенола и факторима који утичу на ефикасност адсорпције. Поред тога, биће представљена примена савремених аналитичких и хеометријских метода за карактеризацију материјала, укључујући одређивање порозности, специфичне површине, функционалних група и стабилности у различитим условима раствора. Теоријски део ће омогућити формирање научног оквира за експериментални рад и анализу резултата.

Експериментални део обухватиће опис припреме узорака од конкретног комуналног биоотпада, укључујући сушење, млевење, карбонизацију и активирање адсорбената. Биће представљени поступци лабораторијских анализа за одређивање физичко-хемијских карактеристика и адсорпционих способности узорака, као и мере контроле квалитета и репродуктивности резултата.

Овај део ће бити организован у четири сегмента:

Сегмент 1: Физичко и хемијско карактерисање адсорбената – испитивање порозности, специфичне површине, присуства функционалних група и стабилности у условима различитог рН раствора.

Сегмент 2: Испитивање адсорпционих својстава – мерење капацитета адсорпције фенола, анализа утицаја параметара као што су време контакта, концентрација фенола, рН и температура раствора.

Сегмент 3: Моделирање и процена ефикасности – примена адсорпционих модела и кинетичких једначина за процену механизма адсорпције и динамике процеса.

Сегмент 4: Применљивост у третману отпадних вода – тестирање адсорбента у практичним условима, процена могућности примене у системима за пречишћавање отпадних вода и оптимизација услова рада.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани и анализирани сви експериментални резултати, укључујући адсорпционе капацитете, утицај различитих параметара, као и поређење резултата са подацима из релевантне литературе. Овде ће бити интерпретирани механизми адсорпције, ефикасност добијених адсорбената и њихов потенцијал за примену у пракси.

Закључак ће сумирати најважније резултате, истакнути њихову иновативност и значај, и указати на потенцијалну примену у третману отпадних вода. Поред тога, биће дате препоруке за будућа истраживања и могуће усавршавање материјала.

У поглављу *Литература* биће наведени сви извори и радови који су коришћени и публиковани током истраживања, укључујући научне радове о адсорбентима од биоотпада, методологији експеримената и применљивим аналитичким техникама.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да је тема докторске дисертације кандидата Радмиле Лишанин под насловом „Одрживо управљање биоразградивим комуналним отпадом кроз синтезу функционалних адсорбената за уклањање фенола из водених раствора“ научно заснована, добро утемељена и да кандидаткиња испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Комисија оцењује да Радмила Лишанин поседује способност самосталног научноистраживачког рада, као и компетенцију у области адсорпције загађивача, примени функционалних материјала и развоју иновативних решења за третман отпадних вода.

Комисија сматра да ће резултати истраживања дати значајан допринос научној области Инжењерству заштите животне средине, као и развоју одрживих метода управљања комуналним отпадом. Применом резултата ове дисертације могуће је унапредити процедуре третмана отпадних

вода и промовисати интеграцију функционалних материјала у праксу одрживог управљања отпадом.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидаткињи Радмили Лишанин одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора докторске дисертације Комисија предлаже др Мају Ђолоћ, доцента Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Милана Краговића, научног саветника Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од посебног значаја за Републику Србију.

У Београду, 20. новембар 2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Маја Ђолић, доцент
Универзитет у Београду,
Технолошко-металуршки факултет

Др Милан Краговић, научни саветник
Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од
националног значаја за Републику Србију,
Универзитет у Београду

Др Антоније Оњиа, редовни професор
Универзитет у Београду,
Технолошко-металуршки факултет