

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026-35/101

Веће научних области природних наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

9. 4. 2026.

(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:

Екстракција полицикличних ароматичних угљоводоника из отпадних дрвених железничких прагова применом неводених и водених екстракционих агенаса

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Хемијске науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Жељка (Миодраг) Николић

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

Универзитет у Београду,

Хемијски факултет, дипломирани хемичар, Истраживање и развој

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2013.

4. Година уписа на докторске студије: 2025. (поновни упис)

5. Назив студијског програма
докторских студија: Хемија

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације: 5. 3. 2026.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 1:

за кандидата **Жељка Николић**

Име и презиме ментора: **др Драгана Живојиновић**

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

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Mijatović, N., Terzić, A., Pezo, L., Miličić, Lj., **Živojinović, D.** (2019). Validation of energy-dispersive X-ray fluorescence procedure for determination of major and trace elements present in the cement based composites. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 162, 105729. (IF 2019 = 3,086) (ISSN: 0584-8547) <https://doi.org/10.1016/j.sab.2019.105729>
2. Katnić, Đ., Marinović-Cincović, M., Porobić, S., Vujčić, I., Šaponjić, A., Sikirić, B., **Živojinović, D.** (2022). Characterization and kinetics of thermal decomposition behavior of plum and fig pomace biomass. *Journal of Cleaner Production*, 352, 131637. (IF 2021 = 11,072) (ISSN: 0959-6526) <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131637>
3. Katnić, Đ., Porobić, S. J., Lazarević-Pašti, T., Kojić, M., Tasić, T., Marinović-Cincović, M., **Živojinović, D.** (2023). Sterilized plum pomace biochar as a low-cost effective sorbent of environmental contaminants. *Journal of Water Process Engineering*, 56, 104487. (IF 2023 = 7,0) (ISSN: 2214-7144) <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104487>
4. Trajković, D. V., Maletić, M. M., Vukčević, M. M., Veljović, Đ. N., Perić Grujić, A. A., **Živojinović, D. Z.** (2025). Geopolymers based on fly ash for organic dye removal from water. *Separations*, 12(11), 299. (IF 2024 = 2,7) (ISSN: 2297-8739) <https://doi.org/10.3390/separations12110299>
5. Trajković, D., Janković, A., Mijatović, N., Perić Grujić, A., **Živojinović, D.** (2026). Heavy metals in fly ash: Chemometric modelling of extraction parameters and environmental and health risk assessment. *Environmental Geochemistry and Health*, 48(1), 20. (IF 2024 = 4,0) (ISSN: 0269-4042) <https://doi.org/10.1007/s10653-025-02908-9>

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 9. 4. 2026. 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

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 9. 4. 2026. 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 **Жељке Николић**, број индекса 2025/4016, под називом: **„Екстракција полицикличних ароматичних угљоводоника из отпадних дрвених железничких прагова применом неводених и водених екстракционих агенаса”**.

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

За ментора се одређује др Драгана Живојиновић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

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

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Жељке Николић, мастер инж. технологије.

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 2026-35/79 од 5. марта 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Жељке Николић, мастер инж. технологије, под насловом „Екстракција полицикличних ароматичних угљоводоника из отпадних дрвених железничких прагова применом неводених и водених екстракционих агенаса“.

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

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Жељка Николић је рођена 9. маја 1979. године у Пожеги, Република Србија. Основну школу и гимназију општег смера завршила је у Ариљу. Основне академске студије започела је 1998. године на Хемијском факултету, Универзитета у Београду, а дипломски рад под називом „Припрема и примена ПВА и ПВА/ПАН мембрана у алкалној горивној ћелији“ радила је у Лабораторији за физичку хемију ИНН Винча и одбранила 2013. године са оценом 10. Мастер академске студије уписала је 2013. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, а завршни мастер рад „Анализа трагова одабраних пестицида и лекова у површинској и подземној води“ успешно је одбранила 2019. године. Докторске академске студије започела је 2016. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемија, под менторством доцента др Александра Маринковића. Докторске академске студије је реуписала 2025. године на истом факултету, студијски програм Хемија, под менторством проф. др Драгане Живојиновић. У истраживачко звање истраживач приправник изабрана је 31. октобра 2019. год. Жељка Николић запослена је од 1. марта 2019. године у Институту за општу и физичку хемију а.д. Београд.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Жељка Николић је од 2014. године била запослена у Лабораторији за физичку хемију ИНН Винча, где је била ангажована на развоју метода припреме узорака грађевинских материјала, анализе загађења ваздуха, као и хемијске анализе органских загађујућих супстанци хроматографским техникама. Такође је била ангажована на испитивањима везаним за процену емисије органских загађујућих супстанци у ваздух затвореног простора, све у оквиру националног пројекта ТР 37021 „Испитивање и верификација метода за мултидисциплинарне форензичке анализе у функцији непролиферације оружја за масовно уништење“. Развијала је методе припреме и анализе узорака отпада хроматографским техникама у оквиру Лабораторије за физичку хемију која је била акредитована од стране Акредитационог тела Србије (АТС-а).

Од марта 2019. године је запослена у Институту за општу и физичку хемију, где је наставила истраживања из области аналитичке хемије у циљу испитивања утицаја загађујућих супстанци на квалитет воде, земљишта и ваздуха. Бави се развојем аналитичких метода за припрему узорака и анализу органских загађујућих супстанци у отпадним материјалима и поступцима третмана опасног отпада. Била је учесник UNIDO, "Site investigation services related to full-sized project to implement an

environmentally sound management and final disposal of pcbs in the Republic of Serbia 2018-2019, Project No. 100313. Такође, била је учесник на пројекту Програма ИДЕЈЕ - Пројекат ев. бр. 7743504 „Физичкохемијски аспекти ритмичности неуроендокриних система: динамичка и кинетичка истраживања реакционих мрежа и главних једињења која леже у њиховој основи (NES)” у периоду 2024-2025. год. У оквиру докторских академских студија Жељка Николић положила је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10. Списак положених испита, оцене и остварени бодови на докторским академским студијама приказани су у табели 1.

Табела 1. Положени испити, оцене и остварени бодови у оквиру докторских студија.

Редни бр.	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1.	Хемија пестицида	10	5
2.	Органске загађујуће супстанце	10	4
3.	Структурна анализа органских молекула	10	6
4.	Електрохемијски и алтернативни извори електричне енергије	10	5
5.	Хемија високоенергетских материјала	10	5
6.	Електрокатализа	10	5
7.	Хемија хетероцикличних једињења	10	5
8.	Хемија метал-органских једињења	10	5
9.	Течна хроматографија-масена спектрометрија	10	5
10.	Масена спектрометрија	10	5
11.	Завршни испит	10	30
12.	Енглески језик	10	/
	Средња оцена/укупно	10	80

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду, члана 76. Статута Универзитета у Београду Технолошко-металуршког факултета и молбе студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

Област научноистраживачког рада Жељке Николић је усмерена на развој поступака физичко-хемијског третмана опасног отпада, карактеризације опасног отпада, као и на примену и намену различитих главних и споредних производа формираних у току поступка третмана. Посебан интерес обухвата могућност примене главних производа третмана опасног отпада у сврху рециклирања природних ресурса у области заштите животне средине и одрживог развоја што је и предмет предложене теме докторске дисертације.

Објављени научни радови и саопштења

У току досадашњег истраживачког рада Жељка Николић је аутор: два рада у водећем међународном часопису категорије M21a+, једног рада у водећем међународном часопису категорије M21a, једног рада у водећем међународном часопису категорије M21, три рада у међународном часопису категорије M22, једног рада у међународном часопису категорије M23 и једног рада у водећем националном часопису категорије M51. Аутор је и три саопштења са међународног скупа штампана у целини категорије M33 и 21 саопштења са међународног скупа штампана у изводу категорије M34.

Категорија M21a+:

1. Aćimović, D. D., **Nikolić, Ž. M.**, Tošić, M. S., Milovanović, D. S., Nikolić, V. M., Brdarić, T. P., Marčeta-Kaninski, M. P. (2017). Validation and uncertainty estimation of UPLC-PDA method for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in concrete. *Journal of Hazardous Materials*, 325, 271–278. (IF= 6.513) (ISSN: 0304-3894) (<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.12.008>)

2. Nikolić, V. M., Karić, S. D., **Nikolić, Ž. M.**, Tošić, M. S., Tasić, G. S., Milovanović, D. M., Marčeta Kaninski, M. P. (2017). Novel photochemical advanced oxidation process for the removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from polluted concrete. *Chemical Engineering Journal*, 312, 99–105. (IF= 6.735) (ISSN: 1385-8947) (<https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.11.117>)

Категорија M21a:

3. Aćimović, D. D., Karić, S. D., **Nikolić, Ž. M.**, Brdarić, T. P., Tasić, G. S., Marčeta Kaninski, M. P., Nikolić, V. M. (2017). Electrochemical oxidation of the polycyclic aromatic hydrocarbons in polluted concrete of the residential buildings. *Environmental Pollution*, 220(Part A), 393–399. (IF= 4.358) (ISSN: 0269-7491) (<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.075>)

Категорија M21:

4. **Nikolić, Ž. M.**, Tošić, M. S., Radivojević, J. M., Gigov, M., Marčeta Kaninski, M. P., Nikolić, V. M., Živojinović, D. Z. (2026). Utilization of organic solvents for the recycling of waste wooden railroad ties. *Molecules*, 31(3), 406–406. (IF= 4.6) (ISSN: 1420-3049) (<https://doi.org/10.3390/molecules31030406>)

Категорија M22:

5. Dodevski, V., Janković, B., Radović, I., Stojmenović, M., Cebela, M., **Nikolić, Ž.**, Pagnacco, M. C., Panić, I., & Stanković, M. (2019). Characterization analysis of activated carbon derived from the carbonization process of plane tree (*Platanus orientalis*) seeds. *Energy and Environment*, 31(4), 583–612. (IF= 1.775) (ISSN: 0958-305X) (<https://doi.org/10.1177/0958305X19880878>)

6. Maslovara, S., Vasić-Aničijević, D., Šaponjić, A., Đurđević-Milošević, D., **Nikolić, Ž.**, Nikolić, V., Marčeta-Kaninski, M. (2025). Comparative analysis of in-situ ionic activators for increased energy efficiency process in alkaline electrolyzers. *Science of Sintering*, 57(2), 193–212. (IF= 1.3) (ISSN: 0350-820X) (<https://doi.org/10.2298/SOS231116001M>)

7. Marčeta Kaninski, M. P., Maslovara, S. L., Protić, J. G., Popović, D. P., Vujosević, D. L., **Nikolić, Ž. M.**, Nikolić, V. M. (2025). Boosting green hydrogen production—Energy savings in alkaline water electrolysis using synergy of magnetic field and in situ activation of electrodes. *Catalysts*, 15(10), 985. (IF= 4.0) (ISSN: 2073-4344) (<https://doi.org/10.3390/catal15100985>)

Категорија M23:

8. Savić, B. G., Mihajlović, I. J., Milutinović, S. M., Seović, M. M., **Nikolić, Ž. M.**, Tošić, M. S., Brdarić, T. P. (2019). Validation and uncertainty estimation of an analytical method for the determination of phenolic compounds in concrete. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 84(1), 55–68. (IF= 1.097) (ISSN: 0352-5139) (<https://doi.org/10.2298/JSC180518106S>)

Категорија M51:

9. Tešović, O., **Nikolić, Ž.**, Radović, N. (2024). Bringing hazardous materials into Serbia and illegal processing, disposal, and storage of hazardous materials – a criminal offence under article 266 of the Criminal Code: Concept, application, challenges. *Journal of Criminology and Criminal Law*, 62(1), 29–52. (ISSN: 0091 4169) (<https://doi.org/10.47152/rkcp.62.1.2>)

Категорија M33:

10. Savić, B. G., Mihajlović, I. J., Brdarić, T. P., Krivokapić, N., Seović, M. M., **Nikolić, Ž. M.** (2017). Determination of the phenol and phenol compounds in concrete using GC-MS. In *Proceedings of the 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems* (pp. 313–316). Szeged, Hungary: University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry. (ISBN: 978-963-306-563-1)

11. **Nikolić, Ž. M.**, Šutulović, A. Lj., Savić, B. G., Brdarić, T. P., Nikolić, V. M., Marčeta Kaninski, M. P. (2018). Analytical process set up for industrial mixed solid waste characterization from unknown sources and composition. In *Proceedings CRETE 2018, Sixth International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management* (pp. 1–4). Chania, Greece. (ISSN: 2241-3146)

12. Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Tešović, O. (2023). Exploring trends in environmental pollution and hazardous chemical waste reporting. In *Proceedings of the 29th International Symposium on Analytical and Environmental Problems* (pp. 278–282). Szeged, Hungary. (ISBN: 978-963-306-963-9)

Категорија M34:

13. **Nikolić, Ž. M.**, Nastasijević, B., Aćimović, D. D., Brdarić, T. P., Tasić, G. S., Nikolić, V. M., Marčeta Kaninski, M. P. (2015). Determination of PAHs content in concrete and mineral oils using UPLC/PDA method. In *Book of Abstracts/33rd Informal Meeting on Mass Spectrometry*, Szczyrk, Poland, May 10–13 (pp. 120–120). University of Silesia, Katowice, Poland. (ISBN: 978-83-940417-1-7)
14. **Nikolić, Ž. M.**, Tasić, G. S., Lebendiskaya, L., Ceković, B., Nikolić, V. M. (2016). Detection and desorption behavior of warfare agents at outdoor conditions after application on different surfaces. In *Proceedings/3rd International CBRNe Workshop IW CBRNe 2016*, Italy, November 25–28 (pp. 58-58). IW CBRNe. (ISBN: 978-8888748894)
15. Tošić, M. S., **Nikolić, Ž. M.**, Lebendiskaya, L., Ceković, B., Milovanovic, D. M., Brdarić, T. P. (2016). Determination and detection of the CWA in different matrices by capillary column electron impact GC-MS. In *Proceedings/3rd International CBRNe Workshop IW CBRNe 2016*, Italy, November 25–28 (pp. 57-57). IW CBRNe. (ISBN: 978-8888748894)
16. **Nikolić, Ž.**, Tošić, M., Nešović, M. (2021). Novel technology with solvent extraction of used timber railway ties to obtain raw material. In *Book of Abstracts/21st European Meeting on Environmental Chemistry*, Novi Sad, Serbia, November 30–December 3. University of Novi Sad. (ISBN: 978-86-7132-078-8)
17. Aćimović, D. D., Brdarić, T. P., **Nikolić, Ž. M.**, Nastasijević, B., Tasić, G. S., Nikolić, V. M., Marčeta Kaninski, M. P. (2015). Tracking of PAHs in construction material-concrete. In *Book of Abstracts/7th Symposium, Chemistry and Environmental Protection, Serbian Chemical Society*, Vršac, Serbia, June 9–12 (pp. 183-183). Serbian Chemical Society. (ISBN: 978-86-7132-058-0)
18. Brdarić, T. P., Aćimović, D. D., **Nikolić, Ž. M.**, Stojšić, D., Perović, I., Tasić, G. S., Nikolić, V. M., Marčeta Kaninski, M. P. (2015). Determination of PAHs in ambient air by UPLC-PDA method. In *Book of Abstracts/7th Symposium, Chemistry and Environmental Protection, Serbian Chemical Society*, Vršac, Serbia, June 9–12 (pp. 201-201). Serbian Chemical Society. (ISBN: 978-86-7132-058-0)
19. **Nikolić, Ž.**, Milovanović, D., Marčeta Kaninski, M., Nikolić, V. (2023). Organic acids as solvents for leaching PAHs out of impregnated wood. In *Book of Abstracts/9th Symposium, Chemistry and Environmental Protection*, Kladovo, Serbia, June 4–7 (pp. 85-86). Serbian Chemical Society. (ISBN: 978-86-7132-082-5)
20. **Nikolić, Ž.**, Radović, N. R., Tešović, O. (2023). Why should used creosot impregnated wood waste be characterized as hazardous? In *Book of Abstracts/8th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor, Serbia, October 20–21 (pp. 25-26). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-141-6)
21. Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Tešović, O. (2023). Managing the hazardous chemical waste in laboratories: Are we on the right path? In *Book of Abstracts/8th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor, Serbia, October 20–21 (pp. 38-39). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-141-6)
22. Tasić, A., Pavlović, I., Nikolić, D., Šolević Knudsen, T., Kojić, I., **Nikolić, Ž.** (2023). Simplified validation and optimization methods for determination polychlorinated biphenyls in tuna fish. In *Book of Abstracts/9th Symposium, Chemistry and Environmental Protection*, Kladovo, Serbia, June 4–7 (pp. 83-84). Serbian Chemical Society. (ISBN: 978-86-7132-082-5)
23. Vizi, A., Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Kojić, I., Stojanović, K. (2024). Efficient determination of undecylenic acid content in pharmaceutical products: A novel simple approach. In *Book of Abstracts/31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research*, Sokobanja, Serbia, June 18–21 (pp. 753-754). University of Sokobanja. (ISBN: 978-86-6305-152-2)

24. **Nikolić, Ž.**, Radović, N. R., Tešović, O. (2024). Is there a need to inform citizens more directly about the handling of household hazardous waste? In *Book of Abstracts/31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research*, Sokobanja, Serbia, June 18–21 (pp. 747-748). University of Sokobanja. (ISBN: 978-86-6305-152-2)
25. Vizi, A., Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Lekić, S., Roglić, G., Stojanović, K., Tešević, V. (2024). Sustainable solutions in analytical chemistry: Combining of instrumental techniques and environmental-friendly natural indicators for classical volumetry. In *Book of Abstracts/31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research*, Sokobanja, Serbia, June 18–21 (pp. 751-752). University of Sokobanja. (ISBN: 978-86-6305-152-2)
26. Vizi, A., Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Kojić, I., Stojanović, K. (2024). Efficient distribution ratio lab exercise for college students. In *Book of Abstracts/10th Conference of Young Chemists of Serbia*, Belgrade, Serbia, October 26 (pp. 35-35). University of Belgrade.
27. **Nikolić, Ž.**, Radović, N. R., Tešović, O. (2024). Risks of chlorine exposure in household cleaning: A call for awareness and prevention. In *Book of Abstracts/31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research*, Sokobanja, Serbia, June 18–21 (pp. 745-746). University of Sokobanja. (ISBN: 978-86-6305-152-2)
28. Jovančičević, B., Tešović, O., Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Stojanović, K. A. (2025). Smoke without numbers: The Duboko, Serbia landfill fire and the absence of dioxins and furans monitoring. In *Book of Abstracts/25th European Meeting on Environmental Chemistry*, Chania, Greece, November 23–25 (pp. 171-171). European Chemical Society. (ISBN: 978-618-5558-15-4)
29. Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Tešović, O. (2025). Mining waste management in Serbia: Systemic challenges and reporting deficiencies. In *Book of Abstracts/9th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor Lake, Serbia, October 24–25 (pp. 12-13). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-165-2)
30. **Nikolić, Ž.**, Radović, N. R., Tešović, O. (2025). How can you participate in the household hazardous waste management in Serbia? In *Book of Abstracts/9th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor Lake, Serbia, October 24–25 (pp. 56-56). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-165-2)
31. Radivojević, J., Đorđević, A. M., **Nikolić, Ž.**, Nikolić, V., Marčeta Kaninski, M. (2025). Comparison of breakthrough time of zeolites and acs in a standard gas mixture of CO₂, C₂H₄, C₂H₆, CH₄ and CO. In *Book of Abstracts/9th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor Lake, Serbia, October 24–25 (pp. 46-47). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-165-2)
32. Radović, N. R., **Nikolić, Ž. M.**, Vizi, A., Rajković, F., Vuković, N., Stojanović, K. A. (2025). Introducing mineral chemistry to high school students: SEM-EDS analysis of Gadolinite-(Ce). In *Book of Abstracts/9th International Student Conference on Technical Sciences*, Bor Lake, Serbia, October 24–25 (pp. 17-18). University of Bor. (ISBN: 978-86-6305-165-2)
33. Maslovara, S., Marčeta, M., Nikolić, V., **Nikolić, Ž.**, Vasić Anićijević, D., Janković, J., Larose, R. (2025). Electrochemical analysis of NiFeMo on the cathode catalysts for the alkaline water electrolysis. In *Book of Abstracts/Advanced Ceramics and Application, 13th Serbian Ceramic Society Conference Program*, Belgrade, Serbia, September 8–10 (pp. 55-55). Serbian Ceramic Society. (ISBN: 978-86-905714-2-0)

1.3. Оцена оспособљености кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и постигнутих резултата током докторских студија и у оквиру научноистраживачког рада, Жељка Николић, мастер инж. технологије, показала је склоност и интересовање за бављење научноистраживачким радом. У току експерименталног истраживачког рада показала је самосталност у осмишљавању и реализацији истраживања, сагледавању и обради

научних резултата и писању научних радова. На основу приказаних биографских и библиографских података кандидата, Комисија сматра да кандидат испуњава све неопходне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Дрво представља природан, биолошки разградив и широко коришћен грађевински материјал, као и обновљив ресурс у људском друштву. Међутим, његова изражена склоност ка апсорпцији воде чини га подложним деловању биолошких агенаса, укључујући бактерије, инсекте и гљивице, што доводи до његове деградације. Најчешћи облик пропадања дрвета је гљивична разградња. Средства за заштиту дрвета могу се поделити на она на бази уља и она на бази воде [1]. Креозотно уље је производ дестилације катрана каменог угља и припада средствима на бази уља. Најчешће се користи за заштиту дрвених шинских прагова, ограда и телекомуникационих стубова. Креозот је, са аспекта хемијског састава, комплексна смеша која може да садржи до 85% полицикличних ароматичних угљоводоника (енгл. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs*), око 10% фенолних једињења и приближно 5% хетероцикличних једињења која садрже азот, сумпор или кисеоник. Полициклични ароматични угљоводоници представљају доминантну и најзначајнију групу компоненти креозота. Од укупног броја ових једињења, шеснаест је дефинисано као приоритетне загађујуће супстанце од стране *U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)*. Сврставају се у групу дуготрајних органских загађујућих супстанци у животној средини због дугог времена опстанка у животној средини и могућих токсичних ефеката. У животној средини најдуже опстају у земљишту и седиментима, хидрофобни су па се не уклањају лако водом. Већина једињења која улазе у састав креозотног уља су класификована као токсична и мутагена и могу да имају штетан утицај на здравље људи и животиња [2].

Дрвени шински прагови третирани креозотом, током употребе на железничким пругама, могу емитовати мање количине загађујућих супстанци у животну средину. Током просечног радног века од 25–30 година, један праг може ослободити око 5 kg креозота. При томе, 16 приоритетних *PAHs* чине 20–40% укупне масе креозота [3]. По завршетку употребе, дрвени прагови постају отпад у складу са прописима *U.S. EPA* и представљају потенцијални еколошки ризик. Иако се дрвени отпад може поново користити, рециклирати или искористити као енергетски ресурс [4], значајан део се и даље одлаже или спаљује. Овакво управљање отпадом је узрок различитих проблема у заштити животне средине као што су загађење ваздуха, емисија гасова стаклене баште и заузимање корисног земљишта. Интензивна пракса одлагања отпада додатно отежава проблем. Овакве методе управљања отпадом су сигуран губитак примарног природног ресурса. Након уклањања из употребе, дрвени прагови се класификују као опасан отпад уколико садржај креозота прелази 1000 ppm у односу на суву материју, што је дефинисано регулативама Европске уније (*Waste Framework Directive, EU 2008/98/EC, 2008; Landfill Directive, 1999/31/EC, 2018/850*). Даљи третман овог отпада зависи од концентрације токсичних компоненти и њихових опасних својстава, при чему су граничне вредности прописане европским законодавством у области управљања отпадом.

Циљ истраживања у оквиру предложене докторске дисертације јесте смањење концентрације загађујућих супстанци у отпадним дрвеним железничким праговима испод границе опасног отпада, односно њихово потпуно уклањање како би се омогућила поновна употреба дрвеног материјала. Потенцијалне примене укључују коришћење као горивни материјал, подлогу за биљну и сточарску производњу или сировину за компостирање. Познато је да третман опасног отпада захтева веће трошкове у односу на неопасан отпад, због чега постоји тежња ка његовој прекласификацији. При томе се често занемарује стварни садржај креозота или се доводи у питање његова токсичност услед дуготрајне изложености спољашњим условима, као што су испаравање, излуживање и биолошка разградња.

Екстракција растварачем представља једну од техника за уклањање загађујућих супстанци из контаминираних материјала. У случају чврстих матрикса, овај процес се назива излуживање [5]. Избор агенса за екстракцију зависи од својстава циљних загађујућих супстанци, а могу се користити чисти неводени растварачи или њихове смеше, као и водени растварачи. Ова техника се успешно примењује у ремедијацији земљишта и припреми узорака за аналитичке методе [6,7]. Ипак, примена екстракције излуживањем у третману отпадних дрвених шинских прагова није довољно истражена. У

овој студији испитују се различити приступи засновани на овој техници са циљем смањења концентрације загађујућих супстанци до нивоа који омогућава безбедну поновну употребу материјала. Процес екстракције, који се може спроводити без мешања и на собној температури, енергетски је ефикасан, али временски захтеван јер је ограничен дифузионим преносом масе [8]. Крајњи производи третмана су деконтаминирани дрвени материјал и екстракт који се евентуално може раздвојити на креозот и екстракциони агенс. Овакав приступ има потенцијал да смањи потребу за депоновањем, умањи ризик од контаминације и избегну нежељене хемијске трансформације услед високих температура. Стога је један од кључних циљева овог рада развој ефикасног приступа заснованог на екстракцији неводним и водним агенсима, са циљем регенерације и поновне употребе искоришћених дрвених материјала [9,10]. Фокус је на избору пре свега такозваних зелених тј. „екофрендли“ (енгл. *eco-friendly*) растварача како би се обезбедио еколошки приступ у истраживањима.

Најважнији литературни подаци на којима ће се заснивати истраживања су:

1. Khademibami, L., Bobadilha, G. S. (2022). Recent developments studies on wood protection research in academia: A review. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5(793177). (IF= 3.13) (e-ISSN: 2624-893X) (<https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.793177>)
2. Kariyawasam, T., Doran, G. S., Howitt, J. A., Prenzler, P. D. (2022). Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in soils and sediments: Sustainable approaches for extraction and remediation. *Chemosphere*, 291(Part 3), 132981. (IF= 9.6) (ISSN: 0045-6535) (<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132981>)
3. Kohler, M., Künniger, T., Schmid, P., Gujer, E., Crockett, R., Wolfensberger, M. (2000). Inventory and emission factors of creosote, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), and phenols from railroad ties treated with creosote. *Environmental Science & Technology*, 34(22), 4766–4772. (IF= 3.02) (ISSN: 0013-936X) (<https://doi.org/10.1021/es000103h>)
4. Sathre, R., Gustavsson, L. (2006). Energy and carbon balances of wood cascade chains. *Resources, Conservation & Recycling*, 47(4), 332–355. (IF= 1.4) (ISSN: 0921-3449) (<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.12.008>)
5. Seader, J. D., Henley, E. J., Roper, D. K. (2010). *Separation process principles: Chemical and biochemical operations* (3rd ed.). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons. (ISBN: 978-0-470-48183-7)
6. Li, X., Du, Y., Wu, G., Li, Z., Li, H., Sui, H. (2012). Solvent extraction for heavy crude oil removal from contaminated soils. *Chemosphere*, 88(2), 245–249. (IF= 3.14) (ISSN: 0045-6535) (<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.03.021>)
7. Haleyur, N., Shahsavari, E., Mansur, A. A., Koshlaf, E., Morrison, P. D., Osborn, A. M., Ball, A. S. (2016). Comparison of rapid solvent extraction systems for the GC–MS/MS characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons in aged, contaminated soil. *MethodsX*, 3, 364–370. (ISSN: 2215-0161) (<https://doi.org/10.1016/j.mex.2016.04.007>)
8. Ikarashi, Y., Kaniwa, M., Tsuchiya, T. (2005). Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons and water-extractable phenols in creosotes and creosote-treated woods made and procurable in Japan. *Chemosphere*, 60(10), 1279–1287. (IF= 3.18) (ISSN: 0045-6535) (<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.01.054>)
9. Li, Y., Hu, J., Liu, H., Zhou, C., Tian, S. (2020). Electrochemically reversible foam enhanced flushing for PAHs-contaminated soil: Stability of surfactant foam, effects of soil factors, and surfactant reversible recovery. *Chemosphere*, 260, 127645. (IF= 7.086) (ISSN: 0045-6535) (<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127645>)
10. Alazaizaa, M. Y. D., Coptyb, N. K., Abunada, Z. (2020). Experimental investigation of cosolvent flushing of DNAPL in double-porosity soil using light transmission visualization. *Journal of Hydrology*, 584, 124659. (IF= 5.722) (ISSN: 0022-1694) (<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124659>).

3. Полазне хипотезе

На темељу досадашњих резултата објављених у научној литератури, истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације заснивају се на претпоставци да је применом екстракције растварачем могуће из отпадних дрвених железничких прагова добити делимично или у потпуности рециклиран дрвени материјал као примарни производ процеса. Поред тога, као секундарни производи издвајали би се креозотно уље и/или регенерисани екстракциони растварач.

Основне хипотезе на којима се темељи научноистраживачки рад у овој дисертацији обухватају следеће:

- Чврсто-течна екстракција представља процес издвајања једињења из чврстих материјала, при чему не долази до растварања целокупне матрице. Овај поступак обухвата не само уклањање адсорбованих супстанци, већ и екстракцију једињења која су затворена или инкапсулирана унутар чврсте структуре. Када се компонента издваја из чврсте фазе, овај процес се означава као излуживање.
- Имајући у виду количину, односно масени удео креозота у употребљеним дрвеним праговима, који је документован у литератури, истраживање ће бити усмерено ка делимичној или потпуној деконтаминацији овог материјала применом екстракције растварачем. Ефикасност процеса зависиће од низа параметара, као што су однос чврсте и течне фазе, гранулација материјала (специфична површина), поларност изабраног екстракционог агенса, као и време контакта између фаза.
- За процес излуживања користиће се различити неводени растварачи, укључујући етанол (96%), пропан-2-ол, дихлорметан, ацетон, *n*-хексан, смешу *n*-хексан/ацетон ($V/V = 1/1$), циклохексан, метанол, *N,N*-диметилформаид, толуен, етил-ацетат, ацетонитрил, амил-ацетат, медицински бензин, *n*-пентан и *n*-бутил-ацетат, као и њихове комбинације. За припрему водених екстракционих система користиће се мравља, сирћетна, винска, лимунска, аскорбинска, млечна, *p*-толуенсулфонска и оксална киселина, као и кофеин и дејонизована вода.
- Биће анализиран утицај сукцесивне екстракције, било употребом истог или различитих екстракционих агенаса. Такође ће се испитати могућности и услови примене континуалне екстракције методом екстракције по *Soxhlet*-у за одабране неводене агенсе.
- Планирана је и детаљна карактеризација отпадних дрвених железничких прагова, укључујући одређивање садржаја влаге и пепела.
- Разматраће се потенцијал за регенерацију добијеног дрвеног материјала и његову поновну употребу у друге сврхе.

4. Научне методе истраживања

Припрема узорка намењених екстракцији обухватиће поступке сечења, уситњавања и обраде глодалицама. Хомогенизација узорка биће постигнута мешањем, након чега ће се одредити просечне димензије и маса добијених честица. Испитивање карактеристика отпада спроводиће се у складу са важећим прописима Републике Србије који регулишу управљање отпадом. Узорак за квалитативна и квантитативна испитивања биће припремљен применом акредитованих, као и одговарајућих неакредитованих метода хемијске анализе.

Анализа почетног контаминираниог материјала, као и производа добијених током екстракционог поступка, биће реализована применом више аналитичких техника:

- Рендгенска дифракциона анализа (енгл. *X-ray diffraction, XRD*) користиће се за утврђивање минералшког састава, односно идентификацију присутних фаза у узорцима пре и након третмана.
- Скенирајућа електронска микроскопија (енгл. *Scanning Electron Microscopy, SEM*) омогућиће увид у морфологију и расподелу величине честица.
- Техника оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно куплованом плазмом (енгл. *Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry, ICP-OES*) примењиваће се за квалитативно и квантитативно одређивање садржаја метала у воденим елуатима.
- Јонска хроматографија (енгл. *Ion chromatography, IC*) користиће се за анализу присуства анјона и катјона у испитиваним узорцима воденог елуата.
- *BET* (енгл. *Brunauer-Emmett-Teller*) метода биће примењена ради одређивања специфичне површине и порозности материјала пре и после третмана.
- Одређивање квалитативног и квантитативног присуства полицикличних ароматичних угљоводоника у дрвеном материјалу вршиће се гасном хроматографијом са пламенојонизујућим детектором (енгл. *Gas Chromatography-Flame Ionization Detector, GC-*

FID) и детекцијом уз помоћ масеног спектрометра (енг. *Gas Chromatography - Mass Spectrometry, GC-MS*).

- Анализа засићених угљоводоника нормалног низа спровешће се применом FT-IR спектроскопије (енгл. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) и гасне хроматографије.

Поступак екстракције загађујућих супстанци изводиће се потапањем узорака и/или уз употребу шејкера при контролисаној температури. У зависности од природе екстракционог агенса, процес може бити додатно унапређен применом ултразвучних таласа. Након екстракције, раздвајање течне фазе вршиће се механичким поступцима, као што су цеђење и филтрација уз употребу филтер-папира и најлонских мембранских филтера. Поједини неводени растварачи могу бити поново употребљени након регенерације, која ће се спроводити дестилацијом при сниженом притиску.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос ове докторске дисертације може се сагледати кроз више кључних аспеката:

- биће развијен поступак за обнову дрвета као значајног природног ресурса применом третмана отпадних дрвених материјала, чиме се уједно умањују изазови повезани са њиховим одлагањем и збрињавањем, што би било у складу са управљањем чврстим отпадом;
- биће испитана могућност поновног искоришћења креозотног уља, као и регенерације употребљених неводених растварача;
- извршиће се унапређење и оптимизација процеса екстракције растварачем кроз избор најповољнијих услова, укључујући врсту екстракционог агенса, однос чврсте и течне фазе, температуру, трајање процеса, као и утицај мешања и примене ултразвука;
- утврдиће се најпогоднија екстракциона средства, како неводена тако и водена, уз анализу утицаја њихове поларности на ефикасност процеса;
- размотриће се избор растварача и са аспекта зелене хемије;
- биће испитани ефекти додатка различитих једињења на повећање растворљивости полицикличних ароматичних угљоводоника у дејонизованој води, а самим тим и на побољшање ефикасности екстракције;
- дефинисаће се потенцијалне примене третираних дрвених прагова као сировине за добијање материјала за сагоревање;
- размотриће се могућности употребе третираног материјала као подлоге у пољопривреди и сточарству, односно као полазне сировине у процесима компостирања.

Очекује се да ће добијени резултати значајно унапредити могућности регенерације дрвета из отпадних дрвених железничких прагова и омогућити шире искоришћење споредних производа насталих током третмана, попут креозотног уља и неводених растварача. Поред тога, предложени приступ управљању отпадним дрвеним железничким праговима може допринети очувању животне средине, смањењу трошкова складиштења и потребног простора за одлагање, уз минималан ризик од излуживања штетних материја у околину.

6. План истраживања и структура рада

Предмет ове докторске дисертације је третман дрвених железничких прагова који се класификују као опасан отпад, што има значајан еколошки импакт. Истраживање ће бити усмерено на оптимизацију поступка третмана овог отпада кроз избор најповољнијег односа чврсте и течне фазе, узимајући у обзир димензије материјала, поларност екстракционог агенса и број компоненти у систему за екстракцију. Испитаће се утицај односа чврсто/течно, времена екстракције и мешања, са континуираним праћењем промена концентрације органских загађујућих супстанци. На основу добијених резултата биће одабрани неводени и водени екстракциони агенси са највећом ефикасношћу за уклањање циљаних загађујућих супстанци из отпадних дрвених прагова.

Дисертација ће бити организована кроз следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.

Увод ће представити значај и предмет истраживања, дефинисати циљеве и истакнути очекивани научни допринос.

Теоријски део обухватиће преглед релевантне литературе о:

- физичким и хемијским методама заштите дрвета и прегледу хемијских средстава;
- креозотном уљу као хемијској заштити дрвета, укључујући хемијску структуру, реактивност и токсичност полицикличних ароматичних угљоводоника;
- масеном уделу креозота у коришћеним дрвеним праговима и њиховом статусу као отпадног материјала;
- утицају употребе импрегнисаних прагова на животну средину и методама ремедијације контаминираних локација;
- сепарационим техникама (екстракција растварачима, чврсто/течна екстракција, контактне методе);
- технологијама деконтаминације земљишта (енгл. *Soil washing, Soil flushing*) и агенсима који побољшавају екстракцију;
- хидротропним агенсима за повећање растворљивости неполарних органских једињења;
- управљању отпадом дрвених железничких прагова.

Експериментални део садржаће опис:

- типова импрегнисаних отпадних дрвених прагова, апарата, хемикалија и реагенаса;
- поступака, услова и радних параметара за екстракцију растварачем;
- метода за физичко-хемијску карактеризацију узорака и добијених производа;
- испитивања морфологије, величине честица, специфичне површине и порозности узорака;
- утицаја додатих једињења на растворљивост полицикличних ароматичних угљоводоника у дејонизованој води;
- промена концентрације органских загађујућих супстанци током третмана.

У поглављу Резултати и дискусија биће детаљно приказани, размотрени и дискутовани резултати добијени током израде докторске дисертације, са следећим садржајем:

- хемијска контаминација и микроструктура узорака и производа после третмана;
- површинска својства, морфологија, расподела величине честица и порозност;
- оптимизација екстракционе технике, односа чврсто/течно, времена и мешања (са или без ултразвука);
- дефинисање најефикаснијег неводеног и воденог екстракционог средства, као и поларности средства;
- испитивање утицаја додатих једињења на растворљивост и екстракциону ефикасност;
- могућности примене третираних прагова као сировине за ложење или као подлоге за узгој биљака и животиња.

Закључак ће сумирати целокупно истраживање и истакнути најважније резултате и доприносе овог истраживања, док ће Литература садржати цитиране литературне наводе, као и радове који су објављени током израде дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем раду и постигнутим резултатима, Комисија сматра да кандидат Жељка Николић, мастер инж. технологије, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу изложеног, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под називом „Екстракција полицикличних ароматичних угљоводоника из отпадних дрвених железничких прагова применом неводених и водених екстракционих агенаса“ научно заснована и предлаже Наставно-научном већу да је прихвати. За ментора се предлаже проф. др Драгана Живојиновић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Хемијске науке за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа.

У Београду, 2. април 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Драгана Живојиновић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Александар Маринковић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Александра Перић Грујић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Александра Радуловић, виши научни сарадник,
Институт за општу и физичку хемију, Београд

Др Милица Марчета Канински, научни саветник,
Институт за општу и физичку хемију, Београд