

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

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

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

**ХЕМОМЕТРИЈСКО ОДРЕЂИВАЊЕ 16 ПРИОРИТЕТНИХ ПОЛИЦИКЛИЧНИХ АРОМАТИЧНИХ
УГЉОВОДОНИКА У ЗЕМЉИШТУ И БИЉНИМ ДЕЛОВИМА БРШЉАНА, ЈОРГОВАНА И СМОКВЕ
(СОРТЕ ЦРНА ПЕТРОВАЧА) ИЗ БОРСКОГ РЕГИОНА: КОНТЕКСТ ФИТОМОНИТОРИНГА И
ФИТОРЕМЕДИЈАЦИЈЕ**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Александра (Драган) Паплудис**
2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Технички факултет у Бору, Технолошко инжењерство

3. Година завршетка претходног нивоа студија: **2018.**
4. Година уписа на докторске студије: **2018.**
5. Назив студијског програма докторских студија: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

За кандидата: **Александра Д. Паплудис**

Име и презиме ментора: **Проф. др Слађана Ч. Алагић**

Звање: **Редовни професор**

Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације (h-indeks=15, цитираност=752, Scopus-база на дан 08.09.2025.):

1. Aleksandra D. Papludis, Slađana Č. Alagić, Snežana M. Milić, Jelena S. Nikolić, Snežana Č. Jevtović, Vesna P. Stankov Jovanović and Gordana S. Stojanović (2025): Chemometric Evaluation of 16 Priority PAHs in Soil and Roots of *Syringa vulgaris* and *Ficus carica* from the Bor Region (Serbia): An Insight into the Natural Plant Potential for Soil Phytomonitoring and Phytoremediation. *Environments*, 12(8), article number 256, DOI: 10.3390/environments12080256, [M22](#)

ISSN: 2076-3298, IF(2024) = 3,7, *Environmental Sciences, Ecology, Evolution, Behavior and Systematics*

Кључне речи: chemometrics; common fig; common lilac; PAHs; soil monitoring and remediation
<https://doi.org/10.3390/environments12080256>

2. Stefan Petrović, Jelena Mrmošanin, Aleksandra Pavlović, Slađana Alagić, Snežana Tošić, Gordana Stojanović (2022): The Influence of Agricultural Soil Preparation Methods on the Pseudo-Total Element Content Determined by ICP-OES. *STUDIA UBB Chemia/Studia Universitatis Babes-Bolyai*, LXVII, 1, p. 43-60, DOI: 10.24193/subbchem.2022.1.03, [M23](#)

ISSN: 1224-7154, IF(2022) = 0.3, *Chemistry, Multidisciplinary*

Кључне речи: soil, digestion methods, macro and microelements, inductively coupled plasma optical emission spectrometry, ANOVA
http://chem.ubbcluj.ro/~studiachemia/issues/chemia2022_1/03Petrovic_etal_43_60.pdf

3. Jelena V. Petrović, Slađana Č. Alagić, Snežana M. Milić, Snežana B. Tošić, Mile M. Bugarin (2021): Chemometric characterization of heavy metals in soils and shoots of the two pioneer species sampled near the polluted water bodies in the close vicinity of the copper mining and metallurgical complex in Bor (Serbia): Phytoextraction and biomonitoring contexts. *Chemosphere*, 262, article number 127808, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.127808, [M21a](#)

ISSN: 0045-6535, IF(2021) = 8,943, *Environmental Sciences*

Кључне речи: Biomonitoring; Chemometric characterization; Common nettle; Heavy metal(oid)s; Sun spurge; Phytoextraction
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127808>

4. Slađana Č. Alagić, Snežana B. Tošić, Mile D. Dimitrijević, Maja M. Nujkić, Aleksandra D. Papludis, Viktorija Z. Fogl (2018): The content of the potentially toxic elements, iron and manganese in the grapevine cv Tamjanika growing near the biggest copper mining/metallurgical complex on the Balkan peninsula: Phytoremediation, biomonitoring and some toxicological aspects. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(34), p. 34139-34154, DOI: 10.1007/s11356-018-3362-7, [M21](#)

ISSN: 0944-1344. IF(2018) = 2.914, *Environmental Sciences*

Ključne reči: Biomonitoring; Fe; Mn; Phytostabilization; *Vitis vinifera*

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-3362-7>

5. Slađana Č. Alagić, Snežana B. Tošić, Mile D. Dimitrijević, Jelena V. Petrović, Dragana V. Medić (2017): Chemometric evaluation of trace metals in *Prunus persica* L. Batech and *Malus domestica* from Minićevo (Serbia). *Food Chemistry*, 217, p. 568-575, DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.09.006, [M21a+](#)

ISSN: 0308-8146. IF(2017) = 4.946, *Chemistry, Applied, Food Science & Technology, Nutrition & Dietetics*

Ključne reči: trace metals; ICP-OES/BAFs/HCA/One-way ANOVA; bioaccumulation; apple; peach

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.006>

6. Slađana Č. Alagić, Vesna P. Stankov Jovanović, Violeta D. Mitić, Jelena S. Nikolić, Goran M. Petrović, Snežana B. Tošić, Gordana S. Stojanović (2017): The effect of multiple contamination of soil on LMW and MMW PAHs accumulation in the roots of *Rubus fruticosus* L. naturally growing near The Copper Mining and Smelting Complex Bor (East Serbia). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(18), p. 15609-15621, DOI: 10.1007/s11356-017-9181-4, [M21](#)

ISSN: 0944-1344. IF(2017) = 2.800, *Environmental Sciences*

Ključne reči: biomonitoring; PAHs; phytoremediation; soil pollution; wild blackberry

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-9181-4>

7. Slađana Č. Alagić, Vesna P. Stankov Jovanović, Violeta D. Mitić, Jelena S. Cvetković, Goran M. Petrović, Gordana S. Stojanović (2016): Bioaccumulation of HMW PAHs in the roots of wild blackberry from the Bor region (Serbia): Phytoremediation and biomonitoring aspects. *Science of the Total Environment*, 562C, p. 561-570, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.063, [M21a](#)

ISSN: 0048-9697. IF(2016) = 4.900, *Environmental Sciences*

Ključne reči: GC/MS; Micro-pollutants; PAH accumulation; *Rubus fruticosus* L.; Soil

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.063>

8. Snežana Tošić, Slađana Alagić, Mile Dimitrijević, Aleksandra Pavlović and Maja Nujkić (2016): Plant parts of the apple tree (*Malus spp.*) as possible indicators of heavy metal pollution, *AMBIO: a journal of the human environment*, 45(4), p. 501-512; DOI: 10.1007/s13280-015-0742-9, [M21](#)

ISSN: 0044-7447. IF(2016) = 3.687, *Environmental Sciences; Engineering, Environmental*

Ključne reči: apple tree; heavy metals; biomonitoring

<http://link.springer.com/article/10.1007/s13280-015-0742-9>

9. Slađana Č. Alagić, Snežana B. Tošić, Mile D. Dimitrijević, Jelena V. Petrović, Dragana V. Medić (2016): The characterization of heavy metals in the grapevine (*Vitis vinifera*) cultivar Rkatsiteli and wild blackberry (*Rubus fruticosus*) from East Serbia by ICP-OES and BAFs. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 47(17) p. 2034-2045; DOI: 10.1080/00103624.2016.1225082, [M22](#)

ISSN: 0010-3624, IF(2016) = 0.589, Agriculture, Agronomy, Botany, Chemistry, Analytical, Plant Sciences, Soil Science

Ključne reči: bioaccumulation; deficiency; grapevine; heavy metals; ICP-OES/BAFs; phytotoxicity; wild blackberry

<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2016.1225082>

10. Slađana Č. Alagić, Biljana S. Maluckov, Vesna B. Radojičić (2015): How can plants manage polycyclic aromatic hydrocarbons? May these effects represent a useful tool for an effective soil remediation? A review. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(3), p. 597-614, DOI: 10.1007/s10098-014-0840-6, [M22](#)

ISSN: 1618-954X, IF(2014/15/16) = 1.934/bezIF/3.331, Environmental Sciences, Engineering Environmental, Green & Sustainable Science & Technology

Ključne reči: PAH; Plant; Microorganism; Soil; Phytoremediation

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10098-014-0840-6>

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **30.10.2025.** 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.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Дејан Таникић

- 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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-2-12
Бор, 30. 10. 2025. године

На основу члана 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 35. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 30. 10. 2025. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова о научној заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње **Александре Паплудис**, мастер инж технологије, студента докторских студија студијског програма Технолошко инжењерство;

II Одобава се именованој израда докторске дисертације под називом; „**Хеометријско одређивање 16 приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника у земљишту и биљним деловима бршљана, јоргована и смокве (сорте црна Петровача) из борског региона: Контекст фитомониторинга и фиторемедијације**“.

III За ментора се именује **др Слађана Алагић**, редовни професор Универзитета у Београду, Техничког факултета у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности на Одлуку о прихватању теме и одређивању ментора.

Доставити:

- ВНО Универзитет у Београду
- именованој
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО- НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Технички факултет у Бору

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата Александре (Драган) Паплудис, академско звање: Мастер инжењер технологије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4-34-14 од 25.09.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата Александре Д. Паплудис, мастер инжењера технологије, под називом: „Хеометријско одређивање 16 приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника у земљишту и биљним деловима бршљана, јоргована и смокве (сортe црна Петровача) из борског региона: Контекст фитомониторинга и фиторемедијације“. Предложена тема припада научном пољу техничко-технолошких наука и научној области технолошко инжењерство, за које Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду, има акредитоване докторске академске студије. На основу расположивог материјала, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александра Д. Паплудис (девојачко Грујић), рођена је 06.12.1989. године у Бору, где је завршила основну школу и Гимназију „Бора Станковић“. Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду уписала је школске 2008/2009. године на студијском програму Технолошко инжењерство, модул Инжењерство заштите животне средине. Основне академске студије завршила је 17.05.2013. године, одбраном завршног рада под називом: „Фиторемедијација земљишта контаминираних перзистентним органским загађивачима“, са оценом 10. Просечна оцена током основних академских студија била је 8,06. Кандидат

Александра Паплудис је проглашена за студента генерације. Мастер академске студије, на студијском програму Технолошко инжењерство, на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, уписала је школске 2016/2017. године, а завршила 30.01.2018. године, одбраном мастер рада „Садржај мангана у виновој лози (*Vitis vinifera* L.) из Борског региона – аспекти фиторемедијације и биомониторинга“, са просечном оценом у току студија 9,88 и оценом 10 на мастер раду. Докторске академске студије, на студијском програму Технолошко инжењерство, на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, уписала је школске 2018/2019. године.

У току досадашњих докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, кандидат Александра Паплудис положила је следеће испите:

1. Феномени преноса 2: оцена 10 (десет) - 15 ЕСПБ,
2. Наука о материјалима: оцена 10 (десет) - 15 ЕСПБ,
3. Заштита животне средине: оцена 10 (десет) - 15 ЕСПБ,
4. Електрохемијска технологија: оцена 9 (девет) - 15 ЕСПБ,
5. Третман чврстог отпада: оцена 10 (десет) - 15 ЕСПБ,
6. Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 1: оцена 10 (десет) - 30 ЕСПБ,
7. Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 2: оцена 10 (десет) - 30 ЕСПБ,
8. Докторска дисертација - студијски истраживачки рад 3: оцена 10 (десет) - 10 ЕСПБ,
9. Докторска дисертација - дефинисање теме: оцена 10 (десет) - 15 ЕСПБ,

чиме је стекла услов да пријави тему за израду докторске дисертације. Говори и пише енглески и француски језик.

Радни однос на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, засновала је 01.02.2019. године на одсеку за Технолошко инжењерство, као сарадник у звању асистента за ужу научну област Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство. Као избрани асистент, активно је учествовала у припреми и извођењу лабораторијских и рачунских вежби на следећим предметима: Органска хемија, Механичке операције, Заштита животне средине, Операције преноса топлоте и масе, Отпадне воде, Екологија, као и на организовању и вођењу Стручне праксе.

1.2. Сечено научно-истраживачко искуство

Кандидат Александра Д. Паплудис била је члан комисије за попис ситног инвентара и амбалаже у употреби на Техничком факултету у Бору 2019. године, као и члан комисије за попис основних средстава 2024. године. Члан радне групе за спровођење SWOT анализе на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, за потребе израде Извештаја о самовредновању и оцени квалитета установе и студијских програма, била је 2019. године. У циљу промоције Техничког факултета у Бору учествовала је на 63. Међународном сајму технике и техничких достигнућа, одржаном у Београду маја 2019. године, под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Била

је и члан радне групе која врши промоцију Факултета код ученика средњих школа у школској 2020/21. години.

Александра Д. Паплудис учествовала је у догађајима посвећеним популаризацији науке: „Тимочки Научни Торнадо – ТНТ” (2019., 2020. и 2021. године). Била је члан организационих одбора међународних конференција International Conference Ecological Truth and Environmental Research: EcoTER 2019, 2020 и 2022, као и члан организационог одбора Студентске конференције техничких наука: ISC 2021 (7th International Student Conference on Technical Science) и ISC 2025 (9th International Student Conference on Technical Science). Била је и технички уредник Зборника студентске секције EcoTERS 2022. Члан је Српског хемијског друштва, Подружнице у Бору.

Учествовала је и у реализацији пројекта финансираног од стране Министарства, науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије по уговорима: 1) број: 451-03-65/2024-03/200131 и 2) број: 451-03-137/2025-03/200131 о реализацији и финансирању научно-истраживачког рада НИО Техничког факултета у Бору (Универзитет у Београду), током 2024. и 2025. године.

Александра Д. Паплудис је аутор, или коаутор радова публикованих у међународним часописима (категорије M21x2 и M22x2), у једном водећем националном часопису категорије M24, затим у више часописа националног значаја (категорије M51x3 и M53x1), као и бројних саопштења са конференција међународног значаја (категорија M33x16). Списак референци дат је у библиографији објављених радова:

Рад у водећем међународном часопису категорије M21

1. S. Alagić, S. Tošić, M. Dimitrijević, M. Nujkić, **A. Papludis**, V. Fogl (2018) The content of the potentially toxic elements, iron and manganese in the grapevine cv Tamjanika growing near the biggest copper mining/metallurgical complex on the Balkan peninsula: Phytoremediation, biomonitoring and some toxicological aspects, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(34), 34139–34154. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3362-7>; (IF (2018) = 2.914)
2. M. Nujkić, S. Milić, B. Spalović, A. Dardas, S. Alagić, D. Ljubić, **A. Papludis** (2020) *Saponaria officinalis* L. and *Achillea millefolium* L. as possible indicators of trace elements pollution caused by mining and metallurgical activities in Bor, Serbia, *Environmental Science and Pollution Research*, 27(36), 44969–44982. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10371-5>; (IF (2020) = 4.223)

Рад у међународном часопису категорије M22

1. M. Nujkić, Ž. Tasić, S. Milić, D. Medić, **A. Papludis**, V. Stiklić (2023) Mullein leaf as potential biosorbent for copper(II) ions removal from synthetic solutions: optimization, kinetic and isotherm, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(8), 9099–9110. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04541-w>; (IF (2023) = 3.0)
2. **A. Papludis**, S. Alagić, S. Milić, J. Nikolić, S. Jevtović, V. Stankov Jovanović, G. Stojanović (2025) Chemometric Evaluation of 16 Priority PAHs in Soil and Roots of *Syringa vulgaris* and *Ficus carica*

from the Bor Region (Serbia): An Insight into the Natural Plant Potential for Soil Phytomonitoring and Phytoremediation, *Environments*, 12(8), 256.

<https://doi.org/10.3390/environments12080256>; (IF (2025) = 4.223)

Рад у водећем националном часопису категорије M24

1. A. Papludis, S. Alagić, S. Milić (2018) Mangan u sistemu zemljište-biljka: Aspekti fitoremedijacije/Manganese in the system soil/plant: Phytoremediation aspects, *Zaštita materijala/Materials protection*, ISSN 0351-9465, 59(3), 385-393.

<https://doi.org/10.5937/ZasMat1803385P>

Саопштење са међународног скупа штампано у целини категорије M33

1. S. Alagić, S. Tošić, M. Nujkić, S. Milić, A. Papludis, Z. Stević (2019) Manganese biomonitoring in the region of Bor (Eastern Serbia) on the basis of the content in the samples of leaves, roots, and soils of wild blackberry/Biomonitoring mangana u regionu Bora (Istočna Srbija) na bazi sadržaja u uzorcima lišća, korenja i zemljišta divlje kupine, 7th International conference on Renewable Electrical Power Sources/7. Međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-81505-97-7, 17.10.2019 - 18.10.2019, Proceedings, 55-60.

2. M. Nujkić, S. Milić, A. Papludis, S. Stanković, A. Radojević, S. Alagić, B. Spalović (2020) Walnut shell as a biosorbent for removal of heavy metal ions from different sample solutions, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research 2020, Kladovo, Serbia, ISBN: 978-86-6305-104-1, 16.06.2020 - 18.06.2020, Proceedings, 106-110.

3. A. Papludis, S. Alagić, S. Milić (2020) Detection of PAHs as micro-pollutants in environmental soil and plant samples, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research 2020, Kladovo, Serbia, ISBN: 978-86-6305-104-1, 16.06.2020 - 18.06.2020, Proceedings, 111-115.

4. I. Đorđević, S. Milić, D. Medić, M. Nujkić, A. Papludis (2020) Recovery of metals from spent lithium ion batteries, 28 th International Conference Ecological Truth and Environmental Research 2020, Kladovo, Serbia, ISBN: 978-86-6305-104-1, 16.06.2020 - 18.06.2020, Proceedings, 209-214.

5. A. Papludis, M. Nujkić, S. Milić, D. Medić, S. Alagić, S. Stanković (2021) Influence of metallurgical activities on the content of manganese, strontium and chrome in chicory, XIV International Mineral processing and Recycling conference, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-6305-113-3, 12.05.2021 - 14.05.2021, Proceedings, 430-435.

6. D. Medić, S. Milić, S. Alagić, S. Dimitrijević, S. Đorđievski, M. Nujkić, A. Papludis (2021) Influence of pH value of leach solutions on efficiency of electrolytic deposition of cobalt, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference, Beograd, Serbia, ISBN 978-86-6305-113-3, 12.05.2021 - 14.05.2021, Proceedings, 160-165.

7. D. Medić, S. Milić, S. Alagić, M. Nujkić, S. Đorđievski, A. Papludis (2021) Optimization of cathodic material leaching process in acid-sulphate solution, Proceedings, 52nd International October Conference on Mining and Metallurgy - IOC 2021, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Bor, Serbia, ISBN 978-86-6305-119-5, November 29th - 30th 2021, Proceedings, 137-140.

8. A. Papludis, S. Alagić, S. Milić, I. Zlatanović, M. Filipović, J. Nikolić, V. Stankov Jovanović (2022) The content of dangerous contaminants PAHs in the soil and roots of *Hedera helix* in Slatina (Bor's municipality), 29th International Conference Ecological Truth and Environmental Research - EcoTER'22,

University of Belgrade, Technical faculty in Bor, Sokobanja, Serbia, ISBN 978-86-6305-123-2, 21-24 June 2022, Proceedings, 137–141.

9. M. Nujkić, V. Stiklić, Ž. Tasić, S. Milić, D. Medić, **A. Papludis**, I. Đorđević (2022) Biosorption of metal ions from synthetic solutions using different parts of plant material – A review, 29th International Conference Ecological Truth and Environmental Research - EcoTER'22, University of Belgrade, Technical faculty in Bor, Sokobanja, Serbia, ISBN 978-86-6305-123-2, 21-24 June 2022, Proceedings, 325–330.

10. D. Medić, S. Milić, S. Alagić, M. Nujkić, **A. Papludis**, S. Đorđević, S. Dimitrijević (2022) Recycling gold from waste printed circuit boards, 29th International Conference Ecological Truth and Environmental Research - EcoTER'22, University of Belgrade, Technical faculty in Bor, Sokobanja, Serbia, ISBN 978-86-6305-123-2, 21-24 June 2022, Proceedings, 387–392.

11. **A. Papludis**, S. Alagić, S. Milić, J. Nikolić, D. Medić, Z. Stević, V. Stankov Jovanović (2023) A consideration of phenanthrene presence in Bor's municipality based on its content in leaves and stems of *Hedera helix* L., 11th International Conference on Renewable Electrical Power Sources, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-85535-16-1, October 2 and 3, 2023, Proceedings, 239–243.

12. D. Medić, I. Đorđević, M. Nujkić, **A. Papludis**, V. Nedelkovski, S. Alagić, S. Milić (2023) Use of copper powder as a reducing agent in the leaching process of LiCoO₂, XV International Mineral Processing and Recycling Conference - IMPRC 2023, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-6305-133-1, 17-19 May 2023, Proceedings, 242–247.

13. S. Stanković, M. Nujkić, Ž. Tasić, D. Medić, **A. Papludis**, S. Milić (2023) Modified membranes with graphene oxide – removal of dyes from wastewater, 30th International Conference Ecological Truth and Environmental Research – EcoTER'23, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Bor, Serbia, ISBN 978-86-6305-137-9, 20-23 June 2023, Proceedings, 506–511.

14. **A. Papludis**, S. Alagić, S. Milić, J. Nikolić, I. Zlatanović, S. Jevtović, V. Stankov Jovanović (2024) Naphtalene screening in Bor's municipality based on its concentrations in leaves and stems of *Hedera helix* L., 31st International conference Ecological Truth & Environmental Research - EcoTER'24, University of Belgrade, Technical faculty in Bor, Sokobanja, Serbia, ISBN 978-86-6305-152-2, 18-21 June 2024, Proceedings, 38–42.

15. Dragana Medić, S. Milić, N. Milošević, M. Nujkić, S. Alagić, A. Cvetković, **A. Papludis** (2024) Causes and possible consequences of thermal runaway in lithium-ion batteries, 31st International conference Ecological Truth & Environmental Research - EcoTER'24, University of Belgrade, Technical faculty in Bor, Sokobanja, Serbia, ISBN 978-86-6305-152-2, 18-21 June 2024, Proceedings, 454–459.

16. **A. Papludis**, S. Alagić, S. Milić, D. Medić, J. Nikolić, S. Jevtović, I. Zlatanović Đaić (2025) Distribution of PAHs in soils from the Bor region, taken from the rooting zone of poison ivy, The 56th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor, Serbia, 22-25 October 2025 (Прихваћен рад).

Рад у водећем националном часопису категорије M51

1. S. Alagić, M. Dimitrijević, **A. Grujić** (2014) Mehanizmi fitoremedijacije perzistentnih organskih загађујућих супстанци: trihlor-etilena i polihlorovanih bifenila iz kontaminiranih zemljišta, *Ecologica*, ISSN 0354-3285, 21(73), 61–66.

<http://www.ecologica.org.rs/SADRZAJ-73-2014.pdf>

2. A. Papludis, A. Simonović, S. Alagić (2022) The content of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil formed during incineration of e-waste at the sites of its inadequate disposal and recycling, *Materials Protection/Zaštita Materijala*, ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585, 63(2), 165–176.
<https://doi.org/10.5937/zasmat2202165P>

3. A. Papludis, S. Alagić, S. Milić, D. Medić, I. Zlatanović, J. Nikolić, V. Stankov-Jovanović (2023) The capacities of *Hedera helix* from the Bor region for PAH accumulation in the root and implications for phytostabilization, *Materials Protection/Zaštita Materijala*, ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585, 64(1), 13–21.
<https://doi.org/10.5937/zasmat2301013P>

Рад у националном часопису категорије M53

1. Aleksandra D. Papludis, Slađana Č. Alagić, Snežana M. Milić, Dragana V. Medić, Sonja S. Stanković, Vladan V. Nedelkovski, Aleksandar Z. Cvetković (2024) Phytomonitoring of pyrene of atmospheric origin in the rural and urban/industrial sites of Bor's municipality using leaves and stems of *Hedera helix* L., *Chemia Naissensis*, ISSN 2620-1895, 6(2), 34–41.
<https://doi.org/10.46793/ChemN6.2.34P>

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми докторске дисертације

На основу претходно изложених података о досадашњем раду, оствареним резултатима у току докторских академских студија и научно-истраживачког рада кандидата, Комисија која подноси овај извештај сматра да Александра Д. Паплудис поседује научно-стручну усмереност, способност и самосталност за научно-истраживачки рад у области којој припада предложена тема дисертације (Технолошко инжењерство) и оцењује је подобном за рад на предложеној теми. Комисија закључује, да кандидат Александра Д. Паплудис поседује све потребне квалификације и испуњава све формалне услове за израду докторске дисертације под називом „Хеометријско одређивање 16 приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника у земљишту и биљним деловима бршљана, јоргована и смокве (сортe црна Петровача) из борског региона: Контекст фитомониторинга и фиторемедијације“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет и циљ ове докторске дисертације, у најширем смислу, биће испитивање природних, аутентичних потенцијала неколико локалних биљних врста из региона Бора (источна Србија) према усвајању и акумулацији 16 приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника (ПАУ, енг., Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs), ради могуће примене селекованих биљака у сврхе фиторемедијације и фитомониторинга, као две еколошки прихватљиве методе у контроли и заштити животне средине од поменутих, веома опасних органских загађујућих материја. Осим тога, као један од предмета и циљева

истраживања осмишљена је и одређена модификација QuEChERS-методе (енг. Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe) која се, уз дијатомејску земљу, као јефтин и лако доступни сорбенс, са великом активном површином и до сада уобичајено примењивала за изоловање ПАУ-једињења из узорака контаминираниог земљишта. Међутим, када је у питању биљни материјал, литературни подаци указују да се овај сорбенс уопште није примењивао. У том смислу, ради добијања што прецизнијих коначних резултата, уз истовремено значајно смањивање трошкова и трајања хемијске анализе, у овој докторској дисертацији, планирано је да се дијатомејска земља по први пут у аналитичкој пракси, примени и за припрему узоркованих биљних делова. Након оптимизације, планира се и валидација ове, суштински, ново-дизајниране методе, у складу са свим принципима добре аналитичке праксе.

Полутанти од интереса у овој докторској дисертацији, тј. полициклични ароматични угљоводоници, представљају групу умерено испарљивих хидрофобних органских једињења, често веома сложене структуре, која се пак добро растварају у липофилним матрицама и која последњих деценија представљају све већи проблем са аспекта угрожавања животне средине и здравља људи, иако су у овим матрицама присутна у микро-концентрацијама. Многа једињења из ове групе су чак и у овако ниским концентрацијама генотоксична и могу изазвати појаву бројних мутација, као и неке врсте канцера. Из ових разлога, Америчка агенција за заштиту животне средине (енг., United States Environmental Protection Agency, USEPA), поставила је 16 ПАУ једињења на листу приоритетних полутаната чије се концентрације обавезно прате у индустријским емисијама (у литератури су познати као укупни ПАУ, или енг., ΣPAHs). То су: нафтален (Nap), аценафтилен (Acu), аценафтен (Ace), флуорен (Flr), фенантрен (Phe), антрацен (Ant), флуорантен (Flt), пирен (Pyr), бензо(а)антрацен (BaA), хризен (CHR), бензо(б)флуорантен (BbF), бензо(к)флуорантен (BkF), бензо(а)пирен (BaP), дибензо(а,х)антрацен (DhA), индено(1,2,3-цд)пирен (IcP) и бензо(г,х,и)перилен (BgP). Седам од ових једињења сматра се потенцијално канцерогеним по људе: BaA, BaP, BbF, BkF, DhA, CHR и IcP.

Због изузетно ниског степена деградације у животној средини и слабе растворљивости у води, сматра се да су ПАУ веома постојана једињења, а нарочито у оквиру земљишног матрикса. Обзиром да су перзистентни у животној средини и такође биоакумулативни, као и да подлежу транспорту на велике удаљености, сматрају се једним од значајнијих представника перзистентних органских загађујућих материја, тј., полутаната (ПОП).

У општем случају, сва ПОП-једињења, па тако и ПАУ, могу потицати из природних (вулканске ерупције, шумски пожари, неки геохемијски и микробиолошки процеси), као и антропогених извора (различита индустријска постројења, градске топлане, али и индивидуална ложишта, градски отпад, саобраћај, активности у пољопривреди, као и продукти деградације органских молекула настали из различитих

пиролитичких процеса). Ипак, присуство ПАУ у животној средини је генерално препознато као контаминација која потиче из антропогенних активности.

Проблеми узроковани ПАУ-једињењима која потичу из антропогенних извора, присутни су на светском нивоу. Многе локалне области (попут борског региона) изложене су дугогодишњем загађењу не само конкретног биотопа, већ и присутних биоценоза и што је најважније – људске популације. Због тога и менаџмент загађених сфера животне средине представља тему од глобалног интереса, а посебно у односу на земљиште као добро познати (природни) резервоар различитих загађујућих материја.

Међутим, често се дешава да не постоје једноставна решења за ефективно "излечење" земљишта, као и других контаминираних медијума животне средине, или пак за контролу негативног утицаја ПАУ на живе организме. Бројне технологије базиране на различитим физичким, електричним, термалним, хемијским, или биолошким процесима, биле су тестиране у циљу добијања поузданих и тачних података у односу на њихову ефективност при редукцији, или пак тоталном уклањању ПАУ са контаминираних места. Изведени тестови показали су многе афирмативне, али у исто време и бројне негативне резултате за сваки поједини, или комбиновани приступ. Ипак, током последњих деценија, једна нова "зелена" технологија, позната као фиторемедијација, почела је да се истиче као релативно једноставна, јефтина и пре свега - еколошки прихватљива метода, како у односу на загађену воду и ваздух, тако и на земљиште, као веома важан, али и екстремно слабо обновљиви (практично - необновљиви) природни ресурс. У случају земљишта, показано је да фиторемедијација, иако дуготрајни процес (базиран на специфичним биљним капацитетима за толеранцију ПАУ), може потпуно да уклони, или бар делимично разори, тј. трансформише ПАУ-једињења у мање токсичне форме, најчешће на великим контаминираним површинама и то на један врло ефикасан и безбедан начин, поправљајући истовремено многе физичке, хемијске и биолошке карактеристике третиране подлоге.

Генерално, уочене главне предности фиторемедијације у поређењу са другим приступима ремедијације земљишта су:

- 1) очување природне структуре и текстуре подлоге,
- 2) енергија коју користи потиче првенствено од сунца,
- 3) може довести до високог нивоа микробне биомасе у подлози и
- 4) ниска цена и потенцијал за релативно брзо спровођење.

Такође, уочљива је чињеница, из раније спроведених истраживања, да и микроорганизми могу да делују на ПАУ-молекуле веома ефективно и да их, у односу на биљке, декомпонују чак много ефикасније, све до угљен-диоксида и воде. Декомпозиција ПАУ-молекула користећи метаболизам микроба је у научној литератури означена као класична биодеградација. Међутим, пошто микроби могу да делују на ПАУ не само самосталним путем, већ и у садејству са вишим биљкама, овај начин деловања прихваћен је као само један од више познатих метода фиторемедијације. Ово је све додатно довело до разјашњења и самих процеса метаболизма васкуларних биљака, који могу бити

укључени у процесе ремедијације, тако да се данас ова технологија састоји од низа иновативних процедура за заштиту животне средине, у чијем центру се налазе управо јединствене екстрактивне и метаболичке способности појединих врста биљака.

Наиме, одавно је позната чињеница да више, тј. васкуларне биљке поседују бројне генетске, биохемијске и физиолошке карактеристике које их чине скоро идеалним средствима за ремедијацију. Тако, иако је било уочено да су микроби много успешнији у деградацији ПАУ, такође је било установљено и да биљке могу да издрже утицај много већих концентрација органских загађујућих материја од већине микроорганизама, да их могу усвајати како путем корена, тако и преко кутикуле листа а онда их, унутар својих ћелија могу брзо претварати у мање токсичне метаболите; додатно, оне могу да стимулишу деградацију органских супстанци у земљишту, у сфери кореновог система, па чак и да имобилишу ове супстанце у земљишту (све у зависности од врсте излучених коренских екскудата), тако да се фиторемедијација ПАУ из земљишта може предузети кроз различите методе, као што су: фитостабилизација и ризодеградација као две најнеефективније методе за ПАУ-једињења, базиране на процесима који се дешавају ван биљних ћелија, захваљујући екскудатима корена, али такође и кроз фитоекстракцију/фитоакumulацију, фитодеградацију и фитоволатилизацију, као мање ефикасне методе, где се процеси доминантно дешавају унутар биљних ткива, односно ћелија и то пре свега у њиховим надземним деловима (а због ограничене транслокације комплексних ПАУ-молекула из корена у надземне делове, поменуте три методе су у мањој употреби).

Усвајање ПАУ преко корена може послужити и у сврхе био- тј. фитомониторинга земљишта, док се усвајање преко листова (из контаминираних честица прашине које се на њима таложе депозицијом из атмосфере) најчешће користи у различитим процедурама биомониторинга ваздуха, као још једне еколошке и економски исплативе методе контроле и заштите животне средине, а пре свега, у смислу праћења промене стања и нивоа загађености. Осим тога, неусвојени део атмосферских честица који се задржава на површинама листова, али и других делова надземне биомасе, може да послужи за једну прецизнију детекцију пре свега сезонски актуелног профила контаминације, тако да су бројни аутори, у својим биомониторинг тестовима користили и различите неопране надземне биљне делове.

С обзиром на изнете чињенице, главни циљ ове докторске дисертације биће испитивање природних потенцијала расположивих локалних биљних врста из региона Бора, а генерално, до сада неистражених у погледу усвајања, акумулације, или депозиције 16 приоритетних ПАУ у њиховим различитим деловима, тј., органима, али и акумулације у одговарајућим узорцима земљишта из зоне корена, како би се на тај начин одредила и њихова примењивост у фиторемедијацији и фитомониторингу земљишта и ваздуха. Посебна пажња обратиће се на врсте: бршљан (*Hedera helix* L.), јоргован (*Syringa vulgaris* L.) и домаћа смоква (*Ficus carica* L.), јер је претраживањем научне литературе уочено да су ове биљне врсте потпуно неиспитане у погледу њихове евентуалне примене у

фиторемедијацији и фитомониторингу. При томе, концентрације 16 приоритетних ПАУ-једињења биће одређиване у њиховим неопраним надземним деловима (сврха фитомониторинга, на основу преовлађујућих процеса атмосферске депозиције), као и у опраном корењу (сврхе фиторемедијације и фитомониторинга земљишта, на основу процеса природне, суштинске биоакумулације). Детектоване концентрације 16 приоритетних ПАУ биће упоређене међу испитиваним биљним врстама како би се издвојила она која је најуспешнија у коренској акумулацији, или лисној акумулацији/депозицији, али ће поређења бити изведена и са одговарајућим препорукама и законским ограничењима за индустријско и градско, насељено земљиште, како би се што јасније стекао увид у ниво и ризике од евентуално присутне контаминације. Такође ће бити испитани и утицаји земљишних параметара као што су: рН, ЕС (електрична проводљивост, енг., electrical conductivity) и ОМ (органска материја), као и одговарајућих земљишних концентрација на усвајање/акумулацију испитиваних ПАУ у корењу одабраних биљних врста. Утицај удаљености рударско-металуршког комплекса у Бору и градске топлане у његовој непосредној близини (практично - удружени утицај испуштања различитих отпадних материја: гасова, машинских уља и слично из њихових постројења), на детектоване ПАУ-концентрације у узоркованом материјалу са сваке појединачне локације, такође ће бити испитан како би се установило да ли се извори загађења (пре свега тешким металима), присутни у поменутој индустријској зони, могу сматрати и главним изворима ПАУ-контаминације у борском региону. Квалитативна и квантитативна детекција ПАУ и обрада добијених резултата биће извршена најсавременијим хеометријским приступом, тј. најсавременијим хемијским методама анализе узорака као што су: QuEChERS-метода изоловања и пречишћавања ПАУ и гасна хроматографија са масеном спектрометријом (енг., gas-chromatography/mass-spectrometry, GC/MS), у комбинацији са различитим методама статистичке обраде резултата. Такође ће бити примењена метода израчунавања одговарајућег биоконцентрационог фактора за индивидуална ПАУ-једињења у коренским узорцима сваке биљне врсте са сваке локације.

Као један од додатних циљева ове дисертације биће и испитивање ефеката увођења дијатомејске земље у аналитички корак пречишћавања екстракта биљног материјала у оквиру поменуте QuEChERS-методе, јер се овај сорбенс никада раније није примењивао за наведени тип матрица пореклом из животне средине.

Списак најзначајније научно-стручне литературе која ће се користити у дисертацији

Прегледом литературе, уочена је све већа заинтересованост научне и стручне јавности за проблематику употребе биљних врста у уклањању, или смањењу загађености животне средине у погледу ПАУ, као и у употреби биљних делова у праћењу насталих загађења, како у ваздуху, тако и у земљишту. Најзначајнија литература коришћена за дефинисање и обраду теме ове докторске дисертације дата је по абecedном редоследу:

Alagić S.Č., Maluckov B.S., Radojičić V.B. (2015) How can plants manage polycyclic aromatic hydrocarbons? May these effects represent a useful tool for an effective soil remediation? A review, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(3), 597–614.

Alagić S.Č., Stankov Jovanović V.P., Mitić V.D., Cvetković J.S., Petrović G.M., Stojanović G.S. (2016) Bioaccumulation of HMW PAHs in the roots of wild blackberry from the Bor region (Serbia): phytoremediation and biomonitoring aspects, *Science of the Total Environment*, 562, 561–570.

Alagić S., Stankov Jovanović V., Mitić V., Nikolić J., Petrović G., Tošić S., Stojanović S. (2017) The effect of multiple contamination of soil on LMW and MMW PAHs accumulation in the roots of *Rubus fruticosus* L. naturally growing near The Copper Mining and Smelting Complex Bor (East Serbia), *Environmental Science and Pollution Research*, 24(18), 15609–15621.

Balmer J.E., Hung H., Yu Y., Letcher R.J., Muir D.C.G. (2019) Sources and environmental fate of pyrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Arctic, *Emerging Contaminants*, 5, 128–142.

Cvetkovic J.S., Mitić V.D., Stankov Jovanovic V.P., Dimitrijevic M.V., Petrovic G.M., Nikolic-Mandic S.D., Stojanovic G.S. (2016) Optimization of the QuEChERS extraction procedure for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil by gas chromatography-mass spectrometry, *Analytical Methods*, 8(7), 1711–1720.

Gad H.A., El-Ahmady S.H., Abou-Shoer M.I., Al-Azizi M.M. (2013) Application of Chemometrics in Authentication of Herbal Medicines: A Review, *Phytochemical Analysis*, 24, 1–24.

Gao Y., Zhang Y., Liu J., Kong, H. (2013). Metabolism and subcellular distribution of anthracene in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Plant and Soil*, 365, 171–182

Gąsecka M., Włodarczyk-Makuła M., Popena A., Drzewiecka K. (2015) Phytoremediation of PAH-Contaminated Areas. In: Ansari A.A., Gill S.S., Gill R., Lanza G.R., Newman L., editors. *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants*. Volume 1, Springer International Publishing, 295–309.

Haritash A.K. and Kaushik C.P. (2009) Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review, *Journal of Hazardous Materials*, 169(1–3), 1–15.

Ho R. (2006) *Handbook of univariate and multivariate data analysis and interpretation with SPSS*, Taylor & Francis Group, LLC

Hussain Z.S. and Maqbool K. (2014) GC-MS: Principle, Technique and its application in Food Science, *International Journal of Current Science*, 13, E116–126.

Ilić P., Nišić T., Farooqi Z.U.R. (2021a) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Contamination of Soil in an Industrial Zone and Evaluation of Pollution Sources, *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(1), 155–162.

Ilić P., Ilić S., Nešković Markić D., Stojanović Bjelić Lj., Farooqi Z.U.R., Bhausaheb Sole B., Adimalla N. (2021b) Source identification and ecological risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and groundwater, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 28(3), 355–363.

Inobeme A., Nayak V., Mathew T.J., Okonkwo S., Ekwoba L., Ajai A.I., Bernard E., Inobeme J., Agbugui M.M., Singh K.R.B. (2022) Chemometric approach in environmental pollution analysis: A critical review, *Journal of Environmental Management*, Volume 309, 114653.

Jia J., Bi C., Zhang J., Chen Z. (2019) Atmospheric deposition and vegetable uptake of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) based on experimental and computational simulations, *Atmospheric Environment*, 204, 135–141.

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, 132981.

Kaur H., Kumar A., Bindra S., Sharma A. (2024) Phytoremediation: An emerging green technology for dissipation of PAHs from soil, *Journal of Geochemical Exploration*, 259, 107426.

Kicińska A. and Dmytrowski P. (2023) Anthropogenic impact on soils of protected areas—example of PAHs, *Scientific Reports*, 13, 1524.

Li J., Xue J., Tan Y., Jia M., Feng J., Feng X., Zheng N., Fan H., Yao H. (2025) Distribution characteristics, source analysis and ecological risk assessment of PAHs in tea garden soil in China, *Environmental Research*, 266, 120559.

Liao C., Yang P., Xie Z., Zhao Y., Cheng X., Zhang Y., Ren Z., Guo Z., Liao J. (2010) Application of GC – Triple Quadrupole MS in the Quantitative Confirmation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Phthalic Acid Esters in Soil, *Journal of Chromatographic Science*, 48, 161–166.

Lourenço R.A., Lube G.V., Jarcovis R. De L., da Silva M.J., de Souza A.C. (2023) Navigating the PAH maze: Bioaccumulation, risks, and review of the quality guidelines in marine ecosystems with a spotlight on the Brazilian coastline, *Marine Pollution Bulletin*, 197, 115764.

Miller J.N. and Miller J.C. (2005) *Statistics and “Chemometrics” for Analytical Chemistry*, Pearson Education Limited, London.

Mogashane T.M., Mokoena L., Tshilongo J. (2024) A Review on Recent Developments in the Extraction and Identification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Environmental Samples, *Water*, 16(17), 2520.

Muratova A., Lyubun Sungurtseva Y. I., Turkovskaya O., Nurzhanova A. (2022) Physiological and biochemical characteristic of *Miscanthus × giganteus* grown in heavy metal – oil sludge co-contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences*, 115, 114–125.

Patel A.B., Shaikh S., Jain K.R., Desai C., Madamwar D. (2020) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches, *Frontiers in Microbiology*, 11, 562813.

Prabakaran K., Li J., Anandkumar A., Leng Z., Zou C.B., Du D. (2019) Managing environmental contamination through phytoremediation by invasive plants: A review, *Ecological Engineering*, 138, 28–37.

Pripp A.H. (2013) *Statistics in Food Science and Nutrition*. Editor-in-Chief Richard W. Hartel, Associate Editors, J. Peter Clark, David Rodriguez-Lazaro, David Topping, Springer New York Heidelberg Dordrecht London

Ratola N., Amigo J.M., Alves A. (2010) Comprehensive assessment of pine needles as bioindicators of PAHs using multivariate analysis, The importance of temporal trends, *Chemosphere*, 81, 1517–1525.

Reichenauer T.G. and Germida J.J. (2008) Phytoremediation of Organic Contaminants in Soil and Groundwater, *Chemistry Sustainability Energy Materials*, 1(8–9), 708–717.

Reid B.J., Jones K.C., Semple K.T. (2000) Bioavailability of persistent organic pollutants in soils and sediments - a perspective on mechanisms, consequences and assessment, *Environmental Pollution*, 108, 103–12.

Rusănescu C.O., Istrate I.A., Rusănescu A.M., Constantin G.A. (2025) Bioremediation of Soil Contamination with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons — A Review, *Land*, 14, 10.

Sakshi, Singh S.K., Haritash A.K. (2019) Polycyclic aromatic hydrocarbons: soil pollution and remediation, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 6489–6512.

Sari M.F., Esen F., Tasdemir Y. (2020) Biomonitoring and Source Identification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Using Pine Tree Components from Three Different Sites in Bursa, Turkey, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*.

Schwab A.P. and Dermody C.L. (2021) Pathways of polycyclic aromatic hydrocarbons assimilation by plants growing in contaminated soils, *Advances in Agronomy*, 193–250.

Shi T., Tian K., Bao H., Liu X., Wu F. (2017) Variation in foliar uptake of polycyclic aromatic hydrocarbons in six varieties of winter wheat, *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 27215–27224.

Sumathi K., and Rameshpathy M. (2023) Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons contaminated soils: recent progress, perspectives and challenges. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 1441.

Sushkova S., Minkina T., Tarigholizadeh S., Antonenko E., Konstantinova E., Gülser C., Dudnikova T., Barbashev A., Kızılkaya R. (2020) PAHs accumulation in soil-plant system of *Phragmites australis* Cav. in soil under long-term chemical contamination, *Eurasian Journal of Soil Science*, 9(3), 242–253.

Tao S., Cui Y.H., Xu F.L., Li B.G., Cao J., Liu W.X., Schmitt G., Wang X.J., Shen W.R., Qing B.P., Sun R. (2004) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in agricultural soil and vegetables from Tianjin, *Science of the Total Environment*, 320, 11–24.

Tarigholizadeh S., Sushkova S., Rajput V.D., Ranjan A., Arora J., Dudnikova T., Barbashev A., Mandzhieva S., Minkina T., Wong M.H. (2024) Transfer and Degradation of PAHs in the Soil-Plant System: A Review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(1), 46–64.

Ukalska-Jaruga A. and Smreczak B. (2020) The Impact of Organic Matter on Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Availability and Persistence in Soils, *Molecules*, 25(11), 2470.

USEPA, 2024. United States Environmental Protection Agency (2024) Risk-Based Screening Table – Generic Tables; Regional Screening Level, RSL Summary Table (TR=1x10⁻⁶ and THQ=1.0) May 2016. Dostupno na: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables> (1.3.2025).

Włóka D., Placek A., Smol M., Rorat A., Hutchison D., Kacprzak M. (2019) The efficiency and economic aspects of phytoremediation technology using *Phalaris arundinacea* L. and *Brassica napus* L. combined with compost and nano SiO₂ fertilization for the removal of PAHs from soil. *Journal of Environmental Management*, 234, 311–319.

Zhao Z., He W., Wu R., Xu F. (2022) Distribution and Relationships of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Soils and Plants near Major Lakes in Eastern China, *Toxics*, 10, 577.

Zhu Z., Li L., Yu Y., Tan L., Wang Z., Suo S., Liu C., Qin Y., Peng X., Lu H., Liang W. (2023) Distribution, source, risk and phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in typical urban landscape waters recharged by reclaimed water, *Journal of Environmental Management*, 330, 117214.

Xiao N., Liu R., Jin C., Dai Y. (2015) Efficiency of five ornamental plant species in the phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-contaminated soil, *Ecological Engineering*, 75, 384–391.

3. Полазне хипотезе

У овој докторској дисертацији, полази се од неколико основних хипотеза и то:

- да најближа околина рударско-металуршког комплекса у Бору (који данас припада компанији “Zijin Copper DOO”), заједно са градском топланом која, иако данас не чини саставни део поменуте компаније, ипак заузима један значајан део територије самог комплекса, представља сасвим адекватну област за планирано истраживање; додатно, осим горе наведене урбано/индустријске (У/И) зоне (која садржи потенцијално главне изворе ПАУ у борском региону), овде се могу урачунати и друге околне руралне (Р) и туристичке (Т) области, јер сви поменути терени представљају места која су годинама била изложена загађењима, не само пореклом од рударско-металуршких активности и активности постројења градске топлане, као и ложишта у индивидуалним домаћинствима, већ и од примене различитих агро-техничких мера, роштиљања у природи, неадекватног одлагања градског отпада и у вези с тим – неретких развоја спонтаних сагоревања присутне органске материје, затим од саобраћаја који је у сталном порасту, али и од неких природних појава, попут повремених шумских пожара (посебно током дуготрајних летњих врућина), могућих дијатомејских процеса, итд.;
- претпоставља се такође да, без обзира на потенцијално тешко стање животне средине у испитиваном региону, постоје и неке биљне врсте (а нарочито већ поменуте: бршљан, јоргован и смоква), које би се, као довољно отпорне, могле наћи на изабраним критичним местима Бора и његове непосредне околине, а које би могле послужити као одлични кандидати за испитивање природних биљних фиторемедијационих и фитомониторинг потенцијала у односу на ПАУ; наиме, уколико би се на више ових критичних места уочили примерци одређених биљних врста, онда би било могуће и да се спроведе једно интердисциплинарно истраживање које би указало да ли одабране биљне врсте поседују и добре способности за ефективно усвајање, акумулацију, или депозицију ПАУ (без испољавања штетних ефеката) и да као такве буду лако примењиве не само за ревегетацију и спречавање ерозије проблематичних терена, већ управо и за њихову фиторемедијацију и фитомониторинг;
- следећа, али и главна претпоставка је да је могуће и проналажење и идентификација бар пар, или чак више биљних врста, потпуно неиспитаних у погледу фиторемедијације и фитомониторинга ПАУ (као што су то: бршљан, јоргован и смоква), а које ће показати изражене капацитете за њихово усвајање, акумулацију, или депозицију, што би било од великог доприноса за ремедијацију и мониторинг;

- на крају, претпоставка је да ће одабир метода истраживања, омогућити добијање прецизних и поузданих података који ће даље обезбедити и доношење недвосмислених и поузданих закључака; у овом циљу, предузеће се и поменута модификација QuEChERS-методе за изоловање и пречишћавање ПАУ, а под претпоставком да ће она допринети не само добијању што тачнијих резултата, већ ће смањити и трошкове и време трајања анализе; најпрецизније речено, у кораку пречишћавања испитиваних узорак током QuEChERS-технике (естракцијом дисперзном чврстом фазом), а у циљу коначног, што тачнијег квалитативног и квантитативног одређивања ПАУ, примениће се дијатомејска земља као сорбенс, до сада коришћен само за узорке земљишта, али не и узорке биљног материјала.

4. Научне методе истраживања

Након проучавања научне и стручне литературе, обиласка и снимања терена у У/И зони у Бору, али и у зонама Р области, као и једне Т зоне у близини Борског језера (тј., на локацијама где се очекује највеће загађење), биће урађено сакупљање и формирање репрезентативних узорак биљних делова, као и земљишта из зона корена за све нађене (истоветне) врсте са сваке локације. После одговарајуће припреме, а затим и транспорта узорак у лабораторије Техничког факултета у Бору и Природно-математичког факултета у Нишу, биће примењене следеће научне методе хемијске и статистичке анализе:

- хемијска анализа важних земљишних параметара и то: а) рН и ЕС биће мерени у раствореним узорцима земљишта (земљиште/дестилована вода = 1:2.5 w/v), користећи CyberScan pH 510 Eutech (NL) рН-метар и ЕС-метар 4510 Jenway (UK) и б) садржај ОМ одредиће се губитком масе на 550°C;
- хомогенизација узорак и апликација модификоване и валидиране QuEChERS-методе за изоловање и рафинацију ПАУ, не само из осушених земљишних, већ и биљних узорак;
- хемијска GC-MS анализа припремљених екстракта користећи 7890/7000B GC-MS-MS triple-quadrupole уређај опремљен Combi-PAL-auto-узоркивачем (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) и HP-5MS-капиларном колоном;
- систематизација резултата хемијске анализе и њихово процесуирање у сврхе фиторемедијације и фитомониторинга коришћењем статистичких метода као што су: а) Pearson-ова корелациона анализа - за утврђивање корелација, тј. међу-односа и утицаја између испитиваних варијабли и б) повезивање објеката по задатом критеријуму путем хијерархијске кластер анализе (енг., HCA) и то ради повезивања локација по сличности садржаја ПАУ-једињења (применом Ward-методе уз коришћење квадрата Euclidean-удаљености као мерног интервала), али и евалуације њиховог порекла, тј. антропогеног,

или природног (применом методе: Average Linkage Between Groups уз коришћење Pearson-ове корелације као мерног интервала);

- израчунавање биоконцентрационог фактора за свако ПАУ-једињење у корену сваке испитиване биљне врсте, са сваке одабране локације, а ради утврђивања нивоа праве, суштинске биоакумулације и
- анализа и дискусија добијених резултата.

5. Очекивани научни допринос

✓ На основу чињеница и претпоставки изнетих у претходним поглављима, очекује се да ће се, за почетак рада, на свим локацијама од интереса у Борском региону, успешно пронаћи више примерака истих (а неиспитаних) биљних врста, попут бршљана, јоргована и смокве, што је први неопходан услов за припремање адекватних репрезентативних узорака свих нађених врста (за сваку локацију), али и за каснију исправну примену одговарајућих статистичких метода и у коначном, за исправно доношење крајњих закључака докторске дисертације.

✓ Такође се очекује да ће прецизност употребљених хемијских метода, као и примењене модификације код QuEChERS-методе, као један специфичан и посебан допринос аналитичким техникама апликованим у анализи животне средине, указати на стварно стање присутне контаминације, практично, да ли испитиване биљке опстају у условима могуће фитотоксичних концентрација, или ипак показују оштећења, што је даље у вези и са чињеницом да ли земљишне концентрације појединачних ПАУ-једињења прелазе законски дефинисане критеријуме, тј. максимално дозвољене концентрације; ово би додатно указало и на опасности које прете не само биљној, већ и људској популацији, с' обзиром на чињеницу да ПАУ-једињења лако улазе у ланце исхране.

✓ Очекује се да ће одабрани хеометријски приступ (најсавременије методе хемијске анализе, у комбинацији са примењеном статистиком), као и израчунавање одговарајућих биоконцентрационих фактора за испитивана ПАУ-једињења, омогућити правилно сагледавање ситуације и доношење исправних закључака о аутентичним фиторемедијационим и фитомониторинг потенцијалима биљних врста које расту на могуће тешко загађеним теренима (урбаним, руралним и туристичким).

✓ Посебан и највећи допринос ове дисертације огледао би се у проналажењу и анализи биљних врста које до сада нису биле испитиване у овом погледу.

6. План истраживања и структура рада

Истраживања и методе предузете у овој докторској дисертацији биће:

- ✓ теоријски приступ - преглед научне литературе из одговарајућих области;

- ✓ практични приступ - обилазак и снимање терена у У/И средини, а затим и у Р и Т зони, ради уочавања истих (неиспитаних) биљних врста (пожељно бршљана, јоргована и смокве,) на истим стаништима, тј. локацијама (на којима се очекују најзначајнија загађења);
- ✓ сакупљање и формирање репрезентативних узорака биљних делова и одговарајућег земљишта из зоне корења за све нађене (истоветне) врсте са сваке локације;
- ✓ детаљно чишћење корења од крупнијих земљишних честица, њихово третирање финим абразивним папиром, ради уклањања површинске покорице, а затим прање овако припремљених узорака обичном, а потом и дестилованом водом (као што је раније наговештено, надземни биљни делови планирају се за анализу као неопрани);
- ✓ сушење припремљених репрезентативних узорака биљног и земљишног материјала на ваздуху;
- ✓ хомогенизација осушених биљних и земљишних узорака одговарајућим техникама;
- ✓ хемијске анализе важних земљишних параметара описаним методама;
- ✓ оптимизација и валидација QuEChERS-методе за изоловање ПАУ из припремљених узорака земљишта и биљних делова;
- ✓ апликација модификоване QuEChERS-методе за изоловање и рафинацију ПАУ из припремљених узорака;
- ✓ хемијска GC/MS анализа добијених екстраката ради квалитативне и квантификације детекције испитиваних ПАУ;
- ✓ систематизација резултата хемијске анализе и њихово процесуирање коришћењем статистичких метода: Pearson-ова корелациона анализа и НСА;
- ✓ израчунавање биоконцентрационог фактора за свако ПАУ-једињење у корењу испитиваних биљних врста са сваке одабране локације ради утврђивања нивоа праве, суштинске биоакумулације;
- ✓ анализа и дискусија добијених резултата.

Према датом плану истраживања може се очекивати следећа структура докторске дисертације: Увод, Теоријски део са литературним прегледом досадашњих истраживања, Циљ и значај истраживања, Експериментални део (Материјали и методе рада), Резултати и дискусија, Закључак и Литература.

7. Закључак и предлог

На основу анализе података датих у пријави кандидата и образложења теме, Комисија о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата Александре (Драган) Паплудис закључује, да Александра Д. Паплудис, мастер инжењер технологије, испуњава све услове за рад на предложеној теми: „Хеометријско одређивање 16

приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника у земљишту и биљним деловима бршљана, јоргована и смокве (сорте црна Петровача) из борског региона: Контекст фитомониторинга и фиторемедијације“, која припада научној области Технолошко инжењерство. На основу предмета истраживања, садржаја, циљева и очекиваног научног доприноса, Комисија такође сматра да је предложена тема научно утемељена и адекватна за израду докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, да се кандидату Александри Д. Паплудис, мастер инжењеру технологије, одобри израда докторске дисертације под називом „Хеометријско одређивање 16 приоритетних полицикличних ароматичних угљоводоника у земљишту и биљним деловима бршљана, јоргована и смокве (сорте црна Петровача) из борског региона: Контекст фитомониторинга и фиторемедијације“ и да се за ментора именује проф. др Слађана Алагић, редовни професор Универзитета у Београду - Техничког факултета у Бору.

У Бору, 09.10. 2025. године

КОМИСИЈА:

др Снежана Милић, редовни професор
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору

др Драгана Медић, доцент
Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору

др Јелена Николић, ванредни професор
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет у Нишу

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI-1/15-212
Бор, 21.10.2022. године

На основу чл. 107. Закона о високом образовању, чл. 100. Статута Универзитета у Београду и чл. 73. Статута Техничког факултета, декан доноси

РЕШЕЊЕ

о мировању права и обавеза студента

I. ПАПЛУДИС АЛЕКСАНДРИ, бр. индекса 2/2018, мастер инж. технологије, из Бора, студенту докторских академских студија на Техничком факултету у Бору, одобрава се мировање права и обавеза у школској 2022/23, години, због одржавања трудноће.

Образложење

Именована је дана 03.10.2022. године, поднела захтев за мировање права и обавеза у школској 2022/23. години на Техничком факултету у Бору.

Разматрајући поднети захтев, и на основу записника Наставне комисије III степена, број: VI-1/15-211 од 20.10.2022. године, одлучено је као у изреци.



Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI-1/10-300
Бор, 04.12.2023. године

На основу чл. 107. Закона о високом образовању, чл. 100. Статута Универзитета у Београду и чл. 73. Статута Техничког факултета, декан доноси

РЕШЕЊЕ

о мировању права и обавеза студента

I. ПАПЛУДИС АЛЕКСАНДРИ, бр. индекса 2/2018, мастер инж. технологије, студенту докторских академских студија на Техничком факултету у Бору, **одобрава се** мировање права и обавеза у школској 2023/24. години, због неге детета до годину дана живота.

Образложење

Именована је дана 29.09.2023. године, поднела захтев заведен под бројем VI-1/10-175 за мировање права и обавеза у школској 2023/24. години на Техничком факултету у Бору.

Разматрајући поднети захтев, и на основу записника Комисије за студије III степена, број; VI-1/10-268 од 07.11.2023. године, одлучено је као у изреци.



ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић