

Образац 1.

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/26
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

07.02.2022.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Утицај на животну средину тешких метала и полициклических ароматичних угљоводоника из процеса сагоревања угља и отпадног угља“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерство заштите животне средине**
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ЈОВАНА (Зоран) БУХА МАРКОВИЋ, дипломирани инжењер технологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет.**

3. Година дипломирања: **2012.**

Студент је уписан на докторске академске студије школске **2014/2015.** године.

На захтев студента декан је донео Решење бр. 20/182 од 29.09.2020. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/23. године

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће,** на седници одржаној **03.02.2022. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Јовану Буха Марковић

Име и презиме ментора: Мирјана Ристић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Marjanović V., Perić-Grujić A., **Ristić M.**, Marinković A., Marković R., Onjia A., Šljivić-Ivanović M.: *Selenate Adsorption from Water Using the Hydrous Iron Oxide-Impregnated Hybrid Polymer*, - Metals, Vol 10, No 12, 2020, 1630 (1-15). ISSN 2075-4701, IF (2018)=2,259
2. Mihajlović S., Vukićević M., Pejić B., Perić-Grujić A., **Ristić M.**: *Application of waste cotton yarn as adsorbent of heavy metal ions from single and mixed solutions*, - Environmental Science and Pollution Research, Vol. 27, No 28, 2020, pp. 35769-35781. ISSN 0944-1344, IF (2019)=3,056
3. Popović A., Rusmirović J., Veličković Z., Radovanović Ž., **Ristić M.**, Pavlović V., Marinković A.: *Novel amino-functionalized lignin microspheres: High performance biosorbent with enhanced capacity for heavy metal ion removal*, - International Journal of Biological Macromolecules, Vol 156, 2020, pp. 1160-1173. ISSN 0141-8130, IF (2019)= 5,162
4. Mitrović T., **Ristić M.**, Perić-Grujić A., Lazović S.: *ANN prediction of the efficiency of the decolourisation of organic dyes in wastewater by plasma needle*, - Journal of the Serbian Chemical Society, Vol 86, No 6, 2020, pp. 831-844. ISSN 0352-5139, IF (2020)=1,240
5. Egerić M., Smičiklas I., Mraković A., Jović M., Šljivić-Ivanović M., Sokolović J., **Ristić M.**: *Separation of Cu(II) ions from synthetic solutions and waste water by raw and calcined seashell waste*, - Desalination and Water Treatment, Vol 132, 2018, pp. 205-214. ISSN 1944-3944, IF (2016)=1,631
6. Egerić M., Smičiklas I., Mraković A., Jović M., Šljivić-Ivanović M., Antanasijević D., **Ristić M.**: *Experimental and theoretical consideration of the factors influencing cationic pollutants retention by seashell waste*, - Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol 93, No 5, 2018, pp. 1477-1487. ISSN 0268-2575, IF (2016)=3,135
7. Šiljić-Tomić A., Antanasijević D., **Ristić M.**, Perić-Grujić A., Pocajt V.: *Application of experimental design for the optimization of artificial neural network-based water quality model: a case study of dissolved oxygen prediction*, - Environmental Science and Pollution Research, Vol 25, No 10, 2018, pp. 9360-9370. ISSN 0944-1344, IF (2019)=3,056
8. Crnković D. M., Antanasijević D., Pocajt V., Perić-Grujić A., Antonović D., **Ristić M.**: *Unsupervised classification and multi-criteria decision analysis as chemometric tools for the assessment of sediment quality: A case study of the*

- Danube and Sava River*, - Catena, Vol 144, 2016, pp. 11-22. ISSN:0341-8162, IF(2016)=3,191
9. Taleb Khaled A., Markovski J. S., Milosavljevic M. M., Marinovic-Cincovic M. T., Rusmirovic J. D., **Ristic M. Dj.**, Marinkovic A.:*Efficient arsenic removal by cross-linked macroporous polymer impregnated with hydrous iron oxide: Material performance*, - D Chemical Engineering Journal, Vol 279, 2015, pp. 66-78. ISSN: 1385-8947, IF(2015)=5,310
10. Crnković D. M., Crnković N. S., Filipović A. J., Rajaković Lj. V, Perić-Grujić A. A., **Ristić M. Đ.**, :*Danube and Sava river sediment monitoring and its surroundings*, - Journal of Environmental Science and Health, Part A-Toxic/hazardous substances&environmental engineering, Vol 43, No 12, 2008, pp. 1353-1360. ISSN:1093-4529, IF(2008)=1,002

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 25.01.2022.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

20/182

Бр. _____

29. 09. 2020 год.

БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76. став 1. и став 4. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту Јовани Буха Марковић, број индекса 4024/2014, уписаном-ој у прву годину докторских академских студија школске 2014/2015. године, продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/2023. године.

Поука о правном леку:

Против овог решења именовани-а може поднети жалбу Савету Факултета у року од 8 дана од дана пријема решења.

Доставити:

- Студенту;
- Служби за студентска питања;
- Општој служби – архиви.

ДЕКАН

Проф. др Петар Ускоковић



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.31. и чл.32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 03.02.2022. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Јована Буха Марковић**, број индекса 4024/2014, под називом: **„Утицај на животну средину тешких метала и полицикличних ароматичних угљоводоника из процеса сагоревања угља и отпадног угља“**.

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

За ментора се одређује др Мирјана Ристић, редовни 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

Проф. др Петар Ускоковић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Јоване Буха Марковић за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду бр. 35/363 од 23.12.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Јоване Буха Марковић, дипл. инж. технол. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Утицај на животну средину тешких метала и полицикличних ароматичних угљоводоника из процеса сагоревања угља и отпадног угља“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Јована Буха Марковић рођена је у Приштини 16.07.1984. године. Основну и средњу школу завршила је у Београду. Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, смер Инжењерство заштите животне, уписала је 2003. године. Дипломски рад са темом „Могућност примене методе коначних елемената у прорачуну напона и деформација вертикалне цилиндричне посуде под притиском” одбранила је 2012. године са оценом 10; дипломирала је са просечном оценом 8,08 и стекла звање дипломирани инжењер технологије. Докторске студије уписала је школске 2014/2015. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство заштите животне средине.

Јована Буха Марковић је радила као техничка подршка у Минел ДТЕ у Београду од 2011. до 2014. године. Од 2014. године, најпре као волонтер (6 месеци), а затим од 2015. као стално запослена ради у Институту за нуклеарне науке „Винча“ (ИНН „Винча“), данас Институт за нуклеарне науке „Винча“ – Институт од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду, у Лабораторији за термотехнику и енергетику. Звање истраживач приправник стекла је 30.05.2017. године, Одлуком о стицању истраживачког звања број 1271/18 Научног већа Института за нуклеарне науке „Винча“ Универзитета у Београду.

Од 2016. године је ангажована на испитивању чврстих горива у акредитованој хемијској лабораторији у оквиру Лабораторије за термотехнику и енергетику ИНН „Винча“ и то на следећим методама: Одређивање горње калоричне вредности по методи калориметријске бомбе и израчунавање доње калоричне вредности, инструментална

техника; Одређивање топивости пепела, инструментална техника; Стандардна метода за одређивање садржаја угљеника, водоника и азота у узорцима угљева и садржаја угљеника у узорцима угља и кокса-иструментална техника као и чврста биогорива - Одређивање садржаја угљеника, водоника и азота, иструментална техника (уређај LECO 628 CHN); Стандардна метода за одређивање укупног сумпора у чврстим продукtima сагоревања узорака угља и кокса уз помоћ високо температурског сагоревања у цевном ложишту и инфрацрвене апсорпције, иструментална техника (уређај LECO 628 S); Одређивање натријум-оксида (Na_2O) и калијум-оксида (K_2O) у пепелу чврстих горива, пламено-фотометријска техника; Одређивање титан-оксида (TiO_2) у пепелу чврстих горива, фотометријска техника; Стандардна метода за одређивање техничке анализе узорака угљева и кокса методом макро термогравиметријске анализе-иструментална техника (уређај LECO TGA 701); Одређивање садржаја фосфора у пепелу угља и кокса, фотометријска техника.

Учествовала је као промотер науке у радионицама „Винчине Научионице“ и „Отворена врата“, чији је организатор ИИН „Винча“. У марту 2016. године похађала је тренинг курс под називом „Одређивање фенола и полихлорованих алкана кратког ланца у води помоћу ГЦ/МС“, где је стекла теоријска и практична знања о одређивању загађујућих материја методом гасна хроматографија-масена спектрометрија (енгл. Gas chromatography–mass spectrometry, GC-MS). У току 2017. године похађала је теоријску и практичну обуку везану за рад на уређају за микроталасну дигестију и за рад на анализатору за укупни органски угљеник (енгл. Total organic carbon, TOC). Исте године је завршила обуку за ИЦП-ОЕС, оптичка емисиона спектрометрија са индуковано спрегнутом плазмом (енгл. Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry, ICP-OES) и за развој метода у течној хроматографији (енгл. Liquid Chromatography – LC).

Кандидат се служи енглеским и шпанским језиком. Служи се програмима *MS Office*, *CorelDraw*, *Photoshop* и *Origin*.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Јована Буха Марковић је уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду школске 2014/2015. године, на студијском програму Инжењерство заштите животне средине. Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 9,50 (девет и 50/100). Завршни испит под називом „Утицај карактеристика и предтретмана угљева на емисију загађујућих материја из процеса сагоревања“ одбранила 26.09.2016. године са оценом 10, пред комисијом у саставу: проф. др Мирјана Ристић, проф. др Александра Перић-Грујић и проф. др Виктор Поцајт. Списак положених испита и освојених ЕСПБ бодова приказан је у табели.

Од октобра 2016. године ангажована је на националном пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије број TR33050 „Побољшање квалитета и сагоревања домаћих лигнита у циљу повећања енергетске ефикасности и смањења штетних материја из термоелектрана ЈП Електропривреда Србије“.

	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1.	Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
2.	Индустријска екологија	9	5
3.	Виши курс термодинамике	9	5
4.	Економија животне средине и одрживи развој	9	4
5.	Хемијска кинетика	9	5
6.	Пренос топлоте и енергетска интеграција	10	5
7.	Течна хроматографија-масена спектрометрија	9	5
8.	Органске загађујуће супстанце	10	4
9.	Хемија пестицида	10	5
10.	Биомаса као извор енергије	9	4
11.	Структурна анализа органских молекула	10	6
12.	Завршни испит	10	30
	Просечна оцена/укупно бодова	9,50	83

У току досадашњег научноистраживачког рада, Јована Буха Марковић, као аутор или коаутор, је објавила један рад у врхунском часопису међународног значаја (M21a), два рада у водећем националном часопису (M51), имала је 6 саопштења на међународним научним скуповима штампаним у целини или изводу (M33) и 3 пријаве међународног патента (M86).

Истраживања за експериментални део докторске тезе изводе се у Институту за нуклеарне науке „Винча“ – Институт од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду, у Лабораторији за термотехнику и енергетику.

Резултати истраживања који су везани за предложену тему докторске дисертације су публиковани у врхунском часопису међународног значаја (M21a), један рад, и саопштени на 2 међународна скупа категорије M33 (саопштење са међународног скупа штампано у целини).

Списак објављених радова и саопштења везаних за тему докторске дисертације

Радови објављени у часописима међународног значаја–M20

Рад у врхунском часопису међународног значаја–M21a

1. Buha-Marković J., Marinković A., Nemoda S., Savić J.: *Distribution of PAHs in coal ashes from the thermal power plant and fluidized bed combustion system; estimation of environmental risk of ash disposal*, -Environmental Pollution, Vol 266, No 3, 2020, pp. 1-10. IF 2020: 8,071; ISSN 0269-7491

Зборници међународних научних скупова–M30

Саопштење са међународног скупа штампано у целини–M33

1. **Buha-Marković J.**, Marinković A., Savić J., Mladenović M., Nemoda S.: *Comparison of semi-volatile organic compounds content in ashes from combustion of agricultural biomass and coal*, Proceedings of the Fourth International Symposium on Agricultural Engineering ISAE 2019, Belgrade, Serbia, 2019., pp. III51 - III59.

2. **Buha-Marković J.Z.**, Marinković A.D., Savić J.Z.: *The comparison of degradation of organic pollutants from biomass and coals ashes mixed with soil – a review*, Proceedings of the Fifth International Symposium on Agricultural Engineering ISAE 2021, Belgrade, Serbia, 2021., pp. II9-II14.

Поред наведеног, кандидат је коаутор и следећих публикација:

Зборници међународних научних скупова–М30

Саопштење са међународног скупа штампано у целини–М33

1. Marinković A., **Buha-Marković J.**, Krstić A., Savić J., Repić B.: *Environmental risk of utilization of bottom and fly ashes from cigar burner biomass combustion system as a soil fertilizer*, - Proceedings of the Fourth International Symposium on Agricultural Engineering ISAE 2019, Belgrade, Serbia, 2019., pp. III41 - III50.
2. Marinkovic A., **Buha-Markovic J.**, Savic J., Mladenovic M., Repic B., Nemoda S.: *Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in biomass ash from cigar burner combustion systems*, - Proceedings of The 19th Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia with the accompanying exhibition of equipment and achievements, under the title Energy–Efficiency–Ecology, Niš, Sokobanja, 2019., pp. 420 – 430.
3. Marinković A.D., **Buha-Marković J.Z.**, Savić J.Z., Petrov N.M., Mladenović M.R.: *Biomass ash utilization for soil amendment–importance of the prediction of persistent organic pollutants degradation processes*, - Proceedings of the Fifth International Symposium on Agricultural Engineering ISAE 2021, Belgrade, Serbia, 2021., pp. II1-II8.
4. Marinković A.D., **Buha-Marković J.Z.**, Savić J.Z.: *Burning of agricultural biomass waste on fields–estimation of environmental risk*, - Proceedings of the Fifth International Symposium on Agricultural Engineering ISAE 2021, Belgrade, Serbia, 2021., pp. II15-II21.

Радови у часописима националног значаја–М50

Рад у водећем часопису националног значаја–М51

1. Marinković A., **Buha J.**, Savić J., Mladenović M., Repić B.: *Identifikacija PAHova u pepelu poljoprivredne biomase metodom GC/MS*, - Savremena poljoprivredna tehnika, Vol 43, No 3, 2017, pp. 91 – 100.
2. Marinković A., **Buha-Marković J.**, Savić J., Mladenović M., Repić B., Nemoda S.: *Kvalitativna i kvantitativna analiza PAH-ova u pepelu biomase metodom LC/DAD*, Nacionalno naučno društvo za poljoprivrednu tehniku, Vol 44, No 1, 2018, pp. 29 - 36.

Техничка и развојна решења–М80

Пријава међународног патента–М 86

1. Cvetinović D., Erić A., Erić M., Stefanović P., Spasojević V., Marković Z., Škobalj P., **Buha J.**: Baza podataka o karakteristikama rada modernizovanog kotla i emisije štetnih i opasnih materija iz njega tokom garancijskih ispitivanja koja je data u izveštaju za korisnika: Garancijsko ispitivanje kotla K3 u ENERGETIKA d.o.o. Kragujevac, Srbija NIV-LTE 621/2, Baza podataka o karakteristikama rada modernizovanog kotla i emisije štetnih i opasnih materija iz njega tokom garancijskih ispitivanja koja je data u izveštaju za korisnika: Garancijsko ispitivanje kotla K3 u ENERGETIKA d.o.o. Kragujevac, Srbija NIV-LTE 621/2, 2017.
2. Stefanović P., Aksentijević F., Marković Z., Cvetinović D., Erić M., Živković N., **Buha J.**: Baza podataka o operativnim karakteristikama rada elektrofilterskog postrojenja bloka A2 TE Kostolac A, detaljno data u izveštaju za korisnika JP EPS: Ispitivanje elektrofiltera bloka 2 Termoelektrane Kostolac – A, NIV-LTE 617, Juni 2017. i NIV-LTE 617-2, Decembar 2017, Baza podataka o operativnim karakteristikama rada elektrofilterskog postrojenja bloka A2 TE Kostolac A, detaljno data u izveštaju za korisnika JP EPS: Ispitivanje elektrofiltera bloka 2 Termoelektrane Kostolac – A, NIV-LTE 617, Juni 2017. i NIV-LTE 617-2, Decembar 2017, 2017.
3. Erić M., Stefanović P., Marković Z., Lazović I., Spasojević V., Marinković A., **Buha J.**, Živković N.: Baza podataka o radu i emisiji u vazduh štetnih i opasnih materija iz kotla K1 bloka A1, TE Kolubara detaljno prikazana u izveštaju za korisnika JP EPS: Izveštaj o periodičnom merenju emisije zagađujućih materija u vazduh na kotlu K1 bloka A1 Termoelektrane "Kolubara" u Velikim Crljenima, I serija merenja, NIV-LTE 614, mart 2017, koja je predata korisniku Javnom preduzeću "Elektroprivreda Srbije" - Ogranak "TE – Nikola Tesla" i evidentirana u inspekciji nadležnoj za zaštitu životne sredine Republike Srbije, Baza podataka o radu i emisiji u vazduh štetnih i opasnih materija iz kotla K1 bloka A1, TE Kolubara detaljno prikazana u izveštaju za korisnika JP EPS: Izveštaj o periodičnom merenju emisije zagađujućih materija u vazduh na kotlu K1 bloka A1 Termoelektrane "Kolubara" u Velikim Crljenima, I serija merenja, NIV-LTE 614, mart 2017, koja je predata korisniku Javnom preduzeću "Elektroprivreda Srbije" - Ogranak "TE – Nikola Tesla" i evidentirana u inspekciji nadležnoj za zaštitu životne sredine Republike Srbije, 2017.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и приказаних резултата остварених током докторских студија, Јована Буха Марковић је показала изузетно интересовање, склоност и способност за бављење научноистраживачким радом, што се огледа у самосталном осмишљавању, креирању и реализацији истраживања, сагледавању и обради резултата и писању научних радова. Кандидат је аутор или коаутор једног рада публикованог у врхунском часопису међународног значаја (M21a), два рада у водећем националном часопису, шест саопштења на међународним научним скуповима штампаним у целини и 3 пријаве међународног патента. Резултати истраживања рађених у оквиру предложене теме докторске дисертације публиковани су у врхунском часопису међународног значаја (M21a), један рад, и саопштени су на 2 међународна скупа категорије M33 (саопштење са међународног скупа штампано у целини). На основу биографских и библиографских података кандидата и резултата постигнутих у оквиру научноистраживачког рада, Комисија сматра да кандидат испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет рада ове докторске дисертације је испитивање утицаја на животну средину полициклических ароматических угљоводоника, метала и других полутаната присутних у фракцијама пепела из процеса сагоревања угља у конвенционалним ложиштима и сагоревања отпадног угља у флуидизованом слоју. У оквиру предложене теме докторске дисертације биће урађена процена ефикасности оптималног режима за сагоревање отпадних горива другим технологијама сагоревања, као и процена утицаја одлагања пепела на животну средину, поређењем концентрација загађујућих супстанци у фракцијама пепела насталог сагоревањем отпадног угља у флуидизованом слоју са пепелом који је настао сагоревањем лигнита у конвенционалним ложиштима. Предмет истраживања је и праћење загађења оловом у животној средини одређивањем изотопског састава олова у пепелима и угљевима у Републици Србији.

Сагоревање лигнита у термоелектранама представља један од највећих извора загађења земљишта, воде и ваздуха, али је у исто време и основни извор за добијање енергије у Србији. Током процеса сагоревања чврстих фосилних горива настају велике количине чврстог отпада, као што су летећи пепео и шљака који могу садржати високе концентрације тешких метала (As, Hg, Pb, Cd, Ni, Cr, V, Cu, итд.), полициклических ароматических угљоводоника, ПАХ-ова (енгл. Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) и других загађујућих супстанци. Ове потенцијално опасне материје процесом излуживања из пепела током одлагања на депоније могу лако доспети у земљиште и воду. Концентрације полутаната у пепелима у највећој мери зависе од квалитета угља и од услова процеса сагоревања (температура, проток/вишак ваздуха, тип сагоревања, итд.). Узимајући у обзир да су залихе фосилних горива ограничене, коришћење других извора енергије и другачијих технологија сагоревања, као што је сагоревање у флуидизованом слоју је јако важно. Сагоревање у флуидизованом слоју омогућава ефикасно и еколошки прихватљиво сагоревање угљева лошег квалитета, као и отпадне биомасе, јер је коришћењем ове технологије смањена емисија NO_x и SO_2 . Један од алтернативних извора енергије у Србији може бити отпадни угаљ из термоелектране Колубара А, односно угаљ који се због своје гранулације (већа од 10 мм) не може даље користити за сагоревање у термоелектранама.

Претходна истраживања везана за одређивање концентрације загађујућих супстанци, као што су ПАХ-ови и тешки метали, су показала да најситније фракције пепела могу изазвати озбиљне проблеме по животну средину, али и по здравље људи, па је управо из тог разлога одређивање њихових концентрација у финим фракцијама пепела од велике важности за процену утицаја одлагања пепела на животну средину. Различити параметри који дефинишу физичко-хемијска својства ПАХ-ова, као што су коефицијент расподеле октанол вода (енгл. Octanol/water partition coefficient - K_{ow}), перзистентност (П) и фактор биоконцентрације, БЦФ (енгл. Bioconcentration factor – BCF), могу послужити за поделу 16 приоритетних ПАХ-ова у одговарајуће категорије, а затим се ти подаци могу користити за процену утицаја одлагања пепела на депонију. Неопходно је истаћи да до сада овакав приступ није примењен.

Једињења тешких метала су значајна група полутаната због количине која је емитована, акумулације у животној средини и штетног утицаја на живи свет и здравље људи. У савременим научним истраживањима је показано да је важно истражити биодоступност и мобилност метала кроз секвенцијалну екстракцију. За заштиту животне средине посебно су битне прве три фазе секвенцијалне екстракције (метали растворни у води, изменљива фаза и карбонатна фаза) јер екстракција лако растворних врста даје веома

важне информације неопходне за израчунавање ризика по животну средину загађујућих материја из пепела приликом одлагања. Процена ризика због одлагања пепела или његовог потенцијалног коришћења се у литератури често испитује одређивањем RAC (енгл. Risk assessment code - RAC) вредности за сваки метал, при чему он представља проценат заступљености прве три фазе секвенцијалне екстракције. Затим се, према RAC вредностима метали класификују у 5 група, којима се дефинише утицај сваког испитиваног метала на животну средину.

Одређивање анјона и катјона у воденим екстрактима фракција пепела је такође битно ради бољег разумевања механизма испирања услед велике ратворљивости неких једињења метала, као што су сулфати и хлориди, док калцијум може утицати на повећано излуживање неких токсичних елемената, као што су Cr, As и Se.

У литературним подацима одређивање изотопског састава олова (у литератури углавном односи $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ и $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$) се користи за идентификовање порекла/извора загађења оловом, а један од највећих извора загађења је свакако сагоревање угља. Одређивање изотопског састава олова у пепелима је рађено у оквиру сличних истраживања, али нема довољно литературних података везаних за угљеве и пепео у Србији.

У оквиру истраживања биће вршено испитивање полутаната у летећем пепелу са термоелектране Колубара А и у летећем пепелу и шљаци са FBB-а (енгл. fluidized bed boiler), њихова расподела у фракцијама пепела различите величине, утврђивање оптималног режима за сагоревање потенцијалног извора за добијања енергије, отпадног угља у флуидизованом слоју и процена утицаја одлагања пепела на животну средину, као и добијање података за изотопски састав олова у пепелима и угљевима у Србији, ради бољег праћења загађења оловом у животној средини.

Списак стручне литературе која ће бити коришћена:

1. Verma S.K., Mastro R.E., Gautam S., Choudhury D.P., Ram L.C., Maiti S.K., Maity S.: *Investigations on PAHs and trace elements in coal and its combustion residues from a power plant*, - Fuel, Vol 162, 2015, pp. 138-147.
2. Repić B.S., Paprika M.J., Mladenović M.R., Nemoda S.Đ., Erić A.M., Dakić D.V.: *Waste fuel combustion testing in a fluidized bed boiler*, Proceedings of the International Conference "Power Plants 2018", Zlatibor, Serbia, 2018., pp. 318-329.
3. Arditoglou A., Petaloti C., Terzi E., Sofoniou M., Samara C.: *Size distribution of trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in fly ashes generated in Greek lignite-fired power plants*, - Science of the Total Environment, Vol 323, No 1-3, 2004, pp. 153-167.
4. Gao B., Feng Q., Zhou L., Wu H., Alam E.: *Distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in coal in China*, - Polish Journal of Environmental Studies, Vol 28, No 3, 2018, pp.1665-1674.
5. Dahl O., Nurmesniemi H., Pöykiö R., Watkins G.: *Comparison of the characteristics of bottom ash and fly ash from a medium-size (32 MW) municipal district heating plant incinerating forest residues and peat in a fluidized-bed boiler*, - Fuel Processing Technology, Vol 90, No 7-8, 2009, pp. 871-878.
6. Dahl O., Nurmesniemi H., Pöykiö R., Watkins G.: *Heavy metal concentrations in bottom ash and fly ash fractions from a large-sized (246MW) fluidized bed boiler with respect to their Finnish forest fertilizer limit values*, -Fuel Processing Technology, Vol 91, No 11, 2010, pp. 1634-1639.

7. Abdel-Shafy H.I., Mansour M.S.M.: *A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation*, - Egyptian Journal of Petroleum, Vol 25, No 1, 2016, pp.: 107-123.
8. Li Q., Jiang J., Zhang Q., Zhou W., Cai S., Duan L., Ge S., Hao, J.: *Influences of coal size, volatile matter content, and additive on primary particulate matter emissions from household stove combustion*, - Fuel, Vol 182, 2016. pp. 780-787.
9. Liu K.L., Xie W., Zhao, Z.-B., Pan W.-P., Riley J.T.: *Investigation of polycyclic aromatic hydrocarbons in fly ash from fluidized bed combustion systems*, - Environmental Science and Technology, Vol 34, No 11, 2000, pp. 2273-2279.
10. Meij R., te Winkel H.: *The emissions of heavy metals and persistent organic pollutants from modern coal-fired power stations*, - Atmospheric Environment, Vol 41, No 40, 2007. pp. 9262-9272.
11. Peng N., Li Y., Liu Z., Liu T., Gai C.: *Emission, distribution and toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during municipal solid waste (MSW) and coal co-combustion*, - Science of the Total Environment, Vol 565, 2016, pp. 1201-1207.
12. Ribeiro J., Silva T.F., Mendonça Filho J.G., Flores D.: *Fly ash from coal combustion – an environmental source of organic compounds*, - Applied Geochemistry, Vol 44, 2014, pp. 103-110.
13. Van Caneghem J., Vandecasteele C.: *Characterisation of polycyclic aromatic hydrocarbons in flue gas and residues of a full scale fluidized bed combustor combusting non-hazardous industrial waste*, - Waste Management, Vol 34, No 11, 2014, 2407-2413.
14. Wang R., Liu G., Zhang J.: *Variations of emission characterization of PAHs emitted from different utility boilers of coal-fired power plants and risk assessment related to atmospheric PAHs*, - Science of the Total Environment, Vol 538, 2015, pp. 180-190.
15. Izquierdo M., Querol X.: *Leaching behaviour of elements from coal combustion fly ash: An overview*, - International Journal of Coal Geology, Vol 94, 2012, pp. 54-66.
16. Jambhulkar H.P., Shaikh S.M.S., Kumar M.S.: *Fly ash toxicity, emerging issues and possible implications for its exploitation in agriculture; Indian scenario: A review*, - Chemosphere, Vol 213, 2018, pp. 333-344.
17. Loginova E., Volkov D.S., van de Wouw P.M.F., Florea M.V.A., Brouwers H.J.H.: *Detailed characterization of particle size fractions of municipal solid waste incineration bottom ash*, - Journal of Cleaner Production, Vol 207, 2019, pp. 866-874.
18. Masto R.E., Sarkar E., George J., Jyoti K., Dutta P., Ram L.C.: *PAHs and potentially toxic elements in the fly ash and bed ash of biomass fired power plants*, - Fuel Processing Technology, Vol 132, 2015, pp. 139-152.
19. Pöykiö R., Mäkelä M., Watkins G., Nurmesniemi H., Olli Dahl O.: *Heavy metals leaching in bottom ash and fly ash fractions from industrial-scale BFB-boiler for environmental risks assessment*, - Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Vol 26, No 1, 2016, pp. 256-264.
20. Saha D., Chatterjee D., Chakravarty S., Roychowdhury T.: *Investigation of environmental-concern trace elements in coal and their combustion residues from thermal power plants in Eastern India*, - Natural Resources Research, Vol 28, No 4, 2019, pp. 1505-1520.
21. Singh S., Ram L.C., Masto, R.E., Verma S.K.: *A comparative evaluation of minerals and trace elements in the ashes from lignite, coal refuse, and biomass fired power plants*, - International Journal of Coal Geology, Vol 87, No 2, 2011, pp. 112-120.
22. Zhao S., Duan Y., Li Y., Liu M., Lu J., Ding Y., Gu X., Tao J., Du M.: *Emission characteristic and transformation mechanism of hazardous trace elements in a coal-fired power plant*, - Fuel, Vol 214, 2018, pp. 597-606.

23. Krgović R.M.: *Mobilizacija i biodostupnost makro i mikro elemenata iz pepela Termoelektrane „Kolubara“*, doktorska disertacija, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2015.

3. Полазне хипотезе

Преглед литературе указује на значај испитивања алтернативних извора енергије, као и потенцијалних технологија сагоревања, као што је сагоревање у флуидизованом слоју, у циљу заштите животне средине. Са тог аспекта, испитивања потенцијалних полутаната у пепелима са термоелектране и пепела добијених сагоревањем у флуидизованом слоју је јако битно, услед њиховог излуживања и потенцијалног загађења земљишта, подземних вода и водотокова.

Полазне хипотезе које су основа за научноистраживачки рад у оквиру ове докторске дисертације су следеће:

- Отпадни угаљ је угаљ који се због своје гранулације не може даље користити у термоелектрани, али представља потенцијални извор за добијање енергије. Објашњење механизма реакције расподелом потенцијално загађујућих материја, ПАХ-ова, метала, анјона, катјона, *TOC*, *WSOC* (енгл. *Water-soluble organic carbon*) у фракцијама пепела и шљаке отпадног угља приликом сагоревања у флуидизованом слоју у поређењу са пепелом добијеним сагоревањем лигнита у термоелектрани Колубара А, може омогућити да се изврши процена коришћења отпадног угља као потенцијалног извора за добијање енергије.
- Одређивање параметара који дефинишу физичко-хемијска својства ПАХ-ова, као што су коефицијент расподеле октанол вода (K_{ow}), перзистентност (П) и фактор биоконцентрације (БЦФ) у циљу груписања 16 приоритетних ПАХ-ова у групе. Ови подаци ће омогућити лакше поређење и процену утицаја одлагања пепела са термоелектране Колубара А и пепела и шљаке отпадног угља добијеног сагоревањем у флуидизованом слоју на депонију, а у литератури раније нису коришћени на овај начин.
- Процена емисионих фактора (ЕФ) укупних 16 ПАХ-ова у фракцијама пепела и шљаке отпадног угља добијеног сагоревањем у флуидизованом слоју и фракцијама пепела са термоелектране Колубара А, на основу литературних података и података добијених мерењем на терену (потрошња горива, количина насталог пепела, проток димног гаса) и њихово поређење са програмом за критеријуме загађујућих материја у ваздуху (*EMEP/EEA air pollutant inventory guidebook*) даће бољи увид у емисију ПАХ-ова током сагоревања лигнита и отпадног угља.
- Одређивање у води растворног угљеника (*WSOC*), укупног органског угљеника (*UOC*) и нерастворног угљеника у води, *WIOC* (енгл. *Water-insoluble organic carbon*) у фракцијама пепела и шљаке отпадног угља добијеног сагоревањем у флуидизованом слоју и фракцијама пепела са термоелектране Колубара А омогућиће бољи увид у хемијску карактеризацију пепела, као и у ефикасност сагоревања лигнита и отпадног угља.
- Анализа пепела са више термоелектрана у Србији (Колубара А, Костолац А и Никола Тесла А) и пепела отпадног угља добијеног сагоревањем у флуидизованом слоју секвенцијалном екстракцијом допринеће бољем разумевању мобилности и биодоступности тешких метала и омогућиће одређивање потенцијалне токсичности сваког појединачног пепела током одлагања на депонију.

- Одређивање изотопског састава олова ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ и $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$) у узорцима пепела и угљева у Србији даће допринос већ постојећим литературним подацима за “отисак” олова за европске и светске угљеве и пепеле.

4. Научне методе истраживања

Три узорка лигнита из Колубарског басена су прикупљена и мешана према стандардној методи (*ASTM D2013-07*). 18 узорака летећег пепела са електрофилтера су узорковани у термоелектрани Колубара А са три тачке узорковања на левој и десној страни и затим су сједињени да дају композитни узорак према стандардној методи (*ASTM D346-90*). На исти начин су прикупљени и узорци пепела за секвенцијалну екстракцију са термоелектрана Колубара А, Костолац А, Николе Тесле А, као и пепели и угљеви за испитивање изотопског састава олова. За експериментално тестирање отпадног угља који потиче из Колубарског басена коришћено је полуиндустријско постројење за сагоревање у флуидизованом слоју снаге 500 kW. Отпадни угаљ гранулације до 10 мм је узоркован из Колубарског басена према стандардној методи, а летећи пепео и шљака су узорковани у три различита режима одвојено (различити проток ваздуха, горива и снага котла), а затим су спојени у композитне узорке према стандардној методи (*ASTM D2013-07*). Пре даље анализе, збирни пепели су хомогенизовани и чувани у стакленим посудама на температури нижој од 15°C. Класификација збирних пепела у 4 или 5 фракција пепела различитих величина је рађена у зависности од гранулометријске анализе збирних пепела, која је рађена према стандардној методи.

За испитивање збирних узорака пепела коришћена је скенирајућа електронска микроскопија са енерго-дисперзивном спектроскопијом (*SEM-EDS*) за морфологију и расподелу елемената, као и рендгенска дифракциона анализа (*XRD*) за утврђивање минералног састава. Лигнит и отпадни угаљ су испитивани елементарном и техничком анализом.

Анализе које су рађене у фракцијама летећег пепела са термоелектране Колубаре А и у фракцијама летећег пепела и шљаке са полуиндустријског постројења за сагоревање у флуидизованом слоју су: одређивање укупног угљеника и укупног органског угљеника (УОУ) на елементарном анализатору, органског угљеника растворног у води (*WSOC*) у воденим екстрактима пепела на *TOC- V_{CPN}* анализатору органског угљеника, анјона и катјона екстракцијом фракција пепела са дестилованом водом у орбиталном шејкеру јонском хроматографијом, 24 елемента у два корака екстракције - микроталасном дигестијом са HNO_3 и H_2O_2 и у дестилованој води, орбиталним шејкером, метода анализе оптичка емисиона спектрометрија са индуковано спрегнутом плазмом (*ICP-OES*) и 16 приоритетних ПАХ-ова методом течне хроматографије високих перформанси са ДАД детекцијом (*HPLC-DAD*). Наведне анализе фракција пепела су рађене ради процене потенцијалног ризика за одлагање пепела по животну средину, као и испитивања потенцијалног коришћења отпадног угља као горива у еколошки прихватљивим технологијама сагоревања, као што је сагоревање у *FBB*-у. Концентрације и односи изотопа олова ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb и ^{208}Pb су одређивани у 8 збирних летећих пепела у Србији и 4 репрезентативна угља (са термоелектрана: Колубара А, Колубара Б, Костолац А, Костолац Б, Никола Тесла ТЕНТ А3, Никола Тесла ТЕНТ А2, Никола Тесла ТЕНТ Б1 и из *FBB*-а), а одређивани су коришћењем масене спектрометрије са индуковано спрегнутом плазмом (*ICP-MS*), у моду за одређивање изотопа (енгл. *Isotope Analysis Mode*). Ово је битан додатак већ постојећим литературним подацима за идентификовање извора емисије овог полутанта у животnoj средини.

Да би се обезбедио комплетан увид у расподелу ПАХ-ова и лакше поређење и процену ризика за одлагање пепела на депонију, ПАХ-ови су подељени у три групе према Kow, БЦФ и П вредностима применом *QCAP* модела (енгл. Quantitative structure–activity relationship, QCAP), док су за процену канцерогеног потенцијала ПАХ-ова у фракцијама пепела коришћене вредности бензо(а)пирен еквивалент фактора (*BaPeq*). Литературни подаци и подаци добијени мерењем на терену (потрошња горива, количина насталог пепела, проток димног гаса) су коришћени за процену емисионих фактора (ЕФ) укупних 16 ПАХ-ова. Добијени резултати емисионих фактора су затим упоређени са програмом за критеријуме загађујућих материја у ваздуху (ЕМЕР/ЕЕА air pollutant inventory guidebook). Анализе су показале да постоји значајна разлика у концентрацијама полутаната у већим и мањим фракцијама пепела, као и да су *BaPeq* и ЕФ вредности највише за летећи пепео из ФББ-а. Садржај готово свих тешких метала је већи у најситнијим фракцијама летећег пепела, а вредности концентрација готово свих испитиваних елемената су највише за најситнију фракцију летећег пепела из термоелектране Колубара А.

5. Очекивани научни допринос

Узимајући у обзир значај проблематике обухваћене темом докторске дисертације у свету, до сада публиковане радове у овој области, као и предмет и циљеве овог истраживања, очекује се да ће резултати предложене теме докторске дисертације допринети:

- Повећању знања о потенцијалном коришћењу отпадног угља за добијање енергије, сагоревањем у флуидизованом слоју;
- Унапређењу знања о расподели загађујућих супстанци у различитим фракцијама истог пепела;
- Бољем разумевању и коришћењу параметара који дефинишу физичкохемијска својства ПАХ-ова за процену утицаја одлагања пепела на депонију;
- Процени емисионих фактора укупних 16 ПАХ-ова на основу њихових концентрација у пепелима, литературних података и података добијених мерењем на терену (потрошња горива, количина насталог пепела, проток димног гаса);
- Повећању знања о биодоступности метала и потенцијалне токсичности пепела кроз анализе различитих пепела секвенцијалном екстракцијом;
- Потпунијој карактеризацији различитих пепела са аспекта излуживања и утицаја на животну средину;
- Унапређењу већ постојеће базе података за загађење оловом кроз анализу изотопског састава олова у пепелима и угљевима у Србији.

Такође се очекује да би примењене методе и резултати испитивања допринели ефикаснијем искоришћењу отпадног угља и заштити животне средине, што је посебно важно узимајући у обзир значај угља као ресурса за добијање енергије.

6. План истраживања и структура рада

У оквиру рада ће бити испитан утицај одлагања пепела на животну средину и ефикасност режима сагоревања отпадних горива у флуидизованом слоју.

У оквиру експерименталног дела рада биће одређене концентрације одабраних загађујућих материја применом одговарајућих инструменталних метода анализе. Полициклични ароматични угљоводоници и тешки метали у фракцијама пепела, изотопски састав олова пепела и угљева, анјони и катјони у воденим екстрактима фракција пепела ће бити обухваћени аналитичким методама. Поред наведеног, биће одређен удео угљеника, растворног у води и нерастворног у води, као и укупан органски угљеник (УОУ).

У оквиру докторске дисертације ће бити приказани резултати добијени мерењем концентрације ПАХ-ова и тешких метала и других полутаната у фракцијама пепела, јер најситније фракције могу представљати озбиљан проблем по животну средину. Физикохемијска својства ПАХ-ова, као што су коефицијент расподеле октанол вода (K_{ow}), перзистентност (П) и фактор биоконцентрације (БЦФ) су примењени за груписање 16 приоритетних ПАХ-ова у одговарајуће категорије. На основу наведених параметара, биће одређен утицај депонованог пепела на животну средину; неопходно је истаћи да је прегледом литературе установљено да овакав приступ није до сада примењиван. Такође, биће одређени емисиони фактори укупних 16 ПАХ-ова на основу њихових концентрација у пепелима, литературних података, као и резултата мерења на терену следећих параметара: потрошње горива, количине издвојеног пепела и протока димног гаса. Биодоступност и мобилност метала ће бити одређени секвенцијалном екстракцијом, а затим ће се процена ризика вршити на основу *RAC-a* (енгл. Risk Assessment Code, RAC), пратећи проценат заступљености прве три фазе секвенцијалне екстракције. Биће приказане и концентрације анјона и катјона у воденим екстрактима фракција пепела, ради бољег разумевања механизма испирања. Одређивањем у води растворног угљеника, укупног органског угљеника и нерастворног угљеника у води у фракцијама пепела биће добијени подаци значајни за хемијску карактеризацију пепела. Очекује се да ће одређивањем изотопског састава олова пепела и угљева, обезбедити значајан допринос већ постојећој бази, а све у циљу лакшег идентификовања порекла и праћења загађења оловом.

Поред наведеног, биће приказана процена утицаја свих испитиваних полутаната на животну средину, као и њихов међусобни утицај и зависност. Такође, биће извршена анализа могућности коришћења отпадног угља као извора добијања енергије, у зависности од режима сагоревања у флуидизованом слоју.

Докторска дисертација ће обухватити следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература. У оквиру Увода биће дат увид у процесе сагоревања којима се добија енергија, проблеме везане за загађујуће супстанце у пепелима, угљевима и шљаци и фракцијама пепела различитих величина. У поглављу Теоријски део биће приказани резултати истраживања из ове области. У оквиру Експерименталног дела биће описана методологија испитивања ПАХ-ова, тешких метала, анјона и катјона у воденим екстрактима пепела, укупног органског угљеника, растворног угљеника и у води нерастворног угљеника, као и одређивање изотопског састава олова пепела и угљева. Поглавље Резултати и Дискусија обухватиће резултате добијене аналитичким мерењима свих испитиваних полутаната у фракцијама пепела, анализу утицаја депонованог пепела на животну средину, као и

процену режима сагоревања отпадног угља у флуидизованом слоју. У Закључку ће бити сумирани добијени резултати и извучени сви релевантни закључци добијени на основу испитивања полутаната из фракција пепела угља и отпадног угља. Литература ће садржати референце које су цитиране у дисертацији, као и радове проистекле из спроведених истраживања.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података Комисија сматра да Јована Буха Марковић, дипл. инж. технол. испуњава све услове потребне за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације Јоване Буха-Марковић под насловом „Утицај на животну средину тешких метала и полицикличних ароматичних угљоводоника из процеса сагоревања угља и отпадног угља ” научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да је прихвати. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Инжењерство заштите животне средине, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. За ментора се предлаже др Мирјана Ристић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Београд, 25.01.2021. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирјана Ристић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

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

Др Милица Младеновић
виши научни сарадник Универзитета у Београду,
Институт за нуклеарне науке „Винча” – Институт од
националног значаја за Републику Србију