

Образац 1.

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/156
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

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

23.08.2021.
(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:

„Уклањање селената из воде макропорозним адсорбенсима импрегнисаним хидратисаним гвожђе оксидом“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**
ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ВЕСНА (Милорад) МАРЈАНОВИЋ, дипломирани инжењер рударства за припрему минералних сировина

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао основно образовање: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору.**

3. Година дипломирања: 1995.

Студент је уписан на докторске академске студије школске **2011/2012.** године.

На захтев студента декан је донео Решење бр. 20/170 од 31.10.2019. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2021/2022. године, с обзиром на то да је на основу поднетих докумената, била у статусу мировања права и обавеза шк. 2016/2017. и 2018/2019. године.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће**, на седници одржаној **29.06.2021. 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.

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

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр. 20/170

31. 10. 2019

БЕОГРАД год.

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

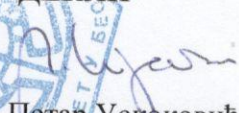
Студенту ВЕСНИ МАРЈАНОВИЋ, број индекса 4039/2011, уписаном-ој у прву годину докторских академских студија школске 2011/2012. године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2021/2022. године, с обзиром на то да је на основу поднетих докумената, била у статусу мировања права и обавеза шк. 2016/2017. и 2018/2019. 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



ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Весну Марјановић

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 техничко-технолошких, 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: 25.05.2021

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Весну Марјановић

Име и презиме ментора: Марија Шљивић-Ивановић

Звање: виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Smičiklas I., Coha I., Jović M., Nodilo M., **Šljivić Ivanović M.**, Smiljanić S., Grahek Ž.: *Efficient separation of strontium radionuclides from high-salinity wastewater by zeolite 4A synthesized from Bayer process liquids*, Scientific Reports, Vol 11, No 1, 2021, 1738 (1-14). ISSN 2045-2322, IF (2019)=3,998
2. 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
3. Jelić I., **Šljivić-Ivanović M.**, Dimović S., Antonijević D., Jović M., Vujović Z., Smičiklas I., *Radionuclide immobilization by sorption onto waste concrete and bricks—experimental design methodology*, - Water Air Soil Pollution, Vol 230, No 10, 2019, Article No 242, (1-9). ISSN 0049-6979, IF(2019)=1,900
4. Jelić I., **Šljivić-Ivanović M.**, Dimović S., Antonijević D., Jović M., Mirković M., Smičiklas I., *The applicability of construction and demolition waste components for radionuclide sorption*, - Journal of Cleaner Production, Vol 171, 2018 322–332. ISSN 0959-6526, IF (2018)=6,395
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. **Šljivić-Ivanović M.**, Jelić I., Dimović S., Antonijević D., Jović M., Mraković A., Smičiklas I.: *Exploring innovative solutions for aged concrete utilization: treatment of liquid radioactive waste*, - Clean Technologies and Environmental Policy, Vol 20, No 6, 2018, pp. 1343–1354. ISSN 1618-954X, IF (2016)=3,331
8. Jelić I., **Šljivić-Ivanović M.**, Dimović S., Antonijević D., Jović M., R. Šerović, Smičiklas I.: *Utilization of waste ceramic and roof tiles for radionuclide sorption*, - Process Safety and Environmental Protection, Vol 105, 2017, pp. 348–360. ISSN 0957-5820, IF (2016) 2,905

9. **Šljivić-Ivanović M.**, Smičiklas I., Milenković A., Dojčinović B., Babić B., Mitrić M., *Evaluation of the effects of treatment factors on the properties of bioapatite materials*, - Journal of Material Science, Vol 50, No 1, 2015, pp. 354–365. ISSN 0022-2461, IF (2014) =2,371
10. **Šljivić-Ivanović M.**, Smičiklas I., Dimović S., Jović M., Dojčinović B., *Study of simultaneous radionuclide sorption by mixture design methodology*, - Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol 54, No 44, 2015, pp. 11212–11221. ISSN 0888-5885, IF (2014)=2,587

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: 25.05.2021.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

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 32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 29.06.2021. 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 **Весну Марјановић**, број индекса 4039/2011, под називом: „**Уклањање селената из воде макропорозним адсорбенсима импрегнисаним хидратисаним гвожђе оксидом**“.

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

За менторе се одређују др Мирјана Ристић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Марија Шљивић Ивановић, виши научни сарадник, Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Vesne Marjanović za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/20 od 13.05.2021. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Vesne Marjanović, dipl. inž. rud. za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Uklanjanje selenata iz vode makroporoznim adsorbensima impregnisanim hidratisanim gvožđe oksidom**“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Vesna Marjanović, diplomirani inženjer rudarstva, rođena je 14.02.1970. godine u Zaječaru. Osnovnu školu i gimnaziju Bora Stanković (matematičko-tehnički saradnik) završila je u Boru. Osnovne akademske studije upisala je školske 1989/1990 godine na Tehničkom fakultetu u Boru Univerziteta u Beogradu. Na istom fakultetu diplomirala je u decembru 1995. godine na odseku rudarstva - priprema mineralnih sirovina, odbranom diplomskog rada na temu „Uticaj aluminata na vlažnost definitivnog koncentrata bakra“.

Vesna Marjanović je od 01. 11. 1997. godine zaposlena u Institutu za bakar, sada Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor (IRM Bor), u Sektoru za nauku - Istraživačko-razvojni poslovi, u zvanju istraživač saradnik. Od maja 2019. godine radi u Laboratoriji za ispitivanja otpada IRM-a Bor na poslovima ispitivanja i karakterizacije industrijskog i rudarskog otpada.

Doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine, upisala je školske 2011/2012 godine.

Bila je angažovana na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja: Razvoj tehnologija flotacijske prerade ruda bakra i plemenitih metala radi postizanja boljih tehnoloških rezultata (br. TR 33023) i Usavršavanje tehnologija eksploatacije i prerade rude bakra sa monitoringom životne sredine u RTB Bor (br. TR 33038), Tehnološka ispitivanja za stabilizaciju čvrstih ostataka nastalih posle procesa neutralizacije i procesa luženja Pb i Ag u cilju njihovog bezbednog odlaganja kao neopasan otpad, Laboratorijsko ispitivanje luženja uzoraka dvokompozitne oksidne rude bakra u koloni i na drugim poslovima iz domena zaštite životne sredine.

U junu 2013. godine je dobila sertifikat eksternog proverivača za standard ISO 14001:2004 (*Lloyd's register Group-CERTIFIACATE EMS*) i bila je član projektnog tima za realizaciju projekta

Integriranih Menadžment Sistema (IMS) u Rudarsko-topioničkom basenu Bor od 2013-2016. godine.

Urednik je naučnih časopisa od nacionalnog značaja „*Mining and Metallurgy Engineering Bor*” i „Bakar” i više od 20 monografija nacionalnog značaja, u izdanju Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Bila je član organizacionog komiteta 44th International October Conference on Mining and Metallurgy – IOC 2012, 01-03.10.2012, Bor, Srbija.

Imala je prekid u naučno-istraživačkom radu od maja 2016. do marta 2019. godine, zbog nege teško bolesnog deteta.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

U oktobru 2011. godine Vesna Marjanović, dipl. inž. rud. je upisala doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na studijskom programu Inženjerstvo zaštite životne sredine. Položila je sve ispite predviđene planom i programom, sa prosečnom ocenom 8,08.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija

Redni broj	Naziv predmeta	ESPB
1.	Industrijska ekologija	5
2.	Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	4
3.	Odabrana poglavlja matematičke analize	5
4.	Hemijska kinetika	5
5.	Viši kurs analitičke hemije	5
6.	Industrijske vode	4
7.	Viši kurs pripreme vode za piće	4
8.	Prečišćavanje otpadnih voda	5
9.	Principi bioprocesnog inženjerstva u prečišćavanju otpadnih voda	6
10.	Upravljanje čvrstim i opasnim otpadom	5
11.	Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće i primenu u industriji	4
12.	Završni ispit – pristupni rad za izradu doktorske disertacije	30
	Ukupno	82

Završni ispit pod nazivom „Mogućnosti stabilizacije/solidifikacije otpadnih muljeva sa visokim sadržajem arsena iz topionica bakra” Vesna Marjanović je odbranila 30.09.2014. sa ocenom 10, pred komisijom u sastavu: dr Mirjana Ristić, red. prof., dr Željko Kamberović, red. prof. i dr Aleksandra Perić Grujić, red. prof. Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Rešenjem br. 20/5 od 03.02.2017. studentkinji je odobreno mirovanje prava i obaveza u školskoj 2016/2017 godini.

Rešenjem br. 20/1 od 15.01.2019. studentkinji je odobreno mirovanje prava i obaveza u školskoj 2018/2019 godini.

Rešenjem broj 20/144-2 od 28.09.2018. produžen je rok za završetak studija do kraja školske 2020/2021 godine.

Oblast naučnoistraživačkog rada Vesne Marjanović obuhvata razvoj i primenu adsorbenata za separaciju selenata iz vode.

Vesna Marjanović je autor i koautor radova objavljenih u naučnim časopisima, od čega 4 rada u časopisima međunarodnog značaja i 17 radova u časopisima nacionalnog značaja, kao i 34 saopštenja u zbornicima sa naučnih skupova.

Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, kandidat je koautor jednog rada objavljenog u istaknutom časopisu međunarodnog značaja (oznaka grupe **M20: M22** - 1 rad).

Spisak objavljenih radova i saopštenja vezanih za temu doktorske disertacije

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja – M20

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu – M22

1. **Marjanovic V.**, Peric-Grujic A., Ristic M., Marinkovic A., Markovic R., Onjia A., Sljivic-Ivanovic M.: *Selenate Adsorption from Water Using the Hydrous Iron Oxide-Impregnated Hybrid Polymer*, - Metals, Vol 10, No 12, 2020, 1630 (1-15); IF (2019) 2.117, ISSN 2075-4701, <https://doi.org/10.3390/met10121630>

Pored navedenog, kandidat je koautor sledećih radova i saopštenja:

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. Ivanović A., Dimitrijević S., Dimitrijević S., Trumić B., **Marjanović V.**, Petrović J., Vuković N.: *Electrodeposition of Silver Powder from Nitrate Electrolite for Usage in Electronic*, - Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid Communications, Vol. 6, No 3-4, 2012, p. 465-473. IF 0.402, ISSN: 1842-6573
2. Ivanović A., **Marjanović V.**, Dimitrijević S., Ignjatović M., Trujić V., Ignjatović M., *Developments of Enviromental Copper-based Alloys*, - Technics Technologies Education Management-TTEM, Vol. 7, No 2, 2012, pp. 572-579. IF: 0.351, ISSN: 1840-1503
3. Cvetković-Stamenković V., Manasijević D., Marjanović S., Ivanović A., Trumić B., **Marjanović V.**, Jovanović M.: *Uticaaj uslova termomehantičke prerade na mehantičke osobine i električnu provodljivost PdNi5 legure*, - Hemijska Industrija, Vol 71, No 5, 2017, pp. 419–428. IF 0.591, ISSN 0367-598X

Rad u nacionalnom časopisu međunarodnog značaja (M24)

1. Magdalinović S., **Marjanović V.**, Urošević D., Stanujkić D.: *Flotacijska koncentracija polimetalične baritske rude*, - Rudarski radovi, No 2, 2012, str. 93-98. ISSN 1451-0162
2. Čadenović B., **Marjanović V.**, Ljubojev V., Milanović D.: *Mogućnost iskorišćenja bakrenca iz topioničke šljake kod njenog direktnog izlivanja iz peći*, - Rudarski radovi, No 2, 2012, str. 137-142. ISSN 1451-0162
3. Milanović D., **Marjanović V.**, Magdalinović S.: *Karakterizacija uzorka iz ležišta „Andenzitski prst“ površinskog kopa „Južni revir“ u Rudniku bakra Majdanpek*, - Rudarski radovi, No 1, 2013, str. 13-36. ISSN 1451-0162
4. **Marjanović V.**, Ivanović A., Cvetković Stamenković V.: *Soot Participation in Total Air Pollution in the Municipality of Bor with Statistical Data Processing*, pp. 61-72, *Učešće čađi u*

ukupnom zagađenju vazduha na teritoriji Opštine Bor sa statističkom obradom podataka, - Mining and Metallurgy Engineering Bor, No 3, 2014, str. 73-84. ISSN 2334-8836 (Štampano izdanje), ISSN 2406-1395 (Online)

5. Magdalinović S., Jovanović I., **Marjanović V.**, Marković Z.: *The Effect of Grinding Fineness on the Results of Flotation Concentration of Ore from the Copper Deposit Veliki Krivelj*, pp. 85-94, *Uticaj finoće mlevenja na rezultate flotacijske koncentracije rude ležišta bakra Veliki Krivelj*, - Mining and Metallurgy Engineering Bor, No 3, 2014, str. 95-104. ISSN 2334-8836 (Štampano izdanje), ISSN 2406-1395 (Online)
6. Ljubojev V., **Marjanović V.**, Milanović D., Stanković S.: *Mineral Characterization of Slag (from the Flotation Plant of RTB Bor)*, pp. 1-6, *Minerološke osobine šljake (iz pogona Flotacije Bor) granulirane u laboratorijskim uslovima*, - Mining and Metallurgy Engineering Bor, No 2, 2015, str. 7-12. ISSN 2334-8836 (Štampano izdanje), ISSN 2406-1395 (Online)
7. **Marjanović V.**, Ivanović A.: *Selection the Stabilization/Solidification Process and Selection the Binders and Reagents Depending on the Type of Waste Material in the Function of Environmental Protection*, - Mining and Metallurgy Engineering Bor, No 3, 2015, pp. 89-99. ISSN 2334-8836 (Štampano izdanje), ISSN 2406-1395 (Online)
8. Ivanović A. Trumić B. Ivanov S., Marjanović S., Dimitrijević S., **Marjanović V.**: *Effect of recrystallization annealing on mechanical properties of cold-rolled PdNi5 strips*, - Metallurgical and Materials Engineering, Vol 22, No 1, 2016, pp. 17-24. ISSN: 2217-8961

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. Ivanović A., Milojević S., **Marjanović V.**, Stamenković V.: *Effects of the protective atmosphere on the process of sintering*, - Proceedings of the 42nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo 2010., pp.202-205.
2. **Marjanovic V.**, Stamenković V., Ivanović A.: *Importance of the mineral processing in the function of environment*, - Proceedings of the 42nd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo 2010., pp.313-315.
3. Pešovski B., Simonović D., Šteharik M., **Marjanović V.**: *Conceptual Solution of Flexible Plant for Copper (II) Chloride Production*, - Proceedings of the 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2011, Prague 2011., Czech Republic, pp. 233-236.
4. Magdalinović S., **Marjanović V.**, Milanović D., Blagojević B., Čadenović B.: *Results of Laboratory Analysis the Low-Grade Ore Sample From the Veliki Krivelj Ore Deposit*, - Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, Vol 2, Tuzla 2011., pp.534-544.
5. Magdalinović S., **Marjanović V.**, Urošević D., Drobnjaković B., Stanujkić D.: *Flotation Concentration of Copper and Precious Metals in Ore Body Transport System 2 From Ore Deposit Majdanpek*, - Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, Vol 2, Tuzla 2011., pp.913-915.
6. Pešovski B., Šteharik M., **Marjanović V.**, Simonović D., Jakovljević S.: *Possibility of West Slag Treatment from Factory for Cutting Tool*, - Proceedings of the 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2011, Prague 2011., Czech Republic, pp. 421-424.
7. **Marjanović V.**, Magdalinović S., Petrović J., Ivanović A., Stanujkić D.: *Mathematical Methods for Optimization the Laboratory Analysis Parameters of Flotation Concentration the Sulphide Ore from the Copper Deposit in Bor*, - Proceedings of the XIV Balkan Mineral Processing Congress, Vol 2, Tuzla 2011., pp.543-546.
8. Ivanović A., Milojević S., **Marjanović V.**, Madić B.: *Production the High Electric Conductive Materials for Contacts Based on Silver by the Use of Sintermetallurgical Method*, - Proceedings of the 15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2011, Prague 2011., Czech Republic, pp. 685-688.

9. Ivanović A., **Marjanović V.**, Milojević S., Trumić B., Petković B., Đalović R.: *Optimized Atmospheres for Sintering Brass*, - Proceedings of the 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, Kladovo 2011., pp. 203-206.
10. Pešovski B., Cvetković V., Simonović D., **Marjanović V.**: *The New Titanium Dimensionally Stable Electrodes Surface Activated by Mixed Metal Oxide Layer*, - Proceedings of the 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, Kladovo 2011., pp. 586-589.
11. Ivanović A., Trumić B., Đurić M., Gardić V., **Marjanović V.**: *Installation, Maintenance and Development of Quality Systems at the Institute of Mining and Metallurgy*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 759-764.
12. Ivanović A., Trumić B., Đurić M., Gardić V., **Marjanović V.**: *Positive Experiences of Installation, Maintenance and Development of Quality Systems at the Institute of Mining and Metallurgy*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 765-770.
13. Magdalinić S., **Marjanović V.**, Urošević, Ignjatović M.: *Barite Flotation from the Polymetallic Barite Ore*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 101-104.
14. Ivanović A., Trumić B., Jovanović M., Dimitrijević S., Gardić V., **Marjanović V.**, Petković B.: *Prediction of Tensile Strength of Copper-Based Alloys by Using Statistical Analysis*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 265-268.
15. **Marjanović V.**, Petrović J., Apostolovski Trujić T., Stanković S., Ivanović A.: *Sources of Pollution and Air Quality in the Municipality of Bor*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 665-668.
16. **Marjanović V.**, Ivanović A., Dimitrijević S., Pešovski B., Simonović D., Petrović J.: *Possibility of Pollution Monitoring by Anthropogenic Lead Isotopes in the Natural Deposits*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 675-680.
17. Apostolovski-Trujić T., **Marjanović V.**, Stanković S.: *Total Emissions of Basic Air Pollutants from Major Stationary Sources in Bor*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 713-716.
18. **Marjanović V.**, Petrović J., Ivanović A., Magdalinić S., Čadenović B., Milanović D.: *Anthropogenic Lead as a Source of Environmental Pollution*, - Proceedings of the 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2012., pp. 753-756.
19. Drobnjaković B., Milanović D., **Marjanović V.**, Magdalinić S., Drobnjaković V., Milanović Z.: *Izbor kvaliteta gumene trake trakastog dodavaca drobilnog postrojenja za rudu/jalovinu na površinskom kopu rudnika Veliki Krivelj*, - Zbornik radova sa III Simpozijuma sa međunarodnim učešćem RUDARSTVO 2012, Zlatibor 2012. god., str. 418-424
20. **Marjanović V.**, Milanović D., Magdalinić S., Bugarinović S., Čadenović B., Drobnjaković B.: *Characterization of a Sample from the Deposit Andezite Finger in the Copper Mine Majdanpek*, - Proceedings of the 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Like, Bor 2013., pp. 483-486.
21. Ivanović A., Trumić B., Zrilić M., Marjanović S., **Marjanović V.**, Petrović J.: *Optimization of Mechanical Properties of PdNi5 Alloy*, - Proceedings of the 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Like, Bor 2013., pp. 487-490.
22. Trumić B., Ivanović A., Marjanović S., Gomidelović L., Krstić V., Dimitrijević S., **Marjanović V.**: *Pt-Pd System: Investigation of Mechanical Properties*, - Proceedings of the 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Like, Bor 2013., pp. 491-494.
23. **Marjanović V.**: *Binding agents and reagents used in the Stabilization/solidification Processes of Waste Materials*, - Proceedings of the 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor 2015., pp. 427-434.

24. Ivanović A., Trumić B., Ivanov S., Marjanović S., Dimitrijević S., **Marjanović V.**: *Effects of the Annealing Temperature and Time on the Microstructural Changes and Corresponding mechanical properties of Cold-rolled PdNi5 Wires*, - Proceedings of MME SEE 2015, Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe 2015, Beograd 2015., pp. 231-237.
25. Ivanović A., Trumić B., Ivanov S., Marjanović S., **Marjanović V.**: Petković B., Vušović S.: *Optimization of PdNi5 Wire Production Process Through Response Method Influence of Process parameters on Production of PdNi5 Wires on Elongation*, - Proceedings of the 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor 2015., pp. 303-306.
26. **Marjanović V.**, Ivanović A., Cvetković Stamenković V.: *Stabilization/solidification Processes of Waste Materials Containing the Hazardous Substances in the Function of Environmental Protection*, - Proceedings of the 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2015., pp. 421-426.
27. Marković R., Božić D., **Marjanović V.**, Masuda N., Bessho M., Jugović B.: *Acid Mine Drainage Treatment Through a Two-step Neutralization Process with Slaked Lime*, - Proceedings of the 48th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2016., Serbia, pp. 249-252.
28. Marković R., **Marjanović V.**, Božić D., Gardić V., Masuda N., Stanković S., Stevanović Z., Jugović B.: *Polyacrylamide Flocculants for Solid Particles Settling in Neutralization Process of Mine Water*, - Proceedings of the 48th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2016., pp. 253-256.
29. Ivanović A., Trumić B., Marjanović S., Ivanov S., Dimitrijević S., **Marjanović V.**: *PdNi5 Alloy: The effect of homogenization annealing on the microstructure, mechanical and electrical properties*, - Proceedings of the 48th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2016., pp.128-131.
30. Magdalinić S., Stanujkić D., Milanović D., **Marjanović V.**, Mikić M., Rajković B.: *Possibility of Common Processing the Mineralization from the Site Kriveljski Kamen and Ore Deposit Veliki Krivelj*, - Proceedings of the 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2018., pp. 81-86.
31. Ivanović A., Cvetković Stamenković V., Trumić B., Marjanović S., **Marjanović V.**, Dimitrijević S.: *PdNi5 Alloy: The Effect of Thermomechanical Processing Regime on Mechanical Properties and Electrical Conductivity*, - Proceedings of the 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2018., pp. 181-184.
32. Pešovski B., Krstić V., Simonović D., Dragulović S., **Marjanović V.**, *Phytoremediation as a Method for Wastewater Treatment*, - Proceedings of 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor 2018, pp. 321-324.
33. **Marjanović V.**, Marković R., *Physical Methods for Testing the Efficiency of Stabilization/Solidification Process of Material Containing the Hazardous Substances*, - Proceedings of the 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2018., pp. 399-404.
34. **Marjanović V.**, Marković R., *Chemical Methods for Testing the Efficiency of Stabilization/Solidification Process of Material Containing the Hazardous Substances*, - Proceedings of the 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor 2018., pp. 383-386.

Rad u istaknutom nacionalnom časopisu (M52)

1. **Marjanović V.**, Ivanović A., Petrović J., Simonović D.: *Poreklo i sadržaj olova u životnoj sredini*, - Bakar, Vol 36, No 1, 2011, str. 31-38. ISSN: 0353-0212
2. Pešovski B., Krstić V., Urošević T., Gomidelović L., Trumić B., **Marjanović V.**, *Toksičnost Cu^{+2} jona i uticaj različitih adsorbenasa na njihovo izdvajanje iz otpadnih voda*, - Bakar Vol 42, No 2, 2017, str. 51-66. ISSN: 0353-0212
3. Simonović D., **Marjanović V.**, Pešovski B.: *Tehnologije za uklanjanje cijanida iz otpadnih voda, I deo*, - Bakar, Vol 42, No 2, 2017, str. 67-80. ISSN: 0353-0212
4. Simonović D., **Marjanović V.**, Pešovski B.: *Tehnologije za uklanjanje cijanida iz otpadnih voda, II deo*, - Bakar, Vol 42, No 2, 2017, str. 9-22. ISSN: 0353-0212
5. Magdalinović S., Stanujkić D., Milanović D., **Marjanović V.**, Magdalinović N., Mikić M., Krstić S., *Mineralizacija sa lokaliteta Kriveljski kamen -Ruda ležišta Veliki Krivelj-mogućnost zajedničke prerade*, Bakar, Vol 43, No 2, 2018, str. 1-12. ISSN: 0351-0212
6. Ivanović A., Trumić B., Đurić M., Gardić V., **Marjanović V.**: *Uvođenje, održavanje i razvoj sistema kvaliteta u Institutu za rudarstvo i metalurgiju – pozitivna iskustva*, - Tehnika, Vol 66, No 2, 2011, str. 343-348. ISSN: 0040-2176

Rad u nacionalnom časopisu (M53)

1. Ivanović A., **Marjanović V.**, Rajković B., Cvetković Stamenković V.: *Elektronski otpad, Inovacije i razvoj*, - Inovacije i razvoj, No 1, 2010, str. 25 – 30. ISSN 0353-2631
2. **Marjanović V.**, Ivanović A., Petrović J., Dimitrijević S.: *Formulisanje konceptualnog modela eko-industrijskog parka*, - Inovacije i razvoj, No 2, 2012, str. 105-112. ISSN 0353-2631
3. **Marjanović V.**, Marković R.: *Mogućnost primene procesa stabilizacije/solidifikacije otpadnim materijalima bogatim arsenom generisanih u topionicama bakra*, - Bakar, Vol 45, No 2, 2020, str. 29-40. ISSN 0351-0212

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i ostvarenih rezultata tokom doktorskih studija, Vesna Marjanović je pokazala sklonost i sposobnost za bavljenje naučnoistraživačkim radom. Do sada je objavila 4 rada u međunarodnim časopisima, 17 radova u časopisima nacionalnog značaja, kao i veći broj saopštenja na naučnim skupovima. Iz oblasti istraživanja kojoj pripada predložena tema doktorske disertacije, kandidat je koautor jednog naučnog rada objavljenog u istaknutom časopisu međunarodnog značaja (M22). Komisija smatra da kandidat ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Selen je metaloid koji je u prirodi prisutan u tragovima, a potiče iz prirodnih i antropogenih izvora. Nalazi se u mnogim sulfidnim rudama u obliku selenida, javlja se uz minerale pirit (FeS), kalkopirit (CuFeS₂) i sfalerit ((Zn, Fe)S).

Povezan je sa sulfidnim rudama metala, kao što su bakar, cink i nikl, i prisutan je u efluentima završnih faza prerade ruda, uglavnom kao selenit (pri niskoj pH vrednosti) ili selenat (pri visokoj pH vrednosti). Koncentracije ovog elementa u rastvoru se mogu smanjiti pri niskoj pH vrednosti, adsorpcijom selenita na oksidima Fe/Mn.

Povišene koncentracije selena u otpadnim vodama koje potiču iz rudarskih i metaluških procesa ukazuju na potrebu za smanjenjem njegove koncentracije fizičkim, hemijskim ili biološkim metodama.

Selen je esencijalni mikro-element, koristi se u prevenciji nekih vrsta malignih bolesti, a nedostatak može uzrokovati pojavu Kešanske i Kašin Bekove bolesti. Povećan unos selena može

izazvati brojna specifična oboljenja i neželjena dejstva, kao što su gastrointestinalni poremećaji, obezbojenje kože, propadanje zuba, gubitak kose i noktiju, anomalije i promene u perifernom nervnom sistemu. Povišene koncentracije ovog elementa u životnoj sredini štetno utiču na floru i faunu.

Tehnologije za tretman otpadnih voda koje sadrže visoke koncentracije selenata mogu se podeliti na: fizički tretman, hemijski tretman (precipitacija gvožđem, cementacija i dr.) i biološki tretman (bioreaktori, aerisane lagune i dr.).

Tehnologije za fizički tretman obuhvataju adsorpciju, reverznu osmozu, nanofiltraciju i jonsku izmenu. Na jonsku izmenu veliki uticaj ima prisustvo ostalih jona, a u otpadnim vodama iz prerade ruda sulfati su prisutni u koncentracijama koje su nekoliko puta više od dozvoljenih. Nedostak je i stvaranje otpada sa visokom koncentracijom selenata, koji zahteva odlaganje ili dalji tretman sa visokim kapitalnim i operativnim troškovima.

Najčešće tehnologije za hemijski tretman uključuju redukciju selenata do selenita ili elementarnog selenata i adsorpciju selenita. Drugi hemijski tretmani obuhvataju cementaciju, dok su elektrokoagulacija i fitoredukcija na nivou laboratorijskih istraživanja.

Precipitaciju hidratizanim oksidom gvožđa, ferihidritom, sa istovremenom adsorpcijom selenata na njegovoj površini je Agencija za zaštitu životne sredine Sjedinjenih američkih država (engl. United States Environmental Protection Agency – USEPA) označila kao “najbolje dostupnu tehnologiju” (engl. Best Demonstrated Available Technology - BDAT). Pošto hemijski tretman zavisi od reaktivnosti selenita, potrebna je redukcija selenata u selenit. Hemijski tretman može biti skup i zahtevati odlaganje otpada koje sadrži visoke koncentracije selenata.

Prečišćavanje otpadnih voda adsorpcijom je identifikovano kao veoma dobro rešenje za primenu u postrojenjima. Postoji veliki broj jeftinih adsorbenata, sa velikom specifičnom površinom, poroznom strukturom i hemijskom stabilnošću, što je posebno važno za adsorbente koji imaju visoku efikasnost, specifični su za određene zagađujuće materije i moguća je njihova regeneracija.

Dokazano je da hidratizani oksidi gvožđa (FO) imaju presudan uticaj na mobilnost i transformacije u celokupnom ekosistemu. Visoki kapacitet adsorpcije i afinitet getita prema anjonima (arsenat, arsenit, fosfat, silikat, itd), katjonima (olovo, nikl, kadmijum, antimon, živa, itd), organskim jonima (glifosat, acetat, citrat, malonat, itd.) i nekim zagađujućim materijama u gasovitom stanju ukazuje na veliki potencijal u oblasti istraživanja mogućnosti njegove primene.

U poslednjoj deceniji povećan je broj istraživanja vezan za sintezu i primenu makroporoznih materijala za adsorpciju zagađujućih materija iz otpadnih voda. Impregnacija ovih materijala hidratizanim gvožđe(II) i (III)-oksidima obezbeđuje veliku specifičnu površinu, visoku poroznost i afinitet prema nekim anjonima, odnosno selektivnost adsorbenta.

Ciljevi predloženog istraživanja su:

- ispitivanje procesa adsorpcije selenata iz otpadnih voda primenom makroporoznih adsorbenata impregniranih hidratizanim Fe(III)-oksidom i razvoj odgovarajućeg modela za predviđanje efikasnosti ovog procesa. Pored sintetisanih adsorbenata, biće primenjeni i adsorbenti u čijoj osnovi se nalazi lignin, izdvojen kao otpad iz drvne industrije;
- određivanje mehanizma vezivanja selenata za primenjene adsorbente na osnovu karakterizacije materijala posle adsorpcije i rezultata dobijenih ispitivanjem u šaržnom sistemu;
- opis procesa desorpcije primenom odgovarajućih modela, da bi se odredili optimalni uslovi (pH vrednost, koncentracija i zapremina desorpcionog reagensa) pri kojima je najveći stepen desorpcije;
- razvoj i optimizacija modela zasnovanog na neuronskim mrežama kojim će se obezbediti predviđanje efikasnosti ispitivanih materijala kao adsorbenata selenata iz vodenog rastvora i smanjiti broj eksperimenata, odnosno potrošnja reagensa i količina generisanog otpada.

2.1 Osvrt na relevantne bibliografske izvore i ostvarene rezultate na koje se nadovezuju predviđena istraživanja u predloženoj disertaciji

Poslednjih godina u svetu je veoma aktuelna problematika razvoja tehnologija za uklanjanje selenata iz vode materijalima koji sadrže okside gvožđa. Urađen je veliki broj ispitivanja o mogućnosti primene nanomaterijala na bazi gvožđa za efikasno uklanjanje selenata iz vode.

Pokazano je da selenat i drugi anjoni (fluoridi, borati, fosfati i nitriti) [1] predstavljaju zagađujuće materije u otpadnim vodama i da bi trebalo primeniti odgovarajuće metode za njihovo uklanjanje. Jedna od metoda koja je zastupljena u znatnoj meri je adsorpcija, a kao adsorbenti se primenjuju različiti materijali [2-9].

U istraživanjima sa prirodnim oksidima gvožđa, hematitom i getitom proučavana je interakcija Se (IV) i Se (VI) kroz dve serije šaržnih eksperimenata na sobnoj temperaturi [10]. U prvoj seriji proučavana je sorpcija u funkciji početne koncentracije selenata, a u drugoj seriji eksperimenata proučavana je sorpcija u funkciji pH vrednosti. Eksperimentalni podaci su modelovani uzimajući u obzir da Se (IV) formira kompleks FeOSe(O)O^- na površini hematita i smešu FeOSe(O)O^- i FeOSe(O)OH na površini getita. Za Se (VI) razmatrani površinski kompleks je $\text{FeOH}_2^+ - \text{SeO}_4^{2-}$ i na getitu i na hematitu. Maksimalni kapaciteti adsorpcije selenata na prirodnom hematitu iz Carro del Hierro (Španija) iznosio je $0,18 \text{ mg g}^{-1}$, a na prirodnom getitu iz iste regije iznosio je $0,24 \text{ mg g}^{-1}$.

Potencijalna adsorpcija oksianjona Se, selenita i selenata iz vodenih rastvora [11] je izučavana na nanomaterijalu (MnFe_2O_4) (NM) u šaržnom sistemu. Ispitivani su uticaji pH vrednosti, vremena kontakta i konkurentnih anjona na kapacitet adsorpcije sintetisanog NM za vezivanje selenita i selenata. Utvrđeno je da je maksimalni kapacitet adsorpcije za selenat $0,76 \text{ mg g}^{-1}$.

Sorpcija selenita (SeO_3^{2-}) i selenata (SeO_4^{2-}) ispitivana je šaržnim eksperimentima na Fe_3O_4 nanomaterijalima proizvedenim sintetičkim tehnikama sa i bez upotrebe mikrotalasne tehnike [12].

Rezultati ispitivanja adsorpcije selenata iz vode na materijalu koji je napravljen upotrebom nanočestica oksida/hidroksida gvožđa (Fe^{3+}) (NanoFe) prikazani su u radu Zelmanov i sar. [13]. Ovom tehnikom postignuto je da zaostala koncentracija selenata u vodi iznosi manje od 0,01 ppm, što je prihvatljivo prema propisima o kvalitetu vode, a efikasnost regeneracije ovog adsorbenta je bila od 95 do 98%. Maksimalni kapacitet adsorpcije je iznosio $15,1 \text{ mg g}^{-1}$.

Izvršeno je ispitivanje adsorpcije selenata [14] na sintetisanim nano-česticama ($\gamma\text{-FeOOH}$) i ($\gamma\text{-FeOOH-MLG}$) i njihova moguća primena za uklanjanje jona selenata [Se(VI)] iz vode za piće. Morfološka i strukturna svojstva $\gamma\text{-FeOOH}$ proučavana su upotrebom različitih tehnika.

U istraživanjima oksida metala kao adsorbenata, $\text{Mn-Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Co-Fe}_2\text{O}_4$, $\text{Cu-Fe}_2\text{O}_4$ i CuO_2 [15, 16], maksimalni kapaciteti adsorpcije su bili 5,27; 5,55; 5,97 i $1,1 \text{ mg g}^{-1}$, redom, pri pH vrednosti od 5,5. Međutim, nedostatak je vreme trajanja procesa (7 dana), osim u slučaju primene CuO_2 kada traje 96 h.

Kompoziti na bazi glinice (Al_2O_3) [17] su odlični adsorbenti za Se(VI) iz vodenog rastvora, ali je proces spor. Ugljenične nano-sfere [18] imaju efikasnost uklanjanja od 92,7%, pri pH 5 i vremenu kontakta od 24 h. Nano-čestice hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [19] imaju maksimalni kapacitet adsorpcije $5,4 \text{ mg g}^{-1}$, pri pH 6,5 i vremenu kontakta od 24 h. Silikati i aluminati sa gvožđem (Al(III)-SiO_2 i Fe(III)-SiO_2) [20] ispitivani su za adsorpciju selenata iz vode i ispitivanja su pokazala sledeće rezultate: pri pH 5, maksimalni kapacitet adsorpcije je 11,3 i $2,4 \text{ mg g}^{-1}$, redom, pri vremenu kontakta od 24 h.

Nanocevi koje su sintetizovane modifikovanom metodom brze hidrolize getita ($\alpha\text{-FeOOH}$ NRs) ispitivane su za uklanjanje arsenata i selenata iz vode [21]. Pored toga, eksperimenti su pokazali da je pH vrednost od 5 do 8 najbolji opseg za veći stepen adsorpcije jona.

Izvršeno je detaljno ispitivanje kinetike procesa adsorpcije u šaržnom i protočnom sistemu diklofenaka (DCF) i jona teških metala (Cd^{2+} , Cr VI), As(V) i Ni^{2+}) iz vodenog rastvora na

adsorbentu na bazi lignina (A-LMS) [22]. Dobijene su sledeće vrednosti za kapacitet adsorpcije (mg g^{-1}): DCF (151,13) >> Cd^{2+} (74,84) > Cr (VI) (54,20) > As (V) (53,12) > Ni^{2+} (49,42).

U ispitivanjima vezanim za primenu nanoadsorbenata pripremljenih od listova *Dombeia vallichii* i *Pirus comminis* sa gvožđe-oksidirom (Fe_2O_3) za adsorpciju anjonske boje iz vodenog rastvora koja se koristi u industriji tekstila, pokazano je da su pH vrednost, koncentracija adsorbenta, vreme kontakta, temperatura i koncentracija boje značajno uticali na efikasnost [23].

Istraživanjem optimizacije i sinteze umreženog makroporoznog polimera impregnisanog hidratisanim oksidom gvožđa primenom tehnike zamrzavanja/sušenja dobijen je adsorbent (ER/DETA/FO/FD) sa visokih performansama, koji se može primeniti za efikasno uklanjanje arsenata iz vode [24]. Mogućnost regeneracije i ponovne upotrebe sintetisanog adsorbenta značajno utiču na mogućnost njegovog daljeg ispitivanja za druge vrste anjona koji su prisutni u vodi.

Koprecipitati Al/Si i Fe/Si [24] koji često nastaju tokom procesa koagulacije otpadnih voda ispitivani su kao adsorbenti za uklanjanje selenita (SeO_3) i selenata (SeO_4). Efikasnost uklanjanja SeO_3 i SeO_4 bila je u velikoj meri povezana sa površinskim svojstvima koprecipitata Al/Si i Fe/Si.

Uklanjanje rastvorenog Se(VI) [26] pomoću tri komercijalno dostupna materijala (nula-valentno gvožđe, ZVI) ispitivano je u šaržnim eksperimentima pri neutralnim pH uslovima u prisustvu i odsustvu NO_3^- i SO_4^{2-} . Za simulaciju rudničkih voda korišćeni su Se(VI) (1 mg L^{-1}), NO_3^- ($[\text{NO}_3\text{-N}] - 15 \text{ mg L}^{-1}$) i SO_4^{2-} (1800 mg L^{-1}). Procenat uklanjanja Se(VI) koji je postignut je iznosio 20% pri vremenu kontakta od 4–8 sati u odsustvu SO_4^{2-} i NO_3^- . Sličan procenat uklanjanja Se(VI) primećen je nakon vremena kontakta od 10–32 h u prisustvu NO_3^- . Procenat uklanjanja rastvorenog Se(VI) imao je najveći pad u prisustvu SO_4^{2-} . Ovi rezultati pokazuju da se ZVI može efikasno koristiti za kontrolu koncentracija Se(VI) u rudničkim vodama.

Istraživanje prisustva vrsta selena u vodenim resursima [27, 28] ukazuje na potrebu za fokusiranjem na specifikaciji, što uključuje razdvajanje i određivanje $\text{SeO}_3^{2-}/\text{SeO}_4^{2-}$, i selektivnu adsorpciju samo SeO_3^{2-} na specifičnim gvožđe oksi-hidroksidima (FeOOH). Dalje, najvažnija prednost ove metode je njena primena i kombinacija sa svim uobičajenim analitičkim metodama za određivanje ukupnog selena.

REFERENCE

1. Xing B., Vecitis C. D., Senesi N. (Eds.). *Engineered nanoparticles and the environment: biophysicochemical processes and toxicity*, Vol 4, John Wiley & Sons, 2016, pp. 22-23,
2. Yavuz C. T., Mayo J. T., William W. Y., Prakash A., Falkner J. C., Yean S., Colvin V. L.: *Low-field Magnetic Separation of Monodisperse Fe_3O_4 Nanocrystals*, - Science, Vol 314, No 5801, 2006, pp. 964-967.
3. Patel H. A., Byun J., Yavuz C. T.: *Arsenic removal by magnetic nanocrystalline barium hexaferrite*. In Nanotechnology for Sustainable Development, Springer, 2012, pp. 163-169. ISBN 978-3-319-05040-9
4. Wang S., Peng Y.: *Natural Zeolites as Effective Adsorbents in Water and Wastewater Treatment*. - Chemical Engineering Journal, Vol 156, No 1, 2010, pp. 11-24.
5. Sontheimer H., Crittenden J. C., & Summers R. S.: *Activated carbon for water treatment*, Vol 90, Karlsruhe, Germany: DVGW-Forschungsstelle, Engler-Bunte-Institut, Universität Karlsruhe (TH), 1988.
7. Chandra V., Park J., Chun Y., Le, J. W., Hwang I. C., Kim, K. S.: *Water-dispersible magnetite-reduced graphene oxide composites for arsenic removal*, - ACS nano, Vol 4, No 7, 2010, pp. 3979-3986.
8. Upadhyayula V. K., Deng S., Mitchell M. C., Smith G. B.: *Application of Carbon Nanotube Technology for Removal of Contaminants in Drinking Water: A Review*, - Science of the total environment, Vol. 408, No 1, 2009, pp. 1-13.
9. Yuan G., Wu L.: *Allophane nanoclay for the removal of phosphorus in water and wastewater*, - Science and Technology of Advanced Materials, Vol 8, No 1-2, 2007, pp. 60.

10. Rovira M., Giménez J., Martínez M., Martínez-Lladó, X., de Pablo J., Martí V., Duro, L.: *Sorption of selenium(IV) and selenium(VI) onto natural iron oxides: Goethite and hematite*, - Journal of Hazardous Materials, Vol 150, No 2, 2008, pp. 279–284.
11. Gonzalez C. M., Hernandez J., Parsons J. G., Gardea-Torresdey J. L.: *A study of the removal of selenite and selenate from aqueous solutions using a magnetic iron/manganese oxide nanomaterial and ICP-MS*, - Microchemical Journal, Vol 96, No 2, 2010, pp. 324–329.
12. Gonzalez C. M., Hernandez J., Peralta-Videa J. R., Botez C. E., Parsons J. G., Gardea-Torresdey, J. L.: *Sorption kinetic study of selenite and selenate onto a high and low pressure aged iron oxide nanomaterial*, - Journal of Hazardous Materials, Vol 211-212, 2012, pp. 138–145.
13. Zelmanov G., Semiat R.: *Selenium removal from water and its recovery using iron (Fe^{3+}) oxide/hydroxide-based nanoparticles sol (NanoFe) as an adsorbent*, - Separation and Purification Technology, Vol 103, 2013, pp. 167–172.
14. Jadhav A. S., Amrani M. A., Singh S. K., Al-Fatesh A. S., Bansiwala A., Srikanth V. V., Labhasetwar N. K.: *$\gamma\text{-FeOOH}$ and $\gamma\text{-FeOOH}$ Decorated Multi-layer Graphene: Potential Materials for Selenium (VI) Removal from Water*, - Journal of Water Process Engineering, Vol. 37, 2020, p.101396.
15. Sun W., Pan W., Wang F., & Xu N.: *Removal of Se (IV) and Se (VI) by MFe_2O_4 nanoparticles from aqueous solution*, - Chemical Engineering Journal, Vol 273, 2015, pp. 353-362.
16. Walcarius A., Devoy J., Bessiere J.: *Interactions of selenate with copper (I) oxide particles*, - Langmuir, Vol 20, No 15, 2004, pp. 6335-6343.
17. Yamani J. S., Lounsbury A. W., & Zimmerman J. B.: *Adsorption of selenite and selenate by nanocrystalline aluminum oxide, neat and impregnated in chitosan beads*, - Water Research, Vol 50, 2014, pp. 373-381.
18. Li M., Wang C., O'Connell M. J., & Chan C. K.: *Carbon nanosphere adsorbents for removal of arsenate and selenate from water*, - Environmental Science: Nano, Vol 2, No 3, 2015, pp. 245-250.
19. Lounsbury A. W., Yamani J. S., Johnston C. P., Larese-Casanova P., & Zimmerman J. B.: *The role of counter ions in nano-hematite synthesis: implications for surface area and selenium adsorption capacity*, - Journal of Hazardous Materials, Vol. 310, 2016, pp. 117-124.
20. Chan Y. T., Kuan W. H., Chen T. Y., & Wang M. K.: *Adsorption mechanism of selenate and selenite on the binary oxide systems*, - Water Research, Vol 43, No 17, pp. 4412-4420.
21. Amrani M. A., Ghaleb A. M., Ragab A. E., Ramadan M. Z., Khalaf T. M.: *Low-cost goethite nanorods for as (III) and se (VI) removal from water*, - Applied Sciences (Switzerland), Vol 10, No 20, 2020, pp. 1–15.
22. Popovic A. L., Rusmirovic J. D., Velickovic Z., Kovacevic T., Jovanovic A., Cvijetic I., Marinkovic A. D.: *Kinetics and column adsorption study of diclofenac and heavy-metal ions removal by amino-functionalized lignin microspheres*, - Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Vol 93, 2021, pp. 302-314.
23. Noreen S., Mustafa G., Ibrahim S. M., Naz S., Iqbal M., Yaseen M., Nisar J.: *Iron oxide (Fe_2O_3) prepared via green route and adsorption efficiency evaluation for an anionic dye: kinetics, isotherms and thermodynamics studies*, - Journal of Materials Research and Technology, Vol. 9, No 3, 2020, pp. 4206-4217.
24. Taleb K., Markovski J., Milosavljević M., Marinović-Cincović M., Rusmirović J., Ristić M., Marinković A.: *Efficient arsenic removal by cross-linked macroporous polymer impregnated with hydrous iron oxide: material performance*, - Chemical Engineering Journal, Vol 279, 2015, pp. 66-78.
25. Chan Y. T., Liu Y. T., Tzou Y. M., Kuan W. H., Chang R. R., Wang M. K.: *Kinetics and equilibrium adsorption study of selenium oxyanions onto Al/Si and Fe/Si coprecipitates*, - Chemosphere, Vol 198, 2018, pp. 59-67.

26. Das S., Lindsay M. B., Essilfie-Dughan J., Hendry M. J.: *Dissolved Selenium (VI) Removal by Zero-valent Iron Under Oxidic Conditions: Influence of Sulfate and Nitrate*, - ACS omega, Vol 2, No 4, 2017, pp. 1513-1522.
27. Kalaitzidou K., Bidiou E., Zouboulis A., Mitrakas M.: *Speciation and Determination of Selenium Oxyanions at the Drinking Water Pollution Concentration Levels*, - Separations, Vol 8, No 3, 2021, p. 27.
28. Pettine M., McDonald T. J., Sohn M., Anquandah G. A., Zboril R., Sharma V. K.: *A Critical Review of Selenium Analysis in Natural Water Samples*, - Trends in Environmental Analytical Chemistry, Vol. 5, 2015, pp. 1-7.

3. Polazne hipoteze

Osnovne hipoteze na kojima se zasniva izrada predložene doktorske disertacije su:

- makroporozni materijali se mogu koristiti kao adsorbenti za uklanjanje zagađujućih materija iz vodenih rastvora;
- impregnacijom makroporoznih materijala hidratiziranim oksidima gvožđa(III) će se povećati stepen vezivanja selenata;
- makroporozni adsorbenti na bazi otpadnih materijala se mogu, uz odgovarajuće modifikacije, primeniti za uklanjanje selenata iz vode procesom adsorpcije i na taj način obezbediti rešavanje problema vezanih za postupanje sa ovim otpadom;
- mehanizam vezivanja selenata za adsorbente koji će biti korišćeni u ispitivanjima uključuje vezivanje preko kiseoničnih mostova, tako da se očekuje da je moguće izvesti desorpciju selenata.

4. Naučne metode istraživanja

Kako bi se potvrdile postavljene hipoteze, biće korišćene opšte i posebne naučne metode istraživanja. Od opštih naučnih metoda istraživanja biće primenjene: induktivno i deduktivno zaključivanje, komparacija, analiza i sinteza, apstrakcija i konkretizacija, generalizacija i specijalizacija. Metode karakterizacije koje će biti korišćene su: rendgenska difrakciona analiza (XRD), skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM), transmisivna elektronska mikroskopija (TEM), termogravimetrijska analiza (TGA), Ramanska i infracrvena spektrometrija sa Furijeovom transformacijom (FTIR), kao i Brunauer-Emmett-Tellerova (BET) metoda za određivanje specifične površine adsorbenta i Barret-Joyner-Halenda (BJH) metoda za određivanje raspodele veličine pora. Koncentracija selena u rastvoru, pre i posle adsorpcije, će biti određivana primenom masene spektrometrije sa indukovanom spregnutom plazmom (ICP-MS). Istom metodom će biti određivane koncentracije odabranih katjona iz realnih uzoraka vode, da bi se ispitalo kako njihovo prisustvo utiče na stepen uklanjanja selenata primenjenim adsorbentima.

Performanse modela biće ispitane testiranjem razvijenih modela kroz uporednu analizu modelovanih i izmerenih vrednosti koncentracija selena u vodi.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da će rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije doprineti:

- saznanjima o međusobnom uticaju i povezanosti pojedinih parametara kojima se kontroliše proces adsorpcije, na efikasnost ispitivanih adsorbenata za uklanjanje selenata iz vode;
- predviđanju koncentracija selenata posle adsorpcije variranjem većeg broja parametara (pH, temperatura, početna koncentracija, masa adsorbenta);

- sticanju znanja o mehanizmu vezivanja selenata za ispitivane adsorbente, sa ciljem povećanja selektivnosti prema ovom anjonu prisutnom u vodenom rastvoru;
- optimizaciji procesa desorpcije, čime će se obezbediti više ciklusa sorpcija/desorpcija, odnosno višestruka upotreba adsorbenta.

Takođe se očekuje da bi primenjene hemometrijske tehnike doprinele efikasnoj zaštiti kvaliteta voda, obezbeđivanjem podataka o potencijalnim uticajima primenjenih rastvora/zagađujućih materija, njihovom uticaju na kvalitet voda i procese uklanjanja selenata.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije je primena makroporoznih adsorbenata impregniranih hidratizanim gvožđe(III)-oksidom za uklanjanje selenata iz vodenih rastvora.

U okviru eksperimentalnog dela rada biće detaljno ispitan proces adsorpcije selenata u šaržnom sistemu, kao i uticaj prisutnih katjona i anjona na efikasnost sorbenata u realnim uslovima. Takođe će biti izvršena karakterizacija primenjenih sorbenata posle adsorpcije, da bi se odredio mehanizam vezivanja i uslovi pod kojima je moguće obezbediti efikasnu desorpciju, odnosno višekratnu upotrebu materijala. Biće izvršena analiza i obrada dobijenih podataka i odabir modela kojima se mogu najbolje opisati ispitivani sistemi i procesi.

U prvom delu istraživanja će biti ispitana mogućnost primene hibridnog polimera impregnisanog hidratizanim gvožđe(III)-oksidom u obliku getita. Planirano je da se kontrolišu uslovi pod kojima se izvode adsorpcioni eksperimenti variranjem sledećih parametara: koncentracija selenata, pH rastvora, masa adsorbenta, vreme trajanja procesa i temperatura. S obzirom da neki od navedenih parametara utiču na jonsku raspodelu selenata u rastvoru, ali i na karakteristike adsorbenta, odgovarajućim modelima će biti analizirani dobijeni rezultati u cilju detaljnog prikaza procesa adsorpcije i određivanja optimalnih uslova. Proces desorpcije će biti optimizovan primenom modela, da bi se odredila zapremina desorpcionog agensa, pH vrednost i koncentracija pri kojima će biti najveći stepen desorpcije selenata.

U drugom delu istraživanja biće primenjen porozni adsorbent na bazi prirodnog polimera, lignina, za čiju sintezu je upotrebljen otpadni materijal iz drvne industrije. Slična postavka eksperimentalnog dela rada kao u prvom delu istraživanja omogućiće, pored ispitivanja dva tipa adsorbenata, njihovo poređenje, što je posebno važno sa aspekta mogućnosti primene otpadnih materijala i njihovog iskorišćenja u tretmanu voda zagađenih selenom.

Doktorska disertacija će obuhvatiti sledeća poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura. U okviru Uvoda biće dat osvrt na problematiku vezanu za selenate kao zagađujuće materije vode i značaj njihovog uklanjanja. U poglavlju Teorijski deo biće prikazani rezultati istraživanja rađenih iz ove oblasti. U okviru Eksperimentalnog dela biće opisana metodologija ispitivanja procesa adsorpcije, uslovi pod kojima su izvođeni eksperimenti variranjem odabranih parametara, metode koje su primenjene za karakterizaciju, ispitivanja sa realnim uzorcima, ispitivanje desorpcije. Poglavlje Rezultati i diskusija sadržaće dobijene rezultate ispitivanja kinetike procesa, prikaz uticaja količine adsorbenta, pH, koncentracije, brzine mešanja i temperature na uklanjanje selenata. U Zaključku će biti sumirani dobijeni rezultati i relevantni zaključci izvedeni na osnovu postignutih rezultata, tokom ispitivanja mogućnosti primene makroporoznih adsorbenata impregniranih hidratizanim gvožđe(III)-oksidom za uklanjanje selenata iz vode. Literatura će sadržati reference koje su citirane u disertaciji, uključujući i radove proistekle tokom istraživanja u okviru izrade ove doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka Komisija smatra da Vesna Marjanović, dipl. inž. rud. ispunjava sve uslove potrebne za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Vesne Marjanović pod naslovom „**Uklanjanje selenata iz vode makroporoznim adsorbensima impregnisanim hidratisanim gvožđe oksidom**“ naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati sa izmenjenim naslovom „**Uklanjanje selenata iz vode makroporoznim adsorbentima impregnisanim hidratisanim gvožđe(III)-oksidom**“. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Za mentore se predlažu dr Mirjana Ristić, redovni profesor Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet i dr Marija Šljivić Ivanović, viši naučni saradnik Univerziteta u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča” – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju.

Beograd, 22.06.2021. godine

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Mirjana Ristić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Marija Šljivić Ivanović, viši naučni saradnik Univerziteta
u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča” – Institut
od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju

Dr Aleksandar Marinković, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Aleksandra Perić Grujić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Dr Radmila Marković, viši naučni saradnik Instituta za
rudarstvo i metalurgiju Bor