

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/89
(Број захтева)

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

13.04.2018.
(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:

„Примена електрофилтерског пепела модификованог калцијум-хидроксидом и оксидима железа за уклањање јона тешких метала из воде“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

МИЛИЦА (Мирослав) КАРАНАЦ, дипломирани инжењер технологије

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

3. Година дипломирања: 2009.

4. Назив и седиште факултета на коме је стекао мастер образовање: /

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2011/2012. године.
На захтев студента, а уз сагласност ментора, декан је донео Решење број 20/124 од 29.09.2017. године о продужењу рока за завршетак студија за два семестра школске 2017/2018. године.

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће**, на седници одржаној **29.03.2018. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

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 Милицу Каранац

Име и презиме ментора: др Владимир Павићевић

Звање: доцент, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Pavićević V.**, Ninković R., Todorović M., Miladinović J.: *Osmotic and Activity Coefficients of $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{Na}_2\text{SO}_4\}(\text{aq})$ at the Temperature 298.15 K*, Fluid Phase Equilib., Vol 164, No 2, 1999, 275–284., ISSN 0378–381, IF 0,929
2. Marjanović V., Ninković R., Miladinović J., Todorović M., **Pavićević V.**: *Osmotic and Activity Coefficients of $\{y\text{Na}_2\text{SO}_4 + (1-y)\text{ZnSO}_4\}(\text{aq})$ at the Temperature $T = 298.15\text{ K}$* , J. Chem. Thermodyn., Vol 37, No 2, 2005, 111–116., ISSN 0021–9614, IF 1,398
3. Lazarević S., Janković-Častvan I., D. Tanasković I., **Pavićević V.**, Janačković Đ., Petrović R.: *Sorption of Pb^{2+} , Cd^{2+} and Sr^{2+} Ions on Calcium Hydroxyapatite Powder Obtained by the Hydrothermal Method*, J. Env. Engin., Vol 134, 2008, 683–688., ISSN 0733–9372, IF 1,371
4. **Pavićević V.**, Marković M., Milojević S., Ristić M., Povrenović D., Veljković V.: *Microwave-assisted hydrodistillation of juniper berry essential oil: kinetic modeling and chemical composition*, J Chem Technol Biot, Vol 91, No 4, 2016, 883–891., ISSN 1097-4660, Enginireeing, Chemical 39/135, IF(2014) 2,249
5. Milojević S., Radosavljević D., **Pavićević V.**, Pejanović S., Veljković V.: *Modeling the kinetics of essential oil hydrodistillation from plant materials*, Hem. Ind., Vol 67, No 5, 2013, 843–859., ISSN 0367–598X, IF 0,562

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: 13.3.2018. год.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 104. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама Факултета, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 29.03.2018. 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 **Милице Каранац**, дипломираном инжењеру технологије, под називом: „**Примена електрофилтерског пепела модификованог калцијум-хидроксидом и оксидима железа за уклањање јона тешких метала из воде**“.

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

За ментора се одређује **др Владимир Павићевић**, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Милице Каранац, дипл. инж. технологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 35/31 од 22.02.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милице Каранац, дипл. инж. технологије за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Примена електрофилтерског пепела модификованог калцијум-хидроксидом и оксидима железа за уклањање тешких метала из воде“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милица Каранац рођена је 16.02.1983. године у Чачку, где је завршила Основну школу „Вук Караџић” и Гимназију. Основне академске студије уписала је школске 2002/2003. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду. На истом факултету дипломирала је у јуну 2009. године на смеру Инжењерство заштите животне средине, одбраном дипломског рада на тему „Управљање комуналним чврстим отпадом у Граду Чачку” под менторством проф. др Мирјане Ристић. Школске 2011/2012. год. уписала је докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство заштите животне средине. Од децембра 2009. године до августа 2010. године била је ангажована на пројекту „Очистимо Србију“ у Министарству животне средине и просторног планирања. У периоду мај–август 2010. године радила је и као референт за управљање индустријским отпадом у фирми „Еко-Дунав д.о.о. Београд“, а потом као стручни сарадник од септембра 2010. до фебруара 2012. године у фирми „XL Australia д.о.о. Београд“. Од фебруара 2012. године до данас запослена је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у Београду д.о.о. Члан је Савеза инжењера и техничара Србије, Удружења за технологију воде и санитарно инжењерство, као и Српског хемијског друштва. Стручни испит у Инжењерској комори Србије положила је 2017. год. Милица Каранац је члан организационог одбора Међународног конгреса о процесној индустрији (Процесинг), који организује Друштво за процесну технику Савеза

машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије (СМЕИТС). У фебруару 2018. године пријавила је тему за израду докторске дисертације Научно-наставном већу факултета.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Милица Каранац је од фебруара 2012. године до данас ангажована на пројекту технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, ТР 34009 „Развој технолошких процеса за третман отпадних вода енергетских постројења применом чистије производње“. У периоду 2012–2013. година учествовала је у иновационом пројекту I - 135 „Развој водонепропусног материјала врхунских особина за изградњу депонија отпада на бази домаћих сировина“ финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Учесник је на Иновационом пројекту 391-00-16/2017-16-тип 1/11 „Технологије производње композитних материјала базираних на незасићеним полиестарским смолама/еластомерима и неметалној фракцији отпадних штампаних плоча са додатком адитива за отпорност према горењу“, по позиву Министарства просвете, науке и технолошког развоја, 2017. године.

У оквиру докторских студија Милица Каранац положила је све испите предвиђене планом и програмом. Завршни испит (приступни рад за израду докторске дисертације) под називом „Примена отпадног пепела и шљаке из термоелектрана у сорпцији тешких метала из водених раствора“, одбранила је у октобру 2015. године. Списак положених испита, остварени бодови и оцене на докторским студијама приказани су у наредној табели:

Табела 1. Списак положених испита, остварени бодови и оцене на докторским студијама

РБ	Предмет	ЕСПБ	Оцена
1.	Математичка обрада експерименталних података	5	6
2.	Хемијска кинетика	5	8
3.	Индустријска екологија	5	10
4.	Економија животне средине и одрживи развој	4	8
5.	Индустријске воде	4	10
6.	Виши курс припреме воде за пиће	4	10
7.	Пречишћавање отпадних вода	5	10
8.	Принципи биопроцесног инжењерства у пречишћавању отпадних вода	6	10
9.	Структурна анализа органских молекула	6	10
10.	Органске загађујуће супстанце	4	10
11.	Виши курс аналитичке хемије	5	9
12.	Енглески језик		10
13.	Завршни испит	30	10
Укупно/средња оцена		83	9,25

Научноистраживачки рад Милице Каранац припада области инжењерства заштите животне средине (ужа област пречишћавање отпадних вода). У оквиру пројекта технолошког развоја ТР 34009 Министарства просвете, науке и технолошког развоја, кандидаткиња је била ангажована на унапређењу технологија за третман индустријских отпадних вода термоенергетских постројења. Добијени резултати су писмено и усмено редстављени кроз радове на домаћим и иностраним скуповима, или су достављени партиципантима пројекта у виду техничких решења. Милица Каранац учествовала је и у следећим пројектним активностима: пројектовање у функцији заштите животне средине, решавање проблематике управљања отпадом, системи за прикупљање и третман депонијског гаса и др.

У наставку је списак објављених научноистраживачких радова Милице Каранац.

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

1. Dajić A., Mihajlović M., Jovanović M., **Karanac M.**, Stevanović D., Jovanović J.: *Landfill design: need for improvement of water and soil protection requirements in eu landfill directive*, Clean Techn Environ Policy, Vol 18, No 3, 2016, pp. 753-764, IF= 3.331.

Рад у међународном часопису (M23)

1. **Karanac M.**, Jovanović M., Timmermans E., Mulleneers H., Mihajlović M., Jovanović J.: *Impermeable layers in landfill design*, Hemijska industrija, Vol 67 Issue 6, 2013, pp 961-973, IF= 0.562, ISSN 0367-598X.

Рад у националном часопису међународног значаја (M24)

1. Rusmirović J., Milošević D., Veličić Z., **Karanac M.**, Kalifa M., Nikolić J., Marinković A.: *Production of rubber plasticizers based on waste PET: techno-economical aspect*, Zaštita Materijala Vol 58, No 2, 2017, pp. 189-197, ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585, UDC:678.46.004.8, doi: 10.5937/ZasMat1702189R.

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31)

1. Stevanović D., Mandić-Rajčević S., Dajić A., Mihajlović M., **Karanac M.**, Jovanović J., Jovanović M.: *Određivanje i analiza osetljivosti konstante brzine stvaranja metana (k) za procenu potencijala deponijskog gasa kao obnovljivog izvora energije u Srbiji*, Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, Beograd 2016, pp. 155-161, ISBN 978-86-81505-80-9.

2. Mandić-Rajčević S., Stevanović D., Jovanović J., **Karanac M.**, Mihajlović M., Dajić A., Jovanović M.: *Analiza efekta sistema regionalnih deponija na emisije gasova sa efektom staklene baste u Republici Srbiji*, Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, Beograd 2016, pp. 163-168, ISBN 978-86-81505-80-9.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **Karanac M.**, Savić M., Jovanović J.: *O nekim pitanjima rada pokretnih procesnih postrojenja*, 25. Međunarodni kongres o procesnoj industriji Procesing' 12, 7 – 8. Jun, Beograd Srbija, (2012), pp. 1-6.

2. **Karanac M.**, Anđelić B., Savić M., Jovanović J., Jovanović M., *O nekim pitanjima projektovanja vodonepropusnih slojeva deponija*, Zbornik radova četvrtog međunarodnog kongresa o pravno-ekonomskim i ekološkim aspektima sistema upravljanja zaštitom životne sredine u hemijskoj, petrohemijskoj i naftnoj industriji CHYMICUS IV, Tara 2012, str. 1-7, ISBN 978-86-85013-10-2.1.

3. Urošević D., Anđelić B., **Karanac M.**, Savić M., Jovanović M.: *Višenamenska primena mineralne zaptivne barijere u objektima JP Elektroprivreda Srbije*, Zbornik radova Electra VII, Kopaonik 2012, pp. 1-5, ISBN 978-86-85013-11-9.

4. Urošević D., Anđelić B., **Karanac M.**, Savić M., Đokić M., Urošević U.: *TMT Metoda – doprinos izgradnji, sanaciji i rekultivaciji deponija komunalnog otpada u cilju zaštite životne sredine*, Zbornik radova Electra VII, Kopaonik 2012, pp 1-16, ISBN 978-86-85013-11-9.

5. **Karanac M.**, Mihajlović M., Jovanović J., Jovanović M., Urošević D.: *Najbolje dostupne tehnike za obezbeđenje vodonepropusnosti deponija*, Zbornik radova međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2013, pp 161-165, ISBN 978-86-82931-57-7.

6. **Karanac M.**, Mihajlović M., Jovanović J., Jovanović M., Anđelić B.: *Obezbeđenje vodonepropusnosti deponija - usaglašenost odredbi propisa Republike Srbije sa evropskom unijom*, Zbornik radova međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2013, pp 151-155, ISBN 978-86-82931-57-7.

7. Urošević D., Anđelić B., Urošević U., **Karanac M.**, Jovanović M.: *Iskustva u primeni geosintetičkih glinenih slojeva i polielektrolitnih gelova prilikom izgradnje deponija*, Zbornik

- radova međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Subotica 2013, pp. 156-160, ISBN 978-86-82931-57-7.
8. Dajić A., Stevanović D., **Karanac M.**, Mihajlović M., Jovanović J., Mijin D., Jovanović M.: *Primena mikroreaktorskih sistema u zaštiti životne sredine: obezbojavanje otpadnih voda*, Zbornik radova 27. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '14, Beograd 2014, pp. 1-6, ISBN: 978-86-81505-75-5.
 9. **Karanac M.**, Mihajlović M., Dajić A., Stevanović D., Jovanović J., Jovanović M.: *Tehnološki elementi projektovanja deponija*, Zbornik radova 27. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '14, Beograd 2014, pp. 1-6, ISBN: 978-86-81505-75-5.
 10. **Karanac M.**, Mihajlović M., Dajić A., Stevanović D., Jovanović J., Jovanović M.: *Upravljanje deponijskim gasom*, Zbornik radova 27. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '14, Beograd 2014, pp. 1-6, ISBN: 978-86-81505-75-5.
 11. **Karanac M.**, Stevanović D., Mandić-Rajčević S., Jovanović M., Jovanović J.: *Modeli za procenu stvaranja deponijskog gasa*, Zbornik radova 28. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '15, Indija 2015, pp. 1-8, ISBN 978-86-81505-77-9.
 12. Stevanović D., **Karanac M.**, Mihajlović M., Jovanović M., Jovanović J.: *Tehno-ekonomska analiza mogućnosti korišćenja deponijskog gasa u Srbiji*, Zbornik radova 28. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '15, Indija 2015, pp. 1-8, ISBN 978-86-81505-77-9.
 13. Mandić-Rajčević S., **Karanac M.**, Dajić A., Mihajlović M., Jovanović M.: *Occupational health and safety concerns in coal-fired thermoelectrical power plant workers*, 28. Zbornik radova 28. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '15, Indija 2015, pp. 1-7, ISBN 978-86-81505-77-9.
 14. **Karanac M.**, Povrenović D., Đolić M., Despotović J., N. Rajaković-Ognjanović V.: *Primena pepela i šljake za uklanjanje teških metala*, Zbornik radova međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Vršac 2016, pp. 82-87, ISBN 978-86-82931-77-5.
 15. **Karanac M.**, Đolić M., Despotović J., N. Rajaković-Ognjanović V.: *Potencijalna primena pepela i šljake iz termoelektrana*, Zbornik radova međunarodne konferencije Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Vršac 2016, pp. 226-231, ISBN 978-86-82931-77-5.
 16. **Karanac M.**, Đolić M., N. Rajaković-Ognjanović V., Despotović J., Mandić-Rajčević S., Povrenović D.: *Uklanjanje teških metala iz vodenih rastvora primenom modifikovanih oblika pepela i šljake iz termoelektrana*, Zbornik radova 29. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '16, Beograd 2016, pp. 227-234, ISBN 978-86-81505-81-6.
 17. Mandić-Rajčević S., **Karanac M.**, Dajić A., Mihajlović M., Jovanović M.: *Mape izloženosti i rizika za zdravlje i bezbednost u postrojenjima za tretman otpadnih voda*, Zbornik radova 29. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '16, Beograd 2016, pp. 43-52, ISBN 978-86-81505-81-6.
 18. **Karanac M.**, Rusmirović J., Veličković Z., Stevanović D., Kovačević T., Marinković A.: *Uklanjanje arsena iz vodenih rastvora primenom modifikovanog otpadnog PET-a*, Zbornik radova 30. međunarodnog kongresa o procesnom inženjerstvu PROCESING '17, Beograd 2017, pp. 365-369, ISBN 978-86-81505-83-0.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. Đolić M., N. Rajaković-Ognjanović V., **Karanac M.**, Janković-Mandić Lj., Onjia A., Rajaković Lj.: *The potential application of mineral sorbents for the simultaneous removal of disparate originating pollutants*, The 9th International Conference on Environmental Engineering and Management ICEEM 09, Bologna, Italy 2017, pp. 401-402, ECOZONE, ISSN 2457-7049.
2. N. Rajaković-Ognjanović V., **Karanac M.**, Petkovšek A., Despotović J., Đolić M.: *The use of up-flow percolation test to assess the environmental properties of raw and treated fly ash*, The 9th International Conference on Environmental Engineering and Management ICEEM 09, Bologna, Italy 2017, pp. 235-236, ECOZONE, ISSN 2457-7049.

Рад у врхунском часопису националног значаја (M51)

1. Mandić-Rajčević S., **Karanac M.**, Mihajlović M., Jovanović M., *Risk maps for industrial occupational health and safety*, Facta universitatis series: working and living environmental protection, Vol 13. No 1, 2016, pp. 63-72, ISSN 0354-804X.
2. Veličković Z., **Karanac M.**, Bajić Z., Karkalić R., Marinković A., Gigović Lj., Joca J., *Primena modifikovanih oblika pepela i šljake iz termoelektrana za uklanjanje teških metala iz vode*, Energija, ekonomija, ekologija, No 1-2, 2017, pp. 121-126, UDC 621.311.22.004, ISSN 0354-8651.

Рад у истакнутом часопису националног значаја (M52)

1. **Karanac M.**, Jovanović M., Mihajlović M., Dajić A., Stevanović D., Jovanović J., *Prilog tehnološkom projektovanju deponija u Srbiji*, Reciklaža i održivi razvoj, No 8, 2015, pp. 27-37, ISSN 1820-7480.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. **Karanac M.**, Rusmirović J., Veličković Z., Đolić M., Marinković A., Pavićević V.: *Primena otpadnog PET-a za uklanjanje arsena*, Zbornik radova konferencije otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Pirot 2017, pp. 252-256, I ISBN 978-86-82931-80-5.
2. Rusmirović J., **Karanac M.**, Milošević D., Veličković Z., Marinković A.: *Sinteza i karakterizacija sorbenta na bazi otpadnog PET-a*, Zbornik radova konferencije otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, Pirot 2017, pp. 201-205, I ISBN 978-86-82931-80-5.
3. Stamenović M., **Karanac M.**, Đolić M., Veličković Z., Kovačević T., Prlainović N., Marinković A.: *Uklanjanje jona bakra primenom modifikovanog pepela iz termoelektrana*, Zbornik radova-Politehnika 2017, Beograd 2017, pp. 193-198, ISBN 978-86-7498-074-3.

Техничка и развојна решења (M80)

Ново лабораторијско постројење (M83)

1. M. Jovanović, D. Stevanović, A. Veljašević, M. Savić, J. Jovanović, **M. Karanac**, „Novo laboratorijsko postrojenje za ispitivanje uklanjanja ulja iz otpadnih voda termoenergetskih postrojenja metodom koalescencije”, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2012. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M83).
2. M. Jovanović, J. Jovanović, D. Stevanović, M. Mihajlović, A. Dajić, **M. Karanac**, „Novo laboratorijsko postrojenje – mikoreaktorski sistem za višefazne organske sinteze”, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik: Pro Voding, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M83).
3. M. Jovanović, A. Dajić, D. Stevanović, D. Mijin, M. Mihajlović, **M. Karanac**, J. Jovanović, „Novo laboratorijsko postrojenje za uklanjanje azo boja iz otpadnih voda primenom mikoreaktorskih sistema”, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik: Pro Voding, Beograd, godina: 2014. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M83).

Нови технолошки поступак (M83)

1. M. Jovanović, D. Stevanović, M. Mihajlović, **M. Karanac**, A. Dajić, J. Jovanović, D. Mitić, D. Đurović, B. Anđelić, „Tehnološki postupak proizvodnje veštačke mineralne barijere sačinjene od mešavine bentonita i peska ojačane polimerom“, rezultat Inovacionog projekta I – 135 „Razvoj vodonepropusnog materijala vrhunskih osobina za izgradnju deponija otpada na bazi domaćih sirovina“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR I – 135 (M83).

Битно побољшан технолошки поступак (M84)

1. M. Jovanović, D. Stevanović, M. Mihajlović, A. Veljašević, **M. Karanac**, J. Jovanović, „Idejno-koncepciono rešenje prečišćavanja otpadnih voda TE „Morava““, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2012. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M84).
2. M. Jovanović, **M. Karanac**, M. Mihajlović, A. Veljašević, J. Jovanović, D. Stevanović, „Idejno-koncepciono rešenje prečišćavanja otpadnih voda TE „Kolubara““, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2012. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M84).
3. M. Jovanović, **M. Karanac**, M. Mihajlović, J. Jovanović, A. Veljašević, D. Stevanović, J. Tanasijević, „Bitno poboljšana tehnologija kanalisanja otpadnih voda skladišta uglja u termoelektranama“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2012. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M84).
4. M. Jovanović, A. Veljašević, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, „Studija Idejno-koncepciono rešenje prečišćavanja otpadnih voda u Pogonu „Oplemenjivanje uglja“ u PD RB „Kolubara“ doo-Ogranak Prerada, Vreoci“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M84).
5. M. Jovanović, M. Mihajlović, D. Stevanović, **M. Karanac**, A. Dajić, J. Jovanović, A. Veljović, „Idejno konceptualno rešenje budućeg deponovanja pepela i šljake“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2015. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M84).

Нова метода (M85)

1. M. Jovanović, A. Veljašević, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, „Nova metoda za utvrđivanje normativa evaporativnih gubitaka na otpremnim – prijemnim instalacijama rafinerije nafte“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M85).
2. M. Jovanović, A. Dajić, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, D. Mitić, D. Đurović, B. Anđelić, „Razvoj prototipa mineralnog materijala - mešavine bentonita i peska ojačane polimerom“, rezultat Inovacionog projekta I – 135 „Razvoj vodonepropusnog materijala vrhunskih osobina za izgradnju deponija otpada na bazi domaćih sirovina“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR I – 135 (M85).
3. M. Jovanović, A. Dajić, M. Mihajlović, **M. Karanac**, S. Mandić-Rajčević, J. Jovanović, A. Veljović, „Iskorišćenje potencijala deponijskog gasa pri parcijalnom zatvaranju komunalne deponije“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2017. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M85).

Критичка евалуација података (M86)

1. M. Jovanović, A. Veljašević, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, „Studija identifikacije otpadnih voda Pogona „Oplemenjivanje uglja“ u PD RB „Kolubara“ doo - ogranak Prerada, Vreoci“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetske postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik: Elektroprivreda Srbije, godina: 2012. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M86).

2. M. Jovanović, A. Dajić, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, D. Mitić, D. Đurović, B. Anđelić, „Kritička evaluacija podataka dostupnosti sirovina i kvaliteta bentonita i peska za korišćenje u proizvodnji mineralnog materijala - mešavine bentonita i peska ojačane polimerom“, rezultat Inovacionog projekta I – 135 „Razvoj vodonepropusnog materijala vrhunskih osobina za izgradnju deponija otpada na bazi domaćih sirovina“, korisnik Pro Voding, Beograd, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR I – 135 (M86).
3. M. Jovanović, **M. Karanac**, M. Mihajlović, A. Dajić, D. Stevanović, J. Jovanović, A. Veljović, „Studija identifikacije stanja deponija pepela i šljake u objektima EPS“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2014. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M86).
4. M. Jovanović, M. Mihajlović, D. Stevanović, **M. Karanac**, A. Dajić, J. Jovanović, A. Veljović, „Idejno konceptualno rešenje deponovanja pepela i šljake -osnova za buduće rešavanje problema-“, rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik EPS, Beograd, godina: 2015. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M86).
5. M. Jovanović, A. Veljašević, M. Mihajlović, **M. Karanac**, D. Stevanović, J. Jovanović, „Studija identifikacije mogućnosti tehnološkog povezivanja delova EPS u Kolubarskom regionu na problematici voda“ rezultat TR 34009 „Razvoj tehnoloških procesa za tretman otpadnih voda energetskih postrojenja primenom čistije proizvodnje“, korisnik: Elektroprivreda Srbije, godina: 2013. mišljenje korisnika u dokumentaciji projekta TR 34009 (M86).

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

У свом досадашњем раду током докторских студија, Милица Каранац, постигла је значајне резултате, чиме је показала склоност, самосталност и способност за бављење научноистраживачким радом. Милица Каранац је аутор и коаутор 3 рада категорије М20 (1 М21, 1 М23 и 1 М24), 22 саопштења категорије М30 (2 М31, 18 М33 и 2 М34), 3 рада категорије М50 (2 М51 и 1 М52), 3 саопштења категорије М60 (3 М63) и 17 техничких решења М80 (4 М83, 5 М84, 3 М85 и 5 М85). На основу биографских података и на основу претходног приказа резултата током докторских студија и у оквиру научноистраживачког рада, као и објављених радова Комисија оцењује да кандидат испуњава све неопходне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације је развој новог материјала на бази електрофилтерског pepela модификованог са калцијум-хидроксидом (Ca(OH)_2) и оксидима гелеза ($\alpha\text{-FeOOH}$ i Fe_3O_4) ради побољшања адсорпционих својстава материјала за уклањање јона тешких метала: Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} и As(V) из воде.

Демографски и економски раст условљавају пораст за енергетским потребама, што за последицу има стварање велике масе отпада и загађивање вода. Фосилна горива и данас представљају главни извор енергије широм света, пре свих угљ и нафта. Отпадни материјали који настају као нуспроизводи сагоревања угља, поред отпадних гасова, су: електрофилтерски пепео, котловски пепео и шљака. Најчешћи начин управљања пепелом и шљаком јесте депоновање. Проблематика депоновања тренутно у свету представља значајан проблем због доказано штетних утицаја на животну средину и здравље људи. У циљу смањења утицаја на животну средину и трошкова одлагања, многа истраживања усмерена су ка испитивању могућности поновне употребе и рециклаже pepela [1–3]. Један од начина поновне употребе електрофилтерског pepela јесте у процесу адсорпције за уклањање различитих загађујућих материја из воде [2, 4–6]. Састав pepela (алуминијум-оксид, силицијум-оксид, гелезо-оксид, калцијум-оксид, магнезијум-оксид, несагорели угљеник), и својства као што су: порозност, расподела и величина честица, као и активна површина представљају предуслов за добра адсорпциона својства материјала [7]. У циљу побољшања

адсорпционих својстава пепела могу се применити се различити начини третмана, модификације и рециклаже [6, 8–12].

Услед пораста броја становника, развоја индустрије, рударства, пољопривреде и других антропогених активности настаје све већа запремина отпадних вода. Њиховим испуштањем, без претходног третмана, погоршава се квалитет водних ресурса. Загађујуће материје из отпадне воде као што су тешки метали имају негативан утицај на животну средину и здравље људи [13, 14]. Најчешће присутни тешки метали у отпадним водама су жива, кадмијум, олово, хром, арсен, цинк, бакар, никл, кобалт итд. Уклањање тешких метала привлачи велику пажњу научника [3, 10, 15–17]. Велики број литературних радова бави се истраживањима о примени отпадних материјала и поступака за уклањање тешких метала што указује на актуелност предложене теме. Процес адсорпције издваја се као једноставна, ефикасна и економична техника [18, 19]. Моделовање процеса адсорпције и предвиђање потенцијалног загађења значајно је са аспекта заштите животне средине [15, 20].

Предмет научног истраживања ове дисертације јесте проучавање могућности примене електрофилтерског пепела хемијски модификованог са калцијум-хидроксидом ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), оксидима железа ($\alpha\text{-FeOOH}$ и Fe_3O_4) ради побољшања адсорпционих својстава за уклањање Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} и $\text{As}(\text{V})$ јона.

Циљ предложене докторске тезе јесте добијање нових адсорбената на бази отпадног електрофилтерског пепела из темоелектрана који би се користили за уклањање јона тешких метала из водених раствора. Такође, циљ је да се одреде оптимални услови процеса адсорпције, уз предвиђање ефикасности уклањања (моделовање процеса), као и испитивање могућности поновне употребе искоришћеног адсорбента за израду грађевинских материјала.

Релевантни библиографски извори повезани са предметом истраживања ове докторске дисертације, који уједно представљају основу за даљи ток истраживања су:

- [1] M.K.J. Aakash Dwivedi, *Fly ash – waste management and overview : A Review*, Recent Research in Science and Technology 6(2014) 30-35.
- [2] M. Ahmaruzzaman, *A review on the utilization of fly ash*, Prog. Energy Combust. Sci., 36 (2010) 327-363.
- [3] M.J.K. Ahmed, M. Ahmaruzzaman, *A review on potential usage of industrial waste materials for binding heavy metal ions from aqueous solutions*, Journal of Water Process Engineering, 10 (2016) 39-47.
- [4] Z.T. Yao, X.S. Ji, P.K. Sarker, J.H. Tang, L.Q. Ge, M.S. Xia, Y.Q. Xi, *A comprehensive review on the applications of coal fly ash*, Earth-Science Reviews, 141 (2015) 105-121.
- [5] G.S. Simate, N. Maledi, A. Ochieng, S. Ndlovu, J. Zhang, L.F. Walubita, *Coal-based adsorbents for water and wastewater treatment*, J. Environ. Chem. Eng., 4 (2016) 2291-2312.
- [6] M. Balsamo, F. Di Natale, A. Erto, A. Lancia, F. Montagnaro, L. Santoro, *Arsenate removal from synthetic wastewater by adsorption onto fly ash*, Desalination, 263 (2010) 58-63.
- [7] M. Visa, *Tailoring fly ash activated with bentonite as adsorbent for complex wastewater treatment*, Appl. Surf. Sci., 263 (2012) 753-762.
- [8] A. Zacco, L. Borgese, A. Gianoncelli, R.P.W.J. Struis, L.E. Depero, E. Bontempi, *Review of fly ash inertisation treatments and recycling*, Environmental Chemistry Letters, 12 (2014) 153-175.
- [9] M. Visa, A.-M. Chelaru, *Hydrothermally modified fly ash for heavy metals and dyes removal in advanced wastewater treatment*, Appl. Surf. Sci., 303 (2014) 14-22.
- [10] M. Visa, *Synthesis and characterization of new zeolite materials obtained from fly ash for heavy metals removal in advanced wastewater treatment*, Powder Technol., 294 (2016) 338-347.
- [11] W. Sun, J.E. Renew, W. Zhang, Y. Tang, C.-H. Huang, *Sorption of Se(IV) and Se(VI) to coal fly ash/cement composite: Effect of Ca^{2+} and high ionic strength*, Chemical Geology, 464 (2017) 76-83.
- [12] Y. Li, F.S. Zhang, F.R. Xiu, *Arsenic (V) removal from aqueous system using adsorbent developed from a high iron-containing fly ash*, Sci. Total Environ., 407 (2009) 5780-5786.

- [13] P.S. S. Shrivastava, A. Singh, L. Shrivastava, *Fly ash disposal and diseases in nearby villages (A Survey)*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 4 (2015) 939-946.
- [14] Y. Ma, P. Egodawatta, J. McGree, A. Liu, A. Goonetilleke, *Human health risk assessment of heavy metals in urban stormwater*, The Science of the total environment, 557-558 (2016) 764-772.
- [15] H. Xiyili, S. Çetintaş, D. Bingöl, *Removal of some heavy metals onto mechanically activated fly ash: Modeling approach for optimization, isotherms, kinetics and thermodynamics*, Process Saf. Environ. Prot., 109 (2017) 288-300.
- [16] S. Lata, S.R. Samadder, *Removal of arsenic from water using nano adsorbents and challenges: A review*, Journal of environmental management, 166 (2016) 387-406.
- [17] M. Ahmaruzzaman, *Industrial wastes as low-cost potential adsorbents for the treatment of wastewater laden with heavy metals*, Adv. Colloid Interface Sci., 166 (2011) 36-59.
- [18] F. Fu, Q. Wang, *Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review*, J. Environ. Manage., 92 (2011) 407-418.
- [19] D.H.K. Reddy, Y.-S. Yun, *Spinel ferrite magnetic adsorbents: Alternative future materials for water purification?*, Coordination Chemistry Reviews, 315 (2016) 90-111.
- [20] J.P.S. Aniceto, S.P. Cardoso, C.M. Silva, *General optimization strategy of simulated moving bed units through design of experiments and response surface methodologies*, Comput. Chem. Eng., 90 (2016) 161-170.

3. Полазне хипотезе

Предложена истраживања у оквиру ове докторске дисертације полазе од хипотезе да ће се хемијском модификацијом пепела добити веома ефикасан материјал за уклањање тешких метала из воде, као и да ће се извршити стабилизација адсорбованих штетних елемената. Процес адсорпције издваја се као ефикасна, релативно једноставна и јефтина метода за уклањање тешких метала из воде. Прелиминарна испитивања материјала указала су да се електрофилтерски пепео због свог састава и својстава може употребити као адсорбент. Хемијске модификације електрофилтерског пепела са калцијум-хидроксидом ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) и оксидима железа ($\alpha\text{-FeOOH}$ и Fe_3O_4) побољшале би својства пепела као адсорбента. Истовремено, извршила би се и стабилизација материјала (искоришћеног модификованог пепела), тј. спречило би се излуживање загађујућих материја и омогућила употреба искоришћеног адсорбента као адитива за израду грађевинског материјала без опасности по животну средину.

4. Научне методе истраживања

Карактеризација сирових и модификованих материјала биће извршена применом следећих инструменталних техника:

- одређивање специфичне површине методом адсорпције гаса (енгл. *Brunauer–Emmett–Teller, BET*)
- скенирајућа електронска микроскопија (енгл. *Scanning Electron Microscopy, SEM*)
- енерго-дисперзивна спектрометрија (енгл. *Energy-dispersive Spectroscopy EDS*)
- рендгенска дифракциона анализа (енгл. *X-Ray Diffraction, XRD*)
- Мосбауерова спектроскопија (енгл. *Mossbauer spectroscopy, MB*)
- гама спектрометрија (енгл. γ - *Spectrometry*)
- инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом (енгл. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy, FTIR*)
- рендгенско флуоресцентна спектрометрија (енгл. *X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF*) и
- тачка нултог наелектрисања (енгл. *The Point of Zero Charge, pH_{pzc}*).

Концентрација јона тешких метала одредиће се применом оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (енгл. *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, ICP-OES*) и масене спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (енг.

Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS). Садржај органских једињења (полихлорованих бифенила и полиароматичних угљоводеника) биће одређен применом гасне хроматографије са масеном спектрометријом (енгл. *Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS*). Биће урађена гранулометријска и елементарна анализа. Могућност примене искоришћеног адсорбента као грађевинског материјала биће испитана стандардизованим тестом излуживања (енгл. *Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP*) и EN 12457 методом.

За моделовање процеса адсорпције биће коришћен програмски пакет Visual MINTEQ. Употребом софтвера Design-Expert, Software Version 9 (Stat-Ease, Inc. 2021 E. Hennepin Ave. Suite 480 Minneapolis, USA) вршиће се оптимизација синтезе адсорбента, а предикција резултата адсорпције применом статистичке методе одзивних површина (енг. *Response Surface Methodology, RSM*). Статистичка метода Анализа варијансе (АНОВА) из овог програмског пакета користиће се за тестирање резултата.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру ове докторске дисертације очекивани научни допринос представљају:

- модификација сировог индустријског отпада и добијање новог адсорпционог материјала са унапређеним адсорпционим својствима за ефикасно уклањање јона тешких метала
- карактеризација сирових и модификованих материјала пре и после процеса адсорпције јона олова, цинка, кадмијума, бакра и арсена
- оптимизација модификације и синтезе материјала, као и адсорпционих процеса
- одређивање адсорпционих изотерми, кинетичких и термодинамичких параметара
- тумачење адсорпционог механизма, утицај својства материјала и експерименталних услова на ефикасност адсорпције
- поновна употреба искоришћеног адсорбента за израду грађевинског материјала без опасности по животну средину.

Очекује се да ће резултати предложене теме докторске дисертације значајно допринети решавању проблематике депоновања пепела и уклањања тешких метала из воде. Добијање економски исплативог и еколошки прихватљивог адсорбента, у складу је са начелима одрживог развоја и циркуларне економије и представља врло корисно решење за део пепела.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања обухвата следеће активности:

- одређивање физикохемијских својстава сирових узорака пепела
- модификација пепела са калцијум-хидроксидом ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) и цементом
- синтеза нових материјала применом оксида гвожђа ($\alpha\text{-FeOOH}$ и Fe_3O_4)
- одабир материјала за испитивање процеса адсорпције Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} и $\text{As}(\text{V})$
- карактеризација сирових и модификованих материјала пре и након адсорпције
- полуиндустријско испитивање процеса адсорпције арсена модификованим пепелом, као и грађевинског материјала израђеног од искоришћеног адсорбента
- обрада експерименталних резултата, моделовање и анализа добијених резултата.

7. Закључак и предлог

Комисија сматра да је тема докторске дисертације „Примена електрофилтерског пепела модификованог калцијум-хидроксидом и оксидима железа за уклањање јона тешких метала из воде“, коју је предложила Милица Каранац, дипл. инж. технологије, научно заснована и подобна за даље истраживање, те предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати израду предметне дисертације. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Инжењерство заштите животне средине, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. За ментора се прелаже др Владимир Павићевић, доцент Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 13.3.2018. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Владимир Павићевић, доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
др Александар Маринковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
др Маја Ђолић, научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке Винча