

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/32
(Број захтева)

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

14.02.2019.
(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:

„Електрохемијска оксидација полицикличких ароматичних угљоводоника из бетона и процена токсичности продуката њихове деградације“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ДАНКА (Дацо) АЋИМОВИЋ, дипломирани биохемичар

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

3. Година дипломирања: 2010.

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

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2010/2011. године.

На захтев студента, у складу са Законом о високом образовању, декан је донео Решење бр.20/152 од 28.09.2018. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2020/2021. године, с обзиром на то да је имала прво продужење рока за завршетак студија шк. 2016/2017. године и исте године је била у статусу мировања права и обавеза, као и шк. 2017/2018, на основу поднетих докумената.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 31.01.2019. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

Прилог:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Данка Д. Аћимовић

Име и презиме ментора: Сузана Димитријевић-Бранковић

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

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

- 1 I. Malagurski, S. Levic, M. Pantic, D. Matijasevic, M. Mitric, V. Pavlovic and **S. Dimitrijevic-Brankovic**, *Carbohydr. Polym.*, 2017, **165**, 313–321. **IF = 5,158** (ISSN 0144-8617)
- 2 I. Malagurski, S. Levic, A. Nesic, M. Mitric, V. Pavlovic and **S. Dimitrijevic-Brankovic**, *Carbohydr. Polym.*, 2017, **175**, 55–62. **IF = 5,158** (ISSN 0144-8617)
- 3 A. V. Buntić, M. D. Pavlović, D. G. Antonović, S. S. Šiler-Marinković and **S. I. Dimitrijević-Branković**, *J. Clean. Prod.*, 2017, **148**, 347–354. **IF = 5,651** (ISSN 0959-6526)
- 4 D. Dimitrellou, P. Kandyli, T. Petrović, **S. Dimitrijević-Branković**, S. Lević, V. Nedović and Y. Kourkoutas, *LWT - Food Sci. Technol.*, 2016, **71**, 169–174. **IF = 2,329** (ISSN 0023-6438)
- 5 K. R. Mihajlovski, N. R. Radovanović, Đ. N. Veljović, S. S. Šiler-Marinković and **S. I. Dimitrijević-Branković**, *Ind. Crops Prod.*, 2016, **80**, 115–122. **IF = 3,181** (ISSN 0926-6690)

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

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

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу

часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

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

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 25.01.2019.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Данка Д. Аћимовић

Име и презиме ментора: Тања Брдарић

Звање: научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:¹⁻⁵

- 1 D. D. Acimovic, Z. M. Nikolic, M. S. Tosic, D. S. Milovanovic, V. M. Nikolic, **T. P. Brdarić** and M. P. Marceta-Kaninski, *J. Hazard. Mater.*, 2017, **325**, 271–278. **IF = 6,434** (ISSN 0304-3894)
- 2 D. D. Aćimović, S. D. Karić, Ž. M. Nikolić, **T. P. Brdarić**, G. S. Tasić, M. P. Marčeta Kaninski and V. M. Nikolić, *Environ. Pollut.*, 2017, **220**, 393–399. **IF = 4,358** (ISSN 0269-7491)
- 3 V. M. Nikolic, S. L. Maslovara, G. S. Tasic, **T. P. Brdarić**, P. Z. Lausevic, B. B. Radak and M. P. Marceta Kaninski, *Appl. Catal. B Environ.*, 2015, **179**, 88–94. **IF = 8,328** (ISSN 0926-3373)
- 4 J. M. Dimitrić Marković, Z. S. Marković, I. A. Pašti, **T. P. Brdarić**, A. Popović-Bijelić and M. Mojović, *Dalt. Trans.*, 2012, **41**, 7295. **IF = 3,806** (ISSN 1477-9226)
- 5 J. M. Dimitrić Marković, Z. S. Marković, **T. P. Brdarić**, V. M. Pavelkić and M. B. Jadranin, *Food Chem.*, 2011, **129**, 1567–1577. **IF = 3,655** (ISSN 0308-8146)

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

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

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа

које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

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

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 25.01.2019.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 31. и 32. Правилника о докторским студијама ТМФ-а, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 31.01.2019. 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 **Данки Аћимовић**, дипломираном биохемичару, под називом: „**Електрохемијска оксидација полицикличних ароматичних угљоводоника из бетона и процена токсичности продуката њихове деградације**“.

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

За менторе се одређују др Сузана Димитријевић-Бранковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Тања Брдарић, научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“

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 **Danke D. Aćimović** za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na sednici održanoj 06.12.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Danke D. Aćimović za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme **Elektrohemijska oksidacija policikličnih aromatičnih ugljovodonika iz betona i procena toksičnosti produkata njihove degradacije**

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

Danka D. Aćimović je rođena 05.11.1985. u Bihaću (Bosna i Hercegovina). U Zrenjaninu je završila osnovnu školu i gimnaziju prirodno-matematičkog smera. Na Hemijskom fakultetu u Beogradu, smeru Biohemija diplomirala je 11.02.2010. godine sa prosečnom ocenom 8,09 i odbranjenim diplomskim radom sa ocenom 10. U junu 2010. godine započela je volonterski rad u Laboratoriji za fizičku hemiju, INN "Vinča" gde je od 01.08.2010. zaposlena na projektu Ministarstva za nauku Republike Srbije " Hemija jona u gasnoj fazi: fulereni i atomski klasteri " kao istraživač pripravnik. Zvanje istraživač saradnik stekla je 2013. godine. Istraživački rad je usmeren na kvalitativnu i kvantitativno ispitivanje prvenstveno policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH-ova) i drugih zagađujućih jedinjenja u životnoj sredini, mogućnost njihovog uklanjanja iz nje, kao i njihov uticaj na žive organizme.

Nacionalni projekti:

1. " Hemija jona u gasnoj fazi: fulereni i atomski klasteri " (projekat br. 142001, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, rukovodilac Dr Olivera Nešković, naučni savetnik), 2010-2011.

2. " Funkcionalni, funkcionalizovani i usavršeni nanomaterijali - (2011-)" (projekat III 45005, Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, rukovodilac Dr Zlatko Rakočević, naučni savetnik), 2011-.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu upisala je 2010. godine, naučna oblast Tehnološko inženjerstvo (Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija) kod mentorke prof. dr Suzana Dinitrijević-Branković. Položila je deset ispita predviđenih planom i odbranila završni ispit.

Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija:

Redni br.	Naziv predmeta	ESPB	Ocena
1.	Industrijska mikrobiologija	5	10
2.	Odabrana poglavlja biohemije- vitamini	5	8
3.	Odabrana poglavlja matematičke analize	5	6
4.	Hemijska kinetika	5	9
5.	Biohemijska kinetika	5	10
6.	Viši kurs karakterisanja makromolekula	4	10
7.	Odabrana poglavlja instrumentalne analize	7	10
8.	Analiza tragova specifičnih zagađujućih materija	4	10
9.	Masena spektrometrija	4	10
10.	Strukturna analiza organskih molekula	6	10
11.	Završni ispit	30	10

Eksperimentalni deo doktorske teze uradila je u INN "Vinča", iz koje je proisteklo 2 rada objavljenih u međunarodnim naučnim časopisima, M21 kategorije.

Autor je ili koautor 4 rada publikovanih u međunarodnim časopisima, 1 rada u časopisima nacionalnog značaja, kao i 14 saopštenja na međunarodnim i domaćim naučnim skupovima.

SPISAK OBJAVLJENIH NAUČNIH RADOVA:

Radovi u međunarodnim časopisima izuzetnih vrednosti (M21a)

1. **D. Acimovic**, Z Nikolic, M. Tomic, D. Milovanovic, V. Nikolic, T. Brdaric, M. Marčeta Kaninski, Validation and uncertainty estimation of UPLC-PDA method for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in concrete, J. Hazard. Mater. 325 (2017) IF (2017) = 6,434 (ISSN 0304-3894)

Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. I. Perovic, **D. Acimovic**, G. Tasić, S. Karic, P. Lausevic, M. Marčeta Kaninski, V. Nikolic, Efficient hydrogen production using ternary Ni–Cu–Mo ionic activator, Int. J. Hydrogen Energy. 40 (2015) 6270–6275. IF (2015) = 3,205 (ISSN 0360-3199)
2. **D. Acimović**, S. Karić, Ž. Nikolić, T. Brdarić, G. Tasić, M. Marčeta Kaninski, V. Nikolic., Electrochemical oxidation of the polycyclic aromatic hydrocarbons in

polluted concrete of the residential buildings, Environ. Pollut. (2016) 1–7. IF (2017) = 4,358 (ISSN 0269-7491)

Radovi u istaknutom međunarodnom časopisu (M22)

1. J. Cvetičanin, V. Koteski, J. Belošević-Čavor, A. Radosavljević, Z. Kačarević-Popović, D. Trpkov, **D. Acimovic**, Z. Rogic-Miladinovic, M. Cindric, O. Neskovic, MALDI TOF and theoretical investigation of silver clusters obtained by gamma irradiation, Vacuum. 89 (2013) 47–52. IF (2013) = 1,412 (ISSN 0042-207X)

Radovi u međunarodnom časopisu (M23)

1. S. Miulovic, V. Nikolic, P. Lausevic, **D. Acimovic**, G. Tasi, M. Kaninski Milica, Electrochemistry of cobalt ethylenediamine complexes at high pH, JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY. 80 (2015), 1515-1527. IF (2015) = 0,970 (ISSN 0352-5139)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

1. A. Djordjević, M. Seke, Dj. Trpkov, J. Cvetičanin, Z. Rogić Miladinović, **D. Aćimović**, M. Demajo, O. Nesković and Z. Rakočević, MALDI TOF AND AFM STUDY OF DOXORUBICIN- FULLERENOL NANOCOMPOSITE, 3rd Workshop of specific methods for food safety and quality, September 27th Vinca (Serbia), 2012
2. Đ. Trpkov, Z. Rogić Miladinović, **D. Aćimović**, J. Cvetičanin, Z. Rakočević, O. Nešković, MALDI TOF AND AFM STUDIES OF DNA/SWNT HYBRID, Physical Chemistry, September 24th-28th, Belgrade (Serbia), 2012.
3. V. Nikolić, I. Perović, **D. Aćimović**, B. Babić, I. Pašti, M. Marčeta Kaninski, ON THE WAY OF IMPROVING CO TOLERANCE OF ANODE CATALYST IN PEM FUEL CELL, 1 st Workshop on Materials Science for Energy Related Applications, Belgrade, Serbia, September 26-27, 2014, Book of abstracts, p. 38-40.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34)

1. O. Neskovic, Z. Rakocevic, N. Bibic, J. Cveticanin, Dj. Trpkov, Z. Rogic and **D. Vlatkovic**, THE CALCIFICATION OF COLLAGEN BY HAP FUNCTIONALIZED CARBON MATERIALS, 1st Conference of the Serbian Ceramic Society, Belgrade(Serbia), March 17th-18th, 2011.
2. **D. Vlatkovic**, J. Cvetičanin, Z. Rogic, DJ. Trpkov, N. Bibić, Z. Rakočević, O. Nešković, MALDI-TOF CHARACTERISATION OF COLLAGEN, 16th European Conference on Analytical Chemistry, September 11th-15th, Belgrade(Serbia), 2011.
3. M. Demajo, J. Cvetičanin, M. Stoilković, Dj. Trpkov, V. Andrić, A. Onjia, Z. Rogić, **D. Vlatković** and O. Nešković, ANALYTICAL PROCEDURES FOR MEASURING RADIOACTIVITY IN PALLETS FROM LONG-EARED OWLS (ASIO OTUS), International Conference on the Survey, Monitoring and Conservation of the Long-eared Owl Asio Otus, November 1st-5th, Kikinda(Serbia), 2011.

4. **D. Aćimović**, J. Cvetičanin, Z. Rogić Miladinović, DJ. Trpkov, N. Bibić, Z. Rakočević, O. Nešković, MALDI-TOF MS SPECTROMETRY CHARACTERIZATION OF COLLAGEN, 14th YUCOMAT, September 3th-7th, Herceg Novi (Montenegro), 2012.
5. Z. Rogić Miladinović, **D. Aćimović**, J. Cvetičanin, , DJ. Trpkov, N. Bibić, Z. Rakočević, O. Nešković, COLLAGEN STRUCTURE AND MORPHOLOGY ANALYSIS BY TEM AND AFM, 14th YUCOMAT, September 3th-7th, Herceg Novi (Montenegro), 2012.
6. I. Perovic, S. Maslovara, P. Lausevic, V. Nikolic, S. Miulovic, **D. Acimovic**, M. Marceta Kaninski, STOICHIOMETRIC TUNGSTEN OXIDE BASED LOW PLATINUM ELECTROCATALYSTS FOR INCREASING CO TOLERANCE IN PEM FC, Workshop on Medium Temperature PEM FC – Materials, Stacks and Systems, Freiburg, Germany, December 2-3, 2014.
7. Z. Nikolic, B. Nastasijevic, **D. Acimovic**, T. Brdaric, G. Tasic, V. Nikolic, M. Marceta Kaninski, Determination of PAHs content in concrete and mineral oils using UPLC/MS method, 33rd Informal Meeting on Mass Spectrometry, 2015, Szczyrk, POLAND p.120
8. T. Brdarić, **D. Aćimović**, Ž. Nikolić, D. Stojišić, I. Perović, G. Tasić, V. Nikolić, M. Marčeta Kaninski., Determination of PAHs in ambient air by UPLC-PDA method, 7th Symposium Chemistry and Environmental Protection with international participation "EnviroChem 2015" june 09-12, 2015, Palić Book of abstracts p. 201
9. **D. Aćimović** , T. Brdarić, Ž. Nikolić, B. Nastasijević, G. Tasić, V. Nikolić, M. Marčeta Kaninski., Tracking of PAHs content in construction material – concrete, 7th Symposium Chemistry and Environmental Protection with international participation "EnviroChem 2015" june 09-12, 2015, Palić Book of abstracts p. 183
10. Ž. Nikolić, **D. Aćimović**, T. Brdarić, M. Tošić, G. Tasić, V. Nikolić, M. Marčeta Kaninski., UPLC/PDA method for analysis of PAHs in oil, 7th Symposium Chemistry and Environmental Protection with international participation "EnviroChem 2015" june 09-12, 2015, Palić Book of abstracts p. 249

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64)

1. S. Spasic, S. Miletic, D. Spasojevic, **D. Vlatkovic**, M. Vrvic, "Silikatne bakterije" pepelišta termoelektrana kao indikatori njihove potencijalne primene za bioremedijaciju, IX Kongres mikrobiologa Srbije , 30. Maj – 01. jun 2013, Beograd

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Tokom rada na doktorskoj tezi, kao i tokom angažmana na naučnim projektima, Danka Aćimović je pokazala sposobnost samostalnog kreiranja i realizacije istraživanja, samostalnog eksperimentalnog rada, obrade rezultata, pisanja naučnih radova i korespondencije sa editorima. Kandidat je do sada publikovao 4 rada u međunarodnim časopisima, od kojih 2 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima, M21 i 4 saopštenja na međunarodnim i domaćim naučnim skupovima pripadaju oblasti iz koje je predložena tema doktorske disertacije. Na osnovu iznetih činjenica može se zaključiti da Danka Aćimović ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Policiklični aromatični ugljovodonici (engl. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) predstavljaju veliku grupu organskih jedinjenja koja se sastoje od dva ili više kondenzovanih benzenovih prstenova. Nastaju nepotpunim sagorevanjem organske materije (npr. ugalj, nafta, benzin i drvo).

Brojna istraživanja ukazuju da PAH-ovi imaju kancerogen, mutagen i/ili toksičan uticaj na ljude i druge žive organizme. Mnogi od njih su perzistentni (zaostaju dugo u okolini i teško se rezgrađuju) i bioakumulativni (akumuliraju se u organizmu) i kao takvi predstavljaju opasnost po životnu okolinu i žive organizme.

Dodatni problem predstavljaju proizvodi degradacije policikličnih aromatičnih ugljovodonika, koji nastaju tokom prirodne transformacije ili fizičko-hemijskih tretmana za njihovo uklanjanje. Novoformirana jedinjenja često imaju izraženiji kancerogeni, mutageni i/ili toksični uticaj na ljude i druge žive organizme u poređenju sa polaznim jedinjenjem. Zato se posebna pažnja posvećuje razvoju novih metoda za njihovo što bezbednije uklanjanje. Ispitivani matriksi su do sada bili voda, zemljište, vazduh, sedimenti i dr., ali kako je zagađenost PAH-ovima u životnoj sredini rasla, tako su se oni javili i na drugim mestima, poput betona u stambenim zgradama.

Cilj ovog istraživanja je da se ispita toksičnost PAH-ova i produkata njihove degradacije elektrohemijom oksidacijom betona iz zagađenih stambenih zgrada. Istraživanja bi bila usmerena ka razvoju neinvazivne tehnike za uklanjanje PAH-ova i određivanju njihove koncentracije u betonu.

Kao laboratorijski model sistem za elektrohemijomsku degradaciju PAH-ova koristiće se elektrolitička ćelija sa niklenim elektrodama i elektrodama od nerđajućeg čelika. Da bi se ispitao toksični uticaj ovog elektrohemijomskog tretmana za uklanjanje PAH-ova, uzimaće se alikvoti iz elektrolitičke ćelije i iz njih će se određivati citotoksični i genotoksični potencijal. Ovi testovi obuhvatiće određivanje učestalosti mikronukleusa i proliferacionog potencijala ćelija, ispitivanje antioksidativne zaštite enzima (katalaze) kao i uticaja na oksidativni stres (određivanjem sadržaja malondialdehida). Za navedena biološka istraživanja kao model sistemi koristiće se limfociti i eritrociti periferne krvi čoveka. Takođe, radi boljeg pregleda uticaja ovog elektrohemijomskog tretmana na životnu sredinu uradiće se i germinacioni testovi.

Očekuje se da će u prvim minutima elektrohemijske oksidacije toksičnost rasti zato što dolazi do stvaranja proizvoda degradacije PAH-ova za koje se pretpostavlja (na osnovu literature) da su toksičniji od PAH-ova. Sa trajanjem elektrolitičke reakcije trebalo bi da dođe do opadanja toksičnosti zbog dalje razgradnje proizvoda degradacije, kao i zbog smanjenja koncentracije PAH-ova.

Ako se potvrde ova predviđanja, krajnji cilj bi bio razvoj metode za uklanjanje PAH-ova iz betona.

U daljem tekstu naveden je spisak dela relevantne literature:

- [1] M.M. Mumtaz, J.D. George, Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons, 1996. doi:10.3109/15569529909037564.
- [2] M. Mumtaz, Principles and Practice of Mixtures Toxicology, John Wiley & Sons, 2011.
- [3] C. Achten, J.T. Andersson, Overview of Polycyclic Aromatic Compounds (PAC), Polycycl. Aromat. Compd. 35 (2015) 177–186. doi:10.1080/10406638.2014.994071.
- [4] a Mallakin, B.J. McConkey, G. Miao, B. McKibben, V. Snieckus, D.G. Dixon, et al., Impacts of structural photomodification on the toxicity of environmental contaminants: anthracene photooxidation products., Ecotoxicol. Environ. Saf. 43 (1999) 204–12. doi:10.1006/eesa.1999.1764.

- [5] K. M. Lehto, E. Vuorimaa, H. Lemmetyinen, Photolysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in dilute aqueous solutions detected by fluorescence, *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* 136 (2000) 53–60. doi:10.1016/S1010-6030(00)00321-X.
- [6] T. Wenzl, R. Simon, E. Anklam, J. Kleiner, Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union, *TrAC - Trends Anal. Chem.* 25 (2006) 716–725. doi:10.1016/j.trac.2006.05.010.
- [7] W. Wang, B. Meng, X. Lu, Y. Liu, S. Tao, Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides from soils: A comparison between Soxhlet extraction, microwave-assisted extraction and accelerated solvent extraction techniques, *Anal. Chim. Acta.* 602 (2007) 211–222. doi:10.1016/j.aca.2007.09.023.
- [8] K.S. Williamson, J.D. Petty, J.N. Huckins, J. a. Lebo, E.M. Kaiser, HPLC-PFD determination of priority pollutant PAHs in water, sediment, and semipermeable membrane devices, *Chemosphere.* 49 (2002) 703–715. doi:10.1016/S0045-6535(02)00394-6.
- [9] P. HAAPEA, T. TUHKANEN, Integrated treatment of PAH contaminated soil by soil washing, ozonation and biological treatment, *J. Hazard. Mater.* 136 (2006) 244–250. doi:10.1016/j.jhazmat.2005.12.033.
- [10] M. Usman, K. Hanna, S. Haderlein, Fenton oxidation to remediate PAHs in contaminated soils: A critical review of major limitations and counter-strategies, *Sci. Total Environ.* 569 (2016) 179–190. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.06.135.
- [11] E.S. Boll, J.H. Christensen, P.E. Holm, Quantification and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment, soil, and water spinach from Hanoi, Vietnam., *J. Environ. Monit.* 10 (2008) 261–269. doi:10.1039/b712809f.
- [12] C. WANG, S. WU, S. ZHOU, Y. SHI, J. SONG, Characteristics and Source Identification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Urban Soils: A Review, *Pedosphere.* 27 (2017) 17–26. doi:10.1016/S1002-0160(17)60293-5.
- [13] M. Pazos, E. Rosales, T. Alcántara, J. Gómez, M.A. Sanromán, Decontamination of soils containing PAHs by electroremediation: A review, *J. Hazard. Mater.* 177 (2010) 1–11. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.11.055.
- [14] T. Alcántara, M. Pazos, C. Cameselle, M.A. Sanromán, Electrochemical remediation of phenanthrene from contaminated kaolinite, *Environ. Geochem. Health.* 30 (2008) 89–94. doi:10.1007/s10653-008-9151-3.
- [15] M.T. Alcántara, J. Gómez, M. Pazos, M.A. Sanromán, PAHs soil decontamination in two steps: Desorption and electrochemical treatment, *J. Hazard. Mater.* 166 (2009) 462–468. doi:10.1016/j.jhazmat.2008.11.050.
- [16] J. Muff, E.G. Søgaaard, Electrochemical degradation of PAH compounds in process water: A kinetic study on model solutions and a proof of concept study on runoff water from harbour sediment purification, *Water Sci. Technol.* 61 (2010) 2043–2051. doi:10.2166/wst.2010.129.
- [17] A. Kapalka, G. Fóti, C. Comninellis, Kinetic modelling of the electrochemical mineralization of organic pollutants for wastewater treatment, *J. Appl. Electrochem.* 38 (2008) 7–16. doi:10.1007/s10800-007-9365-6.
- [18] C. a Martínez-Huitle, S. Ferro, C.A. Marti, Electrochemical oxidation of organic pollutants for the wastewater treatment: direct and indirect processes., *Chem. Soc. Rev.* 35 (2006) 1324–40. doi:10.1039/b517632h.
- [19] S. Kuppusamy, P. Thavamani, K. Venkateswarlu, Y.B. Lee, R. Naidu, M. Megharaj, Remediation approaches for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) contaminated soils: Technological constraints, emerging trends and future directions, *Chemosphere.*

- (2016). doi:10.1016/j.chemosphere.2016.10.115.
- [20] U. S. Environmental Protection Agency, OCSPP 850.4100: Seedling Emergence and Seedling Growth, EPA Ecol. Eff. Test Guidel. (2012).
- [21] S. Manzo, F. De Nicola, F. De Luca Picione, G. Maisto, A. Alfani, Assessment of the effects of soil PAH accumulation by a battery of ecotoxicological tests, *Chemosphere*. 71 (2008) 1937–1944. doi:10.1016/j.chemosphere.2007.12.026.
- [22] M.J. Smith, T.H. Flowers, H.J. Duncan, J. Alder, Effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on germination and subsequent growth of grasses and legumes in freshly contaminated soil and soil with aged PAHs residues, *Environ. Pollut.* 141 (2006) 519–525. doi:10.1016/j.envpol.2005.08.061.
- [23] J. Fuchs, J. Hengstler, D. Jung, G. Hiltl, M. Filipic (Slovenia) Mutagenicity of benzo pyrene and dibenzopyrenes in the *Salmonella typhimurium* TM677 and the MCL-5 human cell forward, *Mutat. Res.* 342 (1995) 9–16. http://scholar.google.com/scholar?start=60&q=NDELA+OR+1116-54-7+OR+N-nitrosodiethanolamine+and+in+vitro+and+mammalian&hl=en&as_sdt=1,23#17.
- [24] J.C. Sasaki, J. Arey, D.A. Eastmond, K.K. Parks, A.J. Grosovsky, Genotoxicity induced in human lymphoblasts by atmospheric reaction products of naphthalene and phenanthrene, *Mutat. Res. - Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 393 (1997) 23–35. doi:10.1016/S1383-5718(97)00083-1.
- [25] M. Kapuci, Z. Ulker, S. Gurkan, L. Alpsoy, Determination of cytotoxic and genotoxic effects of naphthalene, 1-naphthol and 2-naphthol on human lymphocyte culture, *Toxicol. Ind. Health.* 30 (2014) 82–89. doi:10.1177/0748233712451772.
- [26] L.B. Russell, R.B. Cumming, P.R. Hunsicker, The cytokinesis-block micronucleus technique: a detailed description of the method and its application to genotoxicity studies in human populations., *Mutat. Res.* 129 (1984) 381–388. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7678131>.
- [27] K. Kim, P. Pant, E. Yamashita, Using National Household Travel Survey Data for the Assessment of Transportation System Vulnerabilities, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board.* 2376 (2013) 71–80. doi:10.3141/2376-09.
- [28] J. Surralls, N. Xamena, A. Creus, R. Marcos, The suitability of the micronucleus assay in human lymphocytes as a new biomarker of excision repair, 342 (1995) 43–59. doi:10.1016/0165-1218(95)90089-6.

3. Polazne hipoteze

Policiklični aromatični ugljovodonici su okarakterisani kao perzistentni i sveprisutni zagađivači, koji se mogu naći u vodi, vazduhu, zemljištu, otpadu, kao i u građevinskom materijalu, poput betona. Brojna istraživanja ukazuju da PAH-ovi imaju kancerogen, mutagen i/ili toksičan uticaj na živa bića. U literaturi se navode razne tehnike za uklanjanje PAH-ova iz životne sredine (bioremedijacija, fotooksidacija, hemijska oksidacija, isparavanje i dr.). Međutim, prilikom uklanjanja PAH-ova iz životne sredine može da dođe do stavljanja njihovih proizvoda sa izraženijim štetnim efektom.

Osnovne hipoteze na kojima se zasniva ova doktorska disertacija su sledeće:

- PAH-ovi se iz betona mogu ukloniti putem elektrohemijske oksidacije.
- Elektrohemijskom oksidacijom PAH-ova ne dobijaju se produkti koji toksični po ljude i ostala živa bića.
- Razvojem nove metode za određivanje PAH-ova u betonu omogućiće se bolje praćenje njihove oksidacije.

4. Naučne metode istraživanja

Uređaj Gamry PG stat 750 će se koristiti za izvođenje ciklične voltametrije (da bi se odredio napon na kom dolazi do oksidacije PAH-ova) i elektrolitičke oksidacije PAH-ova. Aktivnost katalaze, sadržaj malondialdehida, mikronukleusni test i indeks ćelijske proliferacije određiće se prema metodama iz literature. Spektrofotometrijska merenja će se izvoditi na Perkin Elmer Lambda 35 spektrofotometru. Genotoksičnost će se analizirati na optičkom mikroskopu (Carl Zeiss, Jena, Germany) sa uvećanjem 400× ili 1000×.

Za određivanje koncentracije PAH-ova korišće se tečna hromatografija ultravisokih performansi -UPLC sistem (Waters Corporation, Milford, USA) sa PDA detektorom i Pinnacle DB PAH 1.9 m, 100 × 2.1 mm, RESTEK kolonom.

Validacija i merna nesigurnost UPLC-PDA metode za određivanje policikličnih aromatičnih ugljovodonika u betonu uradiće se prema EURACHEM and ICH laboratorijskim vodičima.

5. Očekivani doprinos nauci

Naučni doprinos ove doktorske disertacije ogledao bi se u sledećem:

- razvoju metode za kvalitativno i kvantitativno određivanje PAH-ova u betonu
- razvoju neinvazivne elektrohemijske metode za uklanjanje PAH-ova iz betona
- praćenje toksičnosti PAH-ova i njihovih produkata degradacije tokom elektrohemijske oksidacije

6. Plan istraživanja i struktura rada

U prvom delu rada biće urađena elektrohemijska oksidacija PAH-ova u betonu. Kako bi se odredili uslovi pri kojima će da se izvodi oksidacija, izvršiće se preliminarne elektrohemijske merenja (ciklična voltametrija i potencijometrija) u vodenim rastvorima. Takođe, potrebno je razviti metodu za određivanje koncentracije PAH-ova u betonu kako bi pratila brzina uklanjanja PAH-ova elektrohemijском oksidacijom.

U drugom delu radi, vršiće se procena toksičnosti PAH-ova i njihovih proizvoda degradacije određivanjem citotoksičnog i genotoksičnog potencijala na limfocitima i eritrocitima periferne krvi čoveka. Ovi testovi obuhvatiće određivanje učestalosti mikronukleusa i proliferacionog potencijala ćelija, ispitivanje antioksidativne zaštite enzima (katalaze) kao i uticaja na oksidativni stres (određivanjem sadržaja malondialdehida). Uradiće se i germinacioni testovi kao pokazatelj uticaja elektrohemijskog tretmana na životnu sredinu.

Predviđa se da predložena doktorska disertacija bude organizovana po sledećim poglavljima: *Uvod, Cilj rada, Materijal i metode, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura i Prilog.*

U *Uvodu* će biti reči o PAH-ovima kao predmetu istraživanja i obuhvatiće njihove fizičko-hemijske osobine, metode ekstrakcije i detekcije, metode za uklanjanje iz raznih matriksa, kao i uticaj PAH-ova na žive organizme.

U poglavlju *Cilj rada*, kao što i naslov kaže, u kratkim crtama će biti predstavljen cilj ove doktorske disertacije.

Poglavljje *Materijal i metode* će predstaviti:

- Hemikalije i rastvori koji se koriste u disertaciji

- Metode, uređaji i eksperimentalni uslovi rada i obuhvataće:
 - Metode ekstrakcije PAH-ova iz betona i vode
 - Metodu za određivanje PAH-ova u betonu i vodi (biće prikazana validacije i određivanje merne nesigurnosti metode)
 - Elektrohemijska merenja u betonu i vodi
 - Metode za procenu toksičnosti tokom i nakon elektrohemijske oksidacije

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani rezultati metoda u prethodnom poglavlju.

U *Zaključku* će biti sumirani rezultati dobijeni u radu uz osvrt na njihovu primenu i doprinos nauci.

U *Literaturi* će biti navedene citirane reference, uključujući i publikacije proistekle iz rezultata disertacije.

U *Prilogu* će biti dati hromatogrami, grafici i slike koji daju detaljniji uvid u eksperimentalne rezultate doktorske disertacije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog Komisija smatra da je predložena tema doktorske disertacije Danke Aćimović, dipl. biohemičara „ELEKTROHEMIJSKA OKSIDACIJA POLICIČNIH AROMATIČNIH UGLJOVODONIKA IZ BETONA I PROCENA TOKSIČNOSTI PRODUKATA NJIHOVE DEGRADACIJE“ naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je odobri. Za mentora se predlaže dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, a za komentora dr Tanja Brdarić, naučni saradnik Instituta za nuklearne nauke „Vinča“. Istraživanja u okviru ove disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo (Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija) za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 21.01.2019. godine

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Suzana Dimitrijević-Branković, redovni profesor,
Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu

dr Tanja Brdarić, naučni saradnik, Institut za nuklearne
nauke „Vinča“

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

dr Vladimir Nikolić, viši naučni saradnik, Institut za
nuklearne nauke „Vinča“