

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/16
(Број захтева)

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

06.02.2020.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

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

„Утицај модификације површине угљеничних материјала на њихова својства и адсорпцију одабраних естрогених хормона 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:

ДАНИЈЕЛА (Бранимир) ПРОКИЋ, дипломирани биолог заштите животне средине

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

3. Година дипломирања: 2012.

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

5. Година дипломирања: /

Студент је уписан на докторске академске студије школске 2015/2016. године.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 30.01.2020. 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 Данијелу Прокић

Име и презиме ментора: Татјана Ђуркић (бивше Васиљевић)

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Dujaković N., Grujić S., Radišić M., **Vasiljević T.**, Laušević M., *Determination of pesticides in surface and ground waters by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry*, Analytica Chimica Acta, Vol 678, No 1, 2010, pp. 63-72. ISSN 0003-2670, IF (2010) = 4,311.
2. **Vasiljević T.**, Dujaković N., Radišić M., Grujić S., Laušević M., Dimkić M.: *Methods for monitoring of pesticide residues in water: current status and recent trends*, Water Science and Technology, Vol 66, No 5, 2012, pp. 965-975. ISSN 0273-1223, IF (2012) = 1,102
3. Jauković Z. D., Grujić S. D., **Vasiljević T. M.**, Petrović S. D., Laušević M. D.: *Cardiovascular drugs in environmental waters and wastewaters: method optimization and real sample analysis*, Journal of AOAC International, Vol 97, No 8, 2014, pp. 1167-1174. ISSN 1060-3271, IF (2014) = 1,120
4. Vukčević M. M., Kalijadis A. M., **Vasiljević T. M.**, Babić B. M., Laušević Z. V., Laušević M. D.: *Production of activated carbon derived from waste hemp (Cannabis sativa) fibers and its performance in pesticide adsorption*, Microporous and Mesoporous Materials, Vol 214, 2015, pp. 156-165. ISSN 1387-1811, IF(2015) = 3,349
5. Lalović B., **Ђуркић T.**, Vukčević M., Janković-Častvan I., Kalijadis A., Laušević Z., Laušević M.: *Solid-phase extraction of multi-class pharmaceuticals from environmental water samples onto modified multi-walled carbon nanotubes followed by LC-MS/MS*, Environmental Science and Pollution Research, Vol 24, No 25, 2017, pp. 20784-20793. ISSN 0944-1344, IF (2017) = 2,800

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

- Ⓐ У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, 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: 24.01.2020.

М.П.

Проф. др Петар Ускоковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Данијелу Б. Прокић

Име и презиме ментора: Марија Вукчевић

Звање: Виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Vukčević M.M.**, Kalijadis A.M., Vasiljević T.M., Babić B.M., Laušević Z.V., Laušević M.D., *Production of activated carbon derived from waste hemp (Cannabis sativa) fibers and its performance in pesticide adsorption*, Microporous and Mesoporous Materials 214, 2015, pp. 156-165. IF(2015)=3.349, ISSN: 1387-1811.
2. Kalijadis A., Đorđević J., Trtić-Petrović T., **Vukčević M.**, Popović M., Maksimović V., Rakočević Z., Laušević Z., *Preparation of boron-doped hydrothermal carbon from glucose for carbon paste electrode*, Carbon 95, 2015, pp. 42-50. IF(2015)= 6.198, ISSN:0008-6223.
3. Lalović B., Đurkić T., **Vukčević M.**, Janković-Častvan I., Kalijadis A., Laušević Z., Laušević M., *Solid-phase extraction of multi-class pharmaceuticals from environmental water samples onto modified multi-walled carbon nanotubes followed by LC-MS/MS*, Environmental Science and Pollution Research 24, 2017, pp. 20784–20793. IF(2015)=2.760, ISSN:0944-1344.
4. **Vukčević M.**, Pejić B., Kalijadis A., Pajić-Lijaković I., Kostić M., Laušević Z., Laušević M., *Carbon materials from waste short hemp fibers as a sorbent for heavy metal ions – Mathematical modeling of sorbent structure and ions transport*, Chemical Engineering Journal 235, 2014, pp. 284–292. IF(2014)=4.321, ISSN:1385-8947.
5. **Vukcevic M.**, Kalijadis A., Radisic M., Pejic B., Kostic M., Lausevic Z., Lausevic M., *Application of carbonized hemp fibers as a new solid-phase extraction sorbent for analysis of pesticides in water samples*, Chemical Engineering Journal 211-212, 2012, pp. 224–232. IF(2012)=3.473, ISSN:1385-8947.

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: 24.01.2020.

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 30.01.2020 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 **Данијеле Прокић**, број индекса 4033/2015, под називом: **„Утицај модификације површине угљеничних материјала на њихова својства и адсорпцију одабраних естрогених хормона из воде“**.

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

За менторе се одређују др Татјана Ђуркић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет и др Марија Вукчевић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет.

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

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

Предмет: Подобност теме и кандидата Данијеле Прокић, дипломираног биолога заштите животне средине, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/409 од 24.12.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Данијеле Прокић, дипломираног биолога заштите животне средине, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: **“Утицај модификације површине угљеничних материјала на њихова својства и адсорпцију одабраних естрогених хормона из воде”**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Данијела Прокић, дипломирани биолог заштите животне средине, је рођена 26.6.1987. године у Лозници. Основну школу завршила је у Осечини, а Средњу медицинску школу у Ваљеву. На Биолошки факултет Универзитета у Београду уписала се 2006. године, студијски програм Екологија и заштита животне средине. Дипломирала је 2012. године, са оценом 10 на дипломском испиту и просечном оценом у току студија 8,26. Докторске студије на Технолошко-металуршком факултету уписала је школске 2015/2016 године на студијском програму Инжењерство заштите животне средине.

Након завршених основних студија учествовала је као волонтер на манифестацијама које је организовао Светски фонд за природу (World Wildlife Fund –WWF). У новембру 2018. године била је учесник семинара “Заштита животне средине – превенција, мониторинг и ремедијација – светска и наша искуства“ у оквиру програма Зелени фонд, где је стекла теоријску и практичну обуку о модерним техникама мониторинга и биоремедијацији органских загађујућих материја. Похађала је и семинар “Најновији напредак у LC-MS анализи“ у организацију компанија SUPERLAB и AB Sciex.

Од јуна 2017. године Данијела Прокић је запослена у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у Београду. За потребе научно-истраживачког рада одлично се служи рачунаром и користи одговарајуће софтверске пакете. Члан је Српског хемијског друштва. Говори енглески језик.

1.2. Сечено научно-истраживачко искуство

Данијела Прокић је положила све испите предвиђене планом и програмом докторских студија Технолошко-металуршког факултета са просечном оценом 8,92 и одбранила завршни испит на тему “Детекција и уклањање естрогених хормона из воде на угљеничним материјалима” са оценом 10. Положени испити, оцено и остварени бодови у оквиру докторских студија приказани су у табели која следи.

<i>Редни бр.</i>	<i>Назив предмета</i>	<i>Оцена</i>	<i>ЕСПБ</i>
1	Математичка обрада експерименталних података	7	5
2	Економија животне средине и одрживи развој	8	4
3	Виши курс аналитичке хемије	7	5
4	Хеометрија	10	5
5	Креативни инжењеринг	9	5
6	Хемијска кинетика	6	5
7	Органске загађујуће супстанце	10	4
8	Индустријска екологија	10	5
9	Структурна анализа органских молекула	10	6
10	Мерење јонизујућег и нејонизујућег зрачења	10	5
11	Масена спектрометрија	10	5
12	Енглески језик	10	/
13	Завршни испит	10	30
	Просечна оцена	8,92	84

Од јуна 2017. године Данијела Прокић је ангажована на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом “Развој и примена метода и материјала за мониторинг нових загађујућих материја и тешких метала” (ОИ 172007), под руководством проф. др Миле Лаушевић.

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, на седници одржаној 21.09.2017. године, Данијела Прокић је изабрана у звање истраживач приправник. Област научно-истраживачког рада Данијеле Прокић је развој метода за уклањање и детекцију естрогених хормона из воде. У току свог досадашњег научно-истраживачког рада, као аутор објавила је пет радова саопштених на скуповима националног значаја, штампаних у целини или у изводу.

Списак објављених научних радова

Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини (M63)

1. **Prokić D.**, Vukčević M., Matić Bujagić I., Maletić M., Kalijadis A., Đurkić T.: *Uklanjanje estrona, 17 β -estradiola i 17 α -etinilestradiola iz vode na aktivnim ugljeničnim tkaninama*, Zbornik radova sa konferencije 4. naučno-stručni skup Politehnika, Beograd 2017, str. 148-153. ISBN: 978-86-7498-674-3
2. **Prokić D.**, Vukčević M., Maletić M., Janković-Častvan, I., Rusmirović, J., Đurkić T.: *Hemijski modifikovane aktivirane ugljenične tkanine: Karakterizacija površine i adsorpcija estrogenih hormona*, Zbornik radova sa konferencije Etikum, Novi Sad 2018., str. 185-188. ISBN: 978-86-6022-123-2
3. **Prokić D.**, Mitrović A., Matić Bujagić I., Vukčević M., Đurkić T.: *Adsorpcija estrogenih hormona iz vodenih rastvora na različitim ugljeničnim materijalima*, Zbornik radova sa konferencije 5. naučno-stručni skup Politehnika, Beograd 2019, str. 198-203. ISBN: 978-86-7498-081-1
4. **Prokić D.**, Matić Bujagić I., Vukčević M., Kalijadis A., Đurkić T.: *Ekstrakcija estrogenih hormona iz vode korišćenjem aktivirane ugljenične tkanine kao adsorbenta*, Zbornik radova sa konferencije 5. Naučno-stručni skup Politehnika, Beograd 2019, str. 204-208. ISBN: 978-86-7498-081-1

Саопштења са скупова националног значаја штампана у изводу (M64)

1. **Prokić D.**, Vukčević M., Maletić M., Rusmirović J., Đurkić T.: *Adsorpcija estrogenih hormona na modifikovanim ugljeničnim tkaninama*, Knjiga izvoda, Osmi simpozijum Hemija i zaštita životne sredine (EnviroChem 2018), Kruševac 2018., str. 83. ISBN: 978-86-7132-068-9

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и приказаних резултата остварених током докторских студија, Данијела Прокић је показала интересовање, способност и мотивисаност за бављење научно-истраживачким радом, што се огледа у самосталном експерименталном раду, креирању и реализацији истраживања, обради резултата и писању научних радова. Из области којој припада предложена тема докторске дисертације, кандидат је аутор 5 саопштења на научним скуповима националног значаја. На основу биографских и библиографских података кандидата и досадашњих научно-истраживачких активности, Комисија сматра да кандидат испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Естрогени хормони су широко распрострањени у површинским и подземним водама, а најзначајнији извор ових загађујућих материја у води су комуналне отпадне воде. Њихово присуство може имати различите негативне ефекте на акватичне организме, а пре свега има утицај на њихову репродуктивну способност. Важно је напоменути да су одабрани хормони (17 α -етинилестрадиол, 17 β -естрадиол и естрон) постављени на листу супстанци које је неопходно пратити у води, коју је формирала Европска комисија 2015. године (енгл. *Watch list*). То је листа у коју су укључене супстанце које могу представљати значајан ризик за акватичну животну средину, а за које не постоји довољно података о мониторингу. Због велике присутности ових једињења у животној средини и нежељених ефеката које могу произвести, развој методе за њихову детекцију и уклањање може бити од изузетне важности.

У литератури се наводе бројне методе за уклањање естрогених хормона из воде, као што су мембранска филтрација, фотокаталитичка разградња, биолошки процеси и адсорпција. Адсорпција је процес који је погодан за уклањање различитих органских и неорганских загађујућих материја из воде, и у односу на друге методе поседује предности као што су економичност, ефикасност, једноставност процеса и могућност поновне примене сорбента. У току је велики број истраживања која имају за циљ развој адсорбената одговарајућих физичко-хемијских карактеристика за ефикасно уклањање естрогених хормона из воде. Угљенични материјали су веома атрактивни за примену у адсорпцији, због тога што се жељене карактеристике материјала лако могу добити оптимизацијом процеса производње, као и накнадним физичким и хемијским третманима.

Предмет овог рада је модификација угљеничних материјала различите морфологије, у циљу добијања ефикасних сорбената за уклањање одабраних естрогених хормона из воде, као и за екстракцију хормона на чврстој фази. Како адсорпционе карактеристике угљеничних материјала пре свега зависе од њихове специфичне површине и расподеле пора, у овом раду ће се користити угљенични материјали различитих текстуралних карактеристика: микропорозни (активирана угљенична тканина) и мезопорозни (вишеслојне угљеничне наноцеви и угљенични криогел). Адсорпционе карактеристике угљеничних материјала зависе и од количине и врсте функционалних група присутних на њиховој површини, на које се може утицати различитим физичким и хемијским третманима површине. У циљу прилагођавања површине испитиваних материјала за ефикасну адсорпцију хормона, примениће се методе накнадне активације, као и методе хемијске модификације коришћењем различитих агенаса. Испитаће се утицај различитих поступака модификације на физичко-хемијска својства површине материјала, као и на адсорпциони капацитет. Одабиром одговарајућих параметара модификације и активације извршиће се циљано увођење и супституција површинских група, чиме ће се постићи прилагођавање површине угљеничних материјала за адсорпцију хормона. Површинске особине угљеничних материјала биће испитане стандардним методама, а адсорпциона својства материјала биће испитана адсорпцијом 17 α -етинилестрадиола, 17 β -естрадиола и естрона у шаржном систему. У циљу одабира оптималних услова за адсорпцију биће испитан утицај различитих фактора, као што су време контакта раствора и адсорбента, концентрација хормона у раствору, почетна рН вредност раствора. Такође, биће оптимизован процес десорпције хормона са испитиваних материјала у циљу њиховог поновног коришћења. На основу резултата добијених испитивањем адсорпције и

десорпције хормона, биће одабран материјал за екстракцију хормона на чврстој фази. Коришћењем одабраног материјала биће изабрани оптимални параметри методе екстракције на чврстој фази и примењени у анализи трагова естрогених хормона из воде.

У даљем тексту наведен је списак дела релевантне литературе.

1. Adeel M., Song X., Wang Y., Francis D., Yang Y.: *Environmental impact of estrogens on human, animal and plant life: A critical review*, Environment International, Vol 99, 2017, pp. 107-119.
2. Tagliavini M., Engel F., Weidler P.G., Scherer T., Schäfer A.I, *Adsorption of steroid micropollutants on polymer-based spherical activated carbon (PBSAC)*, Journal of Hazardous Materials, Vol 337, 2017, pp. 126-137.
3. Sun W., Zhou K., *Adsorption of 17 β -estradiol by multi-walled carbon nanotubes in natural waters with or without aquatic colloids*, Chemical Engineering Journal, Vol 258, 2014, pp. 185–193.
4. Guedidi H., Reinert L., Soneda Y., Bellakhal N., Duclaux L.: *Adsorption of ibuprofen from aqueous solution on chemically surface-modified activated carbon cloths*, Arabian Journal of Chemistry, Vol 10, 2013, pp. S3584–S3594.
5. Minović T.Z., Gulicovski J.J., Stoilković M.M., Jokić B.M., Živković Lj.S., Matović B.Z., Babić B.M.: *Surface characterization of mesoporous carbon cryogel and its application in arsenic (III) adsorption from aqueous solutions*, Microporous and Mesoporous Materials, Vol 201, 2015, pp. 271-276.
6. Lalović B., Đurkić T., Vukčević M., Janković-Častvan I.: A. Kalijadis, Z. Laušević, M. Laušević, *Solid-phase extraction of multi-class pharmaceuticals from environmental water samples onto modified multi-walled carbon nanotubes followed by LC-MS/MS*, Environmental Science and Pollution Research, Vol 24, 2017, pp. 20784–20793.
7. Patel S., Han J., Gao W, *Sorption of 17 β -estradiol from aqueous solutions on to bone char derived from waste cattle bones: Kinetics and isotherms*, Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol 3, No 3, 2015, pp. 1562–1569.
8. Luo Z., Li H., Yang Y., Lin H., Yang Z.: *Adsorption of 17 α -ethinylestradiol from aqueous solution onto a reduced graphene oxide-magnetic composite*, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Vol 80, 2017, pp.797–804.
9. Zarghi M.H., Roudbari A., Jorfi S., Jaafarzadeh N.: *Removal of Estrogen Hormones (17-Estradiol and Estrone) from Aqueous Solutions Using Rice Husk Silica*, Chemical and Biochemical Engineering Quarterly, Vol 33, No 2, 2019, pp. 281–293.
10. Tong X, Li Y, Zhang F., Chen X, Zhao Y, Hu B.: X. Zhang, *Adsorption of 17 β -estradiol onto humic-mineral complexes and effects of temperature, pH, and bisphenol A on the adsorption process*, Environmental Pollution, Vol 254, 2019, 112924.
11. Sampson J N., Falk R.T., Schairer C., Moore S.C., Fuhrman B.J., Dallal C.M., Bauer D.C., Dorgan, J.F., Shu X-O., Zheng W., Brinton L.A., Gail M.H., Ziegler R.G., Xu X., Hoover R.N., Gierach G.L.: *Association of estrogen metabolism with breast cancer risk in different cohorts of postmenopausal women*, Cancer Research, Vol 77, No 4, 2016, pp. 918-925.
12. Yu W., Du B., Yang L., Zhang Z., Yang C., Yuan S., Zhang M.: *Occurrence, sorption, and transformation of free and conjugated natural steroid estrogens in the environment*, Environmental Science and Pollution Research, Vol 26, 2019, pp. 9443–9468.

13. Bilal M., Iqbal H.M.N.: *Persistence and impact of steroidal estrogens on the environment and their laccase-assisted removal*, Science of the Total Environment, Vol 690, 2019, pp. 447–459.
14. Spindola Vilela C.L., Bassin, J.P., Peixoto R.S.: *Water contamination by endocrine disruptors: Impacts, microbiological aspects and trends for environmental protection*, Environmental Pollution Vol 235, 2018, pp. 546-559.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе научно-истраживачког рада у оквиру ове дисертације су следеће:

- Угљенични материјали су веома атрактивни за примену у адсорпцији, због тога што се жељене карактеристике материјала лако могу добити накнадним физичким и хемијским третманима.
- Накнадна активација угљеничних материјала довешће до промена специфичне површине и расподеле величина пора.
- Поступци хемијске модификације доводе до оксидације или редукције кисеоничних група присутних на површини угљеничних материјала, у зависности од примењене методе. Одабиром одговарајуће методе модификације, очекује се добијање материјала побољшаних карактеристика за адсорпцију одабраних естрогених хормона из воде.
- Испитивање утицаја параметара процеса адсорпције, као што су време контакта адсорбента и адсорбата, почетна рН вредност раствора, почетна концентрација раствора хормона, допринеће квалитативном и квантитативном описивању процеса адсорпције, бољем разумевању механизма адсорпције, као и оптимизацији услова одвијања процеса у циљу постизања максималне ефикасности.
- Оптимизацијом поступка екстракције на чврстој фази на модификованом материјалу биће добијена ефикасна метода припреме узорка за анализу трагова одабраних естрогених хормона из воде.

4. Научне методе истраживања

Физичко-хемијска карактеризација полазних и модификованих материјала вршиће се идентификацијом површинских функционалних група методом инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом (Fourier) трансформацијом (FTIR), одређивањем вредности специфичне површине, као и запремине и величине пора (енгл. BET method), и одређивањем тачке нултог наелектрисања (енгл. point of zero charge, PZC), као и рН вредности суспензија материјала, мерених након достизања равнотеже (енгл. pH slurry).

Потенцијал различито третираних угљеничних материјала за адсорпцију хормона из воде биће испитан у шаржним условима на собној температури. Приликом извођења експеримената биће варирани параметри процеса, као што су време контакта адсорбента и раствора, концентрација хормона у раствору, почетна рН вредност раствора. Максимални адсорпциони капацитети, као и механизам адсорпције биће испитани коришћењем једначина различитих изотерми и кинетичких модела на експериментално добијеним вредностима. Процес адсорпције у равнотежном стању биће описан применом следећих модела адсорпционих изотерми: Ленгмир (енгл. Langmuir), Фројндлих (енгл. Freundlich),

Дубинин–Радушкевич (енгл. Dubinin–Radushkevich) и Темкин (енгл. Temkin). У циљу одређивања механизма адсорпције и времена потребног да систем достигне равнотежу биће коришћени кинетички модели псеудо–првог и псеудо–другог реда. Испитиваће се и могућност десорпције хормона са материјала применом различитих органских растварача, као и услова десорпције. Концентрација хормона у раствору пре и након адсорпције, као и концентрација десорбованих хормона одређиваће се методом течне хроматографије у спрези са тандем масеном спектрометријом (LC-MS/MS).

5. Очекивани научни допринос

Узимајући у обзир актуелност проблематике ове теме, до сада публиковане радове у овој области, као и предмет и циљ истраживања предложене докторске дисертације, очекивани научни допринос је:

- нова сазнања везана за утицај примењених хемијских третмана на површинска својства угљеничних материјала;
- успостављање корелације између хемијских својстава површине материјала и адсорпције, односно десорпције одабраних естрогених хормона;
- избор оптималног третмана за добијање високо-ефикасног адсорбента за уклањање естрогених хормона из воде;
- одређивање фактора који утичу на ефикасност адсорбента и објашњење механизма адсорпције, као и избор оптималних услова за адсорпцију естрогених хормона на модификованим угљеничним материјалима;
- оптимизација процеса десорпције у циљу поновног коришћења адсорбената, као и екстракције хормона;
- оптимизована метода екстракције на чврстој фази за анализу трагова одабраних естрогених хормона из узорак воде.

6. План истраживања и структура рада

ПРЕЛИМИНАРНА ИСПИТИВАЊА ОБУХВАТИЋЕ УПОТРЕБУ РАЗЛИЧИТИХ УГЉЕНИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА као адсорбената за уклањање одабраних естрогених хормона из воде. Након физичко-хемијске карактеризације површине материјала биће успостављена корелација између површинских својстава и ефикасности материјала за адсорпцију естрогених хормона. На основу добијених прелиминарних резултата биће одабране методе накнадног третмана површине у циљу побољшања адсорпционих карактеристика материјала. У следећој фази испитивања вршиће се третман материјала, површинска карактеризација третираних материјала и испитивање њихових адсорпционих својстава. Резултат ове фазе биће избор најефикаснијег адсорбента. Коришћењем одабраног адсорбента биће детаљно испитан процес адсорпције одабраних хормона из воде. Ова испитивања ће обухватити утицај времена контакта, концентрације и рН вредности почетног раствора на адсорпцију хормона. Такође ће бити испитан и процес десорпције и могућност вишеструке употребе адсорбента. У финалној фази рада биће развијена и оптимизована метода екстракције на чврстој фази за припрему узорак приликом анализе трагова естрогених хормона из воде.

Предвиђено је да докторска дисертација обухвата следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.*

У поглављу *Увод* биће наведени област и предмет истраживања, као и главни циљ докторске дисертације. Биће истакнут значај уклањања естрогених хормона из отпадних вода, као и мониторинг хормона у природним водама. Процес адсорпције ће бити издвојен као једноставна и економична метода, а угљенични материјали као ефикасни адсорбенти за уклањање хормона из воде.

Теоријски део докторске дисертације обухватиће преглед и анализу у литератури приказаних релевантних истраживања која се односе на:

- естрогене хормоне, њихова физичко-хемијска својства, начин доспевања и дистрибуцију у животној средини, утицај на живе организме, као и на методе њихове екстракције, детекције и уклањања;
- процес адсорпције, адсорпционе изотерме и кинетику адсорпције;
- угљеничне материјале, њихова физичко-хемијска својства и примену у адсорпцији;
- површинска својства угљеничних материјала, методе модификације и методе карактеризације површине.

У *Експерименталном делу* биће описани:

- материјали који ће се користити и поступци њихове модификације;
- методе карактеризације угљеничних материјала;
- услови и извођење процеса адсорпције одабраних естрогених хормона;
- HPLC-MS/MS метода за анализу хормона из воде,
- метода екстракције на чврстој фази.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани и анализирани резултати експерименталних истраживања, који ће бити представљени графички и табеларно. Ово поглавље ће такође обухватати и поређење са литературом, као и научну дискусију резултата.

Поглавље *Закључак* садржаће најважније закључке проистекле из експерименталног рада и теоријске анализе резултата, док ће у поглављу *Литература* бити приказана коришћена научна и стручна литература, као и публикације које буду проистекле из истраживања у оквиру ове докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да кандидат Данијела Прокић, дипломирани биолог заштите животне средине, испуњава све услове за израду предложене докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације: **„Утицај модификације површине угљеничних материјала на њихова својства и адсорпцију одабраних естрогених хормона из воде”** научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета да је прихвати. За коменторе се предлажу др Татјана Ђуркић, редовни професор Технолошко–металуршког факултета Универзитета у Београду и др Марија Вукчевић, виши научни сарадник Технолошко–металуршког факултета Универзитета у Београду. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Инжењерство заштите животне средине, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду.

У Београду, 21.01.2020. године

Чланови комисије:

Др Татјана Ђуркић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Марија Вукчевић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Светлана Грујић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Ана Калијадис, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке Винча