

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ	
1.	Датум и орган који је именовео Комисију Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на 12. седници одржаној 26.06.2019. године
2.	Састав Комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> 1. др Ивана Теодоровић, редован професор, Заштита животне средине, 01.04.2016, Природно-математички факултет у Новом Саду - председник 2. др Ивана Иванчев-Тумбас, редован професор, Заштита животне средине, 01.12.2008, Природно-математички факултет у Новом Саду - ментор 3. др Александра Тубић, ванредни професор, Заштита животне средине, 01.01.2018, Природно-математички факултет у Новом Саду - члан 4. др Марина Шћибан, редовни професор, Биотехнологија, 13.02.2014, Технолошки факултет Нови Сад у Новом Саду - члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ	
1.	Име, име једног родитеља, презиме: Миња, Мирко, Богуновић
2.	Датум рођења, општина, држава: 05.08.1988. године, Кикинда, Република Србија
3.	Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив <ul style="list-style-type: none"> • Природно-математички факултет, студијски програм Хемија-Контрола квалитета и управљање животном средином, стечени стручни назив Дипломирани хемичар • Природно-математички факултет, студијски програм Хемија, стечени стручни назив Мастер хемичар
4.	Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2013. година, Студијски програм Докторске академске студије заштите животне средине
5.	Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -
6.	Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
Уклањање бензофенона и кофеина процесима пречишћавања вода	
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
<p>Докторска дисертација припада научној области Заштита животне средине, дисциплина Заштита животне средине. Написана је на српском језику, латиничним писмом. Обим докторске дисертације је 195 страна куцаног текста и садржи 37 табела, 29 слика и 215 библиографских јединица. Текст је организован у шест поглавља: Увод - 3 стране, Општи део - 55 страна, Експериментални део - 38 страна, Резултати и дискусија- 58 страна; Закључак - 9 страна, Литература - 26 страна. Након Литературе следи Биографија и Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.</p>	

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **Уводу** докторске дисертације је укратко представљена проблематика присуства загађујућих органских супстанци у водама. Посебно су поменути бензофенони и кофеин, као значајни примери супстанци чије концентрације у водама нису законом регулисане, а који су врло често присутни у водама као последица антропогеног загађења. Дефинисани су циљеви истраживања у смислу одређивања концентрација бензофенона и кофеина у локално специфичним матриксима (ефлуент постројења за пречишћавање отпадних вода и речна вода Дунава) и добијања података о уклањању ових супстанци у процесима пречишћавања вода. Види се да је циљ био добити податке о ефикасности одабраних неконвенционалних процеса за обраду отпадних вода и одабраних конвенционалних и неконвенционалних процеса за обраду речне воде, а посебно и податке о ефикасности природних процеса пречишћавања у речној води (биодеградација).

Комисија сматра да су циљеви јасно формулисани, реални и важни за разумевање животног циклуса поменутих хемикалија у воденој средини.

У **Општем делу** дисертације који је адекватно структуриран у пет потпоглавља, дат је детаљан и актуелан преглед релевантне литературе која обухвата преко 200 референци. У првом потпоглављу, *Бензофенони у воденој средини*, поред основних информација о бензофенонима, представљене су информације о њиховом садржају у отпадним и површинским водама, као и кратка информација везана за подземне воде и воду за пиће. У другом потпоглављу, *Кофеин у воденој средини*, такве информације су презентоване за кофеин. У трећем потпоглављу је презентован литературни преглед везан за уклањање бензофенона и кофеина у постројењима за пречишћавање отпадних вода. Поред података за конвенционалну обраду, посебно су обрађени процеси адсорпције, коагулације и мембранске филтрације, који се још увек сматрају неконвенционалном обрадом отпадних вода. Затим следи преглед прикупљених података везан за природне процесе пречишћавања у речној води (биодеградацију и сорпцију) и процесе који се користе у постројењима за пречишћавање воде за пиће. Детаљи су представљени за неоксидативне конвенционалне процесе адсорпције и коагулације и неконвенционалне хибридне процесе који обухватају мембранску филтрацију.

Одабир референци и њихов јасан приказ указују на солидно познавање истраживачке теме. Кандидаткиња указује на различите факторе који могу утицати на ефикасност бројних процеса који се користе у третманима вода, комплексност истраживачке теме и потребе за одређеним истраживањима која су спроведена у дисертацији.

У **Експерименталном делу** дисертације је дат врло јасан и систематичан опис плана истраживања и експерименталних процедура које су кориштене у раду. План истраживања је, у складу са циљевима, обухватио интерну валидацију сопствених радних процедура за анализу бензофенона и кофеина, утврђивање њихове концентрације у ефлуенту отпадних вода типичног постројења за третман отпадних вода у Србији и испитивање ефикасности различитих процеса пречишћавања у лабораторијским условима, како за отпадне, тако и за речну воду. У четири наредна потпоглавља су детаљно описани примењени водени матрикси, материјали кориштени у истраживању, GC/MS методе анализе бензофенона и кофеина са детаљним описом припреме различитих врста узорака као и методологија тестирања ефикасности процеса пречишћавања вода (неконвенционалних третмана за обраду ефлуента постројења за третман отпадних вода, конвенционалних и неконвенционалних третмана за обраду речне воде и природних процеса пречишћавања). За одређивање садржаја бензофенона и кофеина у одабраним матриксима кориштено је више метода за припрему и анализу узорака. Методе се разликују по начину припреме узорака (чврсто-течна или течностечно екстракција), по концентрационом опсегу, начину квантитације (интерни стандард и/или стандардни додатак). Три методе су развијене на Природно-математичком факултету у Новом Саду, а две су валидоване током рада на докторској дисертацији.

Преостале две методе су претходно развијене и валидоване у Институту Јожеф Стефан у Љубљани и примењене у дисертацији. Ефикасност процеса пречишћавања рачуната је на основу поређења концентрација одабраних супстанци пре и после лабораторијских експеримената. Испитивање неконвенционалних процеса у обради ефлуента постројења за пречишћавање отпадних вода обухватило је испитивање ефикасности адсорпције, коагулације и хибридног процеса адсорпција/коагулација који су рађени у условима обогаћеног матрикса (почетне концентрације одабраних супстанци 0,96 µg/l - 2 µg/l), а хибридни мембрански процес адсорпција/ултрафилтрација рађен је без обогаћивања матрикса. Ефикасност хибридног процеса адсорпција/коагулација (симултано дозирање) за уклањање одабраних супстанци испитана је након што су одабрани експериментални услови за уклањање органских материја ефлуента. Кориштен је активни угаљ у праху (дозе 5-20 mg/l), за који је карактеристична примена у третманима отпадних вода. У коагулационим процесима кориштена су два коагуланта, комерцијални FeCl₃ (4-10 mg Fe³⁺/l) и природни коагулант екстрахован из зрна пасуља (0,0375-0,5 ml/l). Мерење садржаја органских материја ефлуента рађено је одређивањем хемијске потрошње кисеоника и мерењем UV апсорбације на 254 nm у кварцним киветама од 1 cm. Током испитивања хибридног мембранског процеса адсорпција/ултрафилтрација, примењена је доза угља од 20 mg/l, а време трајања филтрационих циклуса је 30 min, при флуксу од 80 l/m²/h. Додатно је испитана сорпција одабраних супстанци на ултрафилтрационој мембрани. Ефикасност природних, конвенционалних и неконвенционалних процеса за уклањање бензофенона и кофеина из речне воде одређена је у условима обогаћеног матрикса (почетне концентрације у опсегу 6,4 µg/l - 647 µg/l). Испитани конвенционални третмани за обраду речне воде су адсорпција и коагулација, док су неконвенционални третмани хибридни процес адсорпција/коагулација, хибридни мембрански процеси адсорпција/ултрафилтрација и коагулација/ултрафилтрација. У адсорпционим процесима примењена су два типа активног угља у праху. Један је комерцијални активни угаљ који се примењује у процесима обраде речне воде, док је други угаљ ситних честица и примењује се у хибридном мембранским процесима. Испитивање ефикасности уклањања одабраних супстанци рађено је тек након утврђивања неопходних услова за коагулацију, адсорпцију и хибридни процес коагулације/адсорпције, за шта је критеријум био постизање захтеваног квалитета воде за пиће са аспекта садржаја природних органских материја (<8 mg KMnO₄/l). Уклањање одабраних супстанци у хибридном процесу адсорпција/коагулација испитано је са дозом угља од 2 mg/l. За испитивање ефикасности уклањања одабраних супстанци коагулацијом примењен је комерцијални коагулант полиалуминијум-хлорид (BORAC[®]) при дози од 2 mg Al³⁺/l. Испитивање хибридног процеса адсорпција/коагулација вршено је варирањем редоследа додавања процесних материјала у воду а) сукцесивним дозирањем прво коагуланта, а затим угља; б) симултаним дозирањем угља и коагуланта; ц) сукцесивним дозирањем прво угља, а затим коагуланта. Током хибридног мембранског процеса адсорпција/ултрафилтрација, примењена доза угља је 5 mg/l, време трајања филтрационих циклуса је 30 минута (флукс 150 l/m²/h), а угаљ је дозиран континуално. Током хибридног процеса коагулација/ултрафилтрација, коагулант (3 mg Al³⁺/l) је континуално дозиран у трајању од 30 минута (флукс 150 l/m²/h). Поред ефикасности хибридных мембранских процеса испитана је сорпција одабраних супстанци на ултрафилтрационој мембрани. За све експерименте у којима је тестирана ултрафилтрација кориштено је лабораторијско пилот-постројење. У вези са природним процесима пречишћавања, испитана је биодеградација лабораторијским тест филтром (колонски тест са инертном испуном) и транспорт кроз седимент Дунава (такође колонски тест). Ефикасност процеса биодеградације и промене укупне токсичности смеше одабраних супстанци након њиховог уклањања, али и потенцијалног формирања токсичних метаболита, процењена је тестовима акутне токсичности са *Daphnia magna* и тестом инхибиције луминисценције *Vibrio fischeri*. Резултати су статистички обрађени у програму за статистичку анализу TesTox, верзија 1.0 (TesTox 2003) и Statistica, верзија 8.0. За моделовање криве пробоја кроз седимент кориштен је

модел TransMod (верзија 2.2). Ефикасност фотодеградације бензофенона у различитим синтетичким матриксама (MilliQ вода и синтетички матрикс са додатком анјона и DOC сурогата) рађена је како би се испитали утицаји различитих конституената воде на процес фотодеградације (ови експерименти рађени су у Лабораторији за органску анализу института Јожеф Стефан у Љубљани, Словенија).

Комисија закључује да су изведени опсежни експерименти у складу са постављеним циљевима тезе. Кориштене методе за мерења различитих параметара квалитета воде су на задовољавајућем нивоу, у складу са могућностима и постављеним циљевима, квалитета уобичајеног у савременој релевантној литератури у овој научној области. Методе кориштене у обради резултата су такође адекватне.

У поглављу **Резултати и дискусија** детаљно су приказани и критички дискутовани резултати истраживања. Поглавље је логично подељено, на шест делова. У првом делу су приказани резултати валидације аналитичких метода за бензофеноне и кофеин. У другом потпоглављу дати су подаци о концентрацији бензофенона и кофеина у локално специфичним матриксама (ефлуенту постројења за третман отпадних вода и у речној води - Дунав). Кандидаткиња је упоредила сопствене резултате са литературним подацима. У трећем потпоглављу анализирани су резултати експеримената са неконвенционалним процесима обраде отпадне воде (адсорпција, коагулација и хибридни процеси адсорпција/коагулација и адсорпција/ултрафилтрација). Прво су представљени резултати добијени за уклањање органских материја ефлуента применом различитих доза угља (5-20 mg/l) и две врсте коагуланата (комерцијални и природни екстрахован из зрна пасуља), а затим резултати за уклањање бензофенона и кофеина засебним процесима адсорпције и коагулације, као и хибридном процесом адсорпција/коагулација при одабраним експерименталним условима. Они су детаљно дискутовани. За хибридни мембрански процес адсорпција/ултрафилтрација, при дози угља од 20 mg/l, дата је ефикасност уклањања одабраних супстанци. Додатно су приказани и продискутовани процесни параметри (нпр. пермеабилност). Дискутована је сорпција супстанци на ултрафилтрационој мембрани и потенцијални утицај формирања слоја органских материја из ефлуента на површини мембране на њихово уклањање. У четвртном потпоглављу анализирани су резултати експеримената са конвенционалним (адсорпција и коагулација) и неконвенционалним процесима за обраду речне воде (хибридни процеси адсорпција/коагулација, адсорпција/ултрафилтрација и коагулација/ултрафилтрација). И у овом случају је прво урађен одабир доза процесних материјала на основу ефикасности уклањања природних органских материја како би се постигао захтевани критеријум за постизање задовољавајућег квалитета воде за пиће, а потом је тестирана ефикасност уклањања бензофенона и кофеина. Дискутована је ефикасност засебних процеса (адсорпција, коагулација) и комбинованог процеса адсорпција/коагулација, као и ефикасност различитих типова угља. Резултати добијени испитивањем хибридных мембранских процеса (адсорпција/ултрафилтрација и коагулација/ултрафилтрација) детаљно су дискутовани у смислу постигнуте ефикасности за уклањање бензофенона и кофеина. Поређен је утицај различитих врста матрикса на уклањање бензофенона и кофеина, а посебан нагласак дат је на могућим специфичним интеракцијама угља, природних органских материја и површине мембране. У петом потпоглављу представљени су и дискутовани резултати испитивања биодеградације (константе биодеградације, времена полураспада, анализа биофилма и резултати тестова токсичности) и транспорта кроз седимент. У шестом потпоглављу дискутован је утицај састава матрикса на фотодеградацију бензофенона.

Комисија оцењује да је приказ резултата јасан, одлично структуриран, и представља добру основу за квалитетну дискусију. Кандидаткиња је добијене резултате упоредила са литературним подацима и квалитетно написала дискусију у складу са постављеним циљевима и практичним и научним значајем резултата.

У оквиру поглавља **Закључак**, формулисани су јасни закључци на основу резултата и дискусије. Комисија закључује да су остварени планирани циљеви истраживања у оквиру докторске дисертације.

Поглавље **Литература**, састоји се од 215 литературних референци које су кориштене у свим поглављима дисертације.

Литературне референце су адекватно одабране, актуелне и у складу са проблематиком дисертације. Познавање свих ових референци омогућило је кандидаткињи квалитетну подлогу за рад.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. **Bogunović M.**, Knežević V., Simeunović J., Teodorović I., Ivančev-Tumbas I. (2017) Biodegradation of a mixture of benzophenone, benzophenone-3, caffeine and carbamazepine in a laboratory test filter, *Journal of the Serbian Chemical Society* 82 (12), 1445-1459. (M23)
2. Ivančev-Tumbas I., **Bogunović M.**, Česen M., Tubić A., Heath E. (2018) Influence of water matrix on benzophenone degradation by UV-irradiation, *Journal of the Serbian Chemical Society* 83 (0), 1-10. (M23)
3. Ivančev-Tumbas I., Prodanović J., Vasić V., Šćiban M., Tubić A., **Bogunović M.**, Leovac-Maćerak A. (2017) Combination of coagulation and adsorption for organic matter removal from wastewater, *ICCE-16th EuChemS International Conference on Chemistry and the Environment* 18-22. June, Oslo, Norveška. (M34)
4. Ivančev-Tumbas I., **Bogunović M.**, Marjanović T. (2018) Fate of pharmaceutical and personal care products in water treatment - case study on caffeine and benzophenone, *Humboldt Kolleg „Sustainable Development and Climate Change: Connecting Research, Education, Policy and Practice“* 19-22. September, Beograd, Srbija. (M34)
5. **Bogunović M.**, Marjanović T., Ivančev-Tumbas I. (2018) Investigation of the combined coagulation and adsorption process for removal of benzophenone and caffeine from water. *Challenges and Solutions related to Xenobiotics and Antimicrobial Resistance in the Framework of Urban Wastewater Reuse: Towards a Blue Circle Society (XENOWAC II)*, 10-12. October, Limasol, Kipar. ISBN: 978-9925-553-20-4. (M34)
6. Ivančev-Tumbas I., **Bogunović M.**, Česen M., Prodanović J., Tubić A., Heath E. (2018) Removal of PPCPs in municipal waste water effluent by advanced nonoxidative treatment - a laboratory scale case study from Serbia. *Challenges and Solutions related to Xenobiotics and Antimicrobial Resistance in the Framework of Urban Wastewater Reuse: Towards a Blue Circle Society (XENOWAC II)*, 10-12. October, Limasol, Kipar. ISBN: 978-9925-553-20-4. (M34)
7. **Bogunović M.**, Panić M., Banduka N., Ivančev-Tumbas I. (2019) Occurrence and fate of benzophenone and caffeine – from WWTP to potential scenario of direct river water treatment by hybrid ultrafiltration processes. *ICCE- 17th EuChemS International Conference on Chemistry and the Environment* 16-20. June, Solun, Grčka, 613-614. (M34)
8. Vasić V., Ivančev-Tumbas I., Šćiban M., Prodanović J., Tubić A., Leovac-Maćerak A., **Bogunović M.** (2016) Fundamentalna istraživanja mogućnosti tercijarnog tretmana otpadnih voda, Konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, 13-15. april, Vršac, Srbija, 78-81. (M63)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу добијених резултата ове докторске дисертације кандидаткиња изводи следеће закључке:

- Присуство бензофенона, бензофенона-3 и кофеина је потврђено у локално специфичним матриксима (ефлуент постројења за пречишћавање отпадних вода и речна вода - Дунав). У ефлуенту постројења за третман отпадних вода бензофенон је детектован у концентрацијама од 0,112 $\mu\text{g/l}$ до 0,146 $\mu\text{g/l}$, бензофенон-3 од 0,0072 $\mu\text{g/l}$ до 0,42 $\mu\text{g/l}$ и кофеин од 0,2 $\mu\text{g/l}$ до 12 $\mu\text{g/l}$, док су у Дунаву код Новог Сада максималне концентрације износиле за бензофенон 0,95 $\mu\text{g/l}$, за бензофенон-3 0,62 $\mu\text{g/l}$ и за кофеин 0,70 $\mu\text{g/l}$.
- У случају испитивања ефикасности процеса за обраду отпадних вода адсорпција на активном угљу се показала ефикасном за уклањање бензофенона (>84%). Кофеин се са дозом угља од 5 mg/l уклања 47%, а са 20 mg/l ефикасност уклањања је 84%. Коагулација се показала неефикасном за све супстанце (ефикасност уклањања мања од 20%), без обзира да ли се ради комерцијалним коагулантом (4 $\text{mg Fe}^{3+/\text{l}}$) или природним коагулантом екстрахованим из зрна пасуља (0,0375 ml/l). Хибридни процес адсорпција/коагулација не умањује ефикасност адсорпције при већој дози угља од 20 mg/l , али при нижој дози угља има значајних разлика код примене природног коагуланта. Уклањање одабраних супстанци овим процесом са већом дозом угља, и у случају оба коагуланта, је веће од 88%. Хибридни мембрански процес адсорпција/ултрафилтрација је при дози угља од 20 mg/l , показао високу ефикасност уклањања бензофенона-3 (>68%) и кофеина (>99,95%). Утврђена је сорпција ових супстанци на ултрафилтрационом мембранском материјалу, као и утицај таложена органских материја ефлуента на мембрани.
- У случају испитивања ефикасности процеса за обраду речне воде адсорпција као конвенционалан процес је показала високу ефикасност уклањања бензофенона-3 (>95%). Испитана су два типа активног угља, који се разликују по начину примене и специфичној површини. Бензофенон се уклањао једним угљем 39%, а другим угљем 95%, док се за кофеин ефикасним показао само други угаљ (68% кофеина). Међусобно поређење ефикасности различитих угљева није релевантно због могуће разлике у структури природних органских материја које су присутне у води, јер је испитивање ефикасности на једном угљу рађено у летњем, а на другом угљу у јесењем периоду. Коагулацијом помоћу ВОРАС®-а (2 $\text{mg Al}^{3+/\text{l}}$), као конвенционалним процесом за обраду речне воде, постигнуто је уклањање бензофенона од 25%, бензофенона -3 93% и кофеина 45% током лета, док је у јесењем периоду ефикасност износила 3%, 25% и 68% редом за наведене супстанце. Неконвенционалним процесом адсорпција/коагулација са првим угљем (2 mg/l) и коагулантом ВОРАС® (2 $\text{mg Al}^{3+/\text{l}}$) за бензофенон је уочен изражен утицај конкуренције или блокирање пора угља природним органским материјама из речне воде. Током додатка прво коагуланта, а затим угља и током истовременог дозирања угља и коагуланта, ефикасност уклањања бензофенона је 23% и 20%, редом. Додатком прво угља, а затим коагуланта ефикасност уклањања је износила 92%. Ефикасно уклањање бензофенона-3 је постигнуто током свих процесних комбинација (87%-93%), док су се за кофеин сви начини дозирања показали неефикасним, са максималним уклањањем до 12%. Други угаљ се у оквиру овог процеса

показао ефикаснијим. Ефикасност уклањања бензофенона је износила од 71% до 96%, док је за кофеин од 17% до 27%. Утврђено је да ефикасност уклањања супстанци зависи од врсте угља, редоследа дозирања коагуланта и угља, као и од сезонске променљивости структуре природних органских материја. Неконвенционални процеси адсорпција/ултрафилтрација и коагулација/ултрафилтрација су се показали ефикасни у уклањању бензофенона (69%-96%), док је за кофеин процес адсорпција/ултрафилтрација показао специфичности. У првом циклусу експеримента кофеин је уклоњен 12%, а у другом је ефикасност уклањања повећана (74%). Претпостављено је да је то последица формирања слоја активног угља и природних органских материја на површини мембране који служи као секундарна баријера. Процес коагулација/ултрафилтрација се показао неефикасним у случају кофеина. Такође, за бензофеноне је уочен допринос сорпције на мембранском материјалу, док за кофеин то није случај. Доказан је утицај матрикса на ефикасност уклањања кофеина.

- Испитивањем биодеградације бензофенона и кофеина у смеси са карбамазепином (често присутна комплексна смеша у речној води), закључено је да је биодеградација одабраних супстанци интензивна у речној води Дунава. Тестови токсичности су показали значајно смањење укупне токсичности смеша током лабораторијског теста. Резидуална токсичност у односу на *D. magna* може бити последица недетектованих трансформационих продуката. Испитивање транспорта супстанци кроз седимент показало је да седимент представља ефикасну баријеру за бензофеноне уколико је биолошка разградња ефикасна, док кофеин, услед своје мобилности, лако пролази кроз седимент и представља потенцијалну опасност за загађење подземних вода.
- Фотодеградација бензофенона је показала да се он упркос познатој отпорности на UV зрачење може успешно разградити (45% и 56%, у MilliQ води). Додатак смеше анјона омогућио је смањење деградације бензофенона за 20%, док је додатак DOC сурогата стимулисао деградацију бензофенона у MilliQ води (уклањање 80%). Примењено UV зрачење није било реално за дезинфекцију у третманима вода, али су добијени резултати показали потребу за детаљнијом проценом квалитета воде, у смислу структуре и састава DOC, када је она изложена UV зрачењу током било какве прераде.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Комисија сматра да су обимни резултати добро груписани у посебне целине и да је дато квалитетно тумачење на основу адекватне обраде и потом квалитетне дискусије. Резултати су прегледно приказани и поређени са резултатима релевантне научне литературе. Изведени су јасни и прецизни закључци, који дају одговоре на постављене циљеве истраживања и отварају нова истраживачка питања.

На основу наведеног, Комисија даје позитивну оцену приказа и тумачења резултата истраживања.

Напомена: На основу извештаја тестирања докторске дисертације у библиотеци Природно-математичког факултета на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate (<http://www.ithenticate.com>) утврђен је индекс сличности (*eng. similarity index*) од 3% (према упутству произвођача све вредности испод 15% представљају оригиналан рад), што потврђује оригиналност докторске дисертације.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Да. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да. Докторска дисертација садржи све битне елементе научно-истраживачког рада.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Докторска дисертација представља оригиналан научни допринос јер представља нова сазнања везана за присуство кофеина и бензофенона у локално специфичним матриксама (ефлуент постројења за обраду отпадних вода у Србији и речна вода Дунава) за које је утврђен недостатак података у литератури. Серијом лабораторијских експеримената и мерења је на оригиналан начин индиректно приказан циклус одабраних загађујућих супстанци у воденој средини од извора-постројење за третман отпадних вода, преко налажења у речној води, биодеградације и фотодеградације која се у њој дешава, грубе оцене потенцијала речног седимента као баријере за продор загађења, и добијања знања о ефикасности потенцијалних будућих сценарија за директну обраду речне воде хибридни процесима који још нису у широкој употреби. Испитивање процеса биодеградације у речној води и токсичности релевантне смеше ових супстанци у комбинацији са често детектованим карбамазепином је оригиналан допринос разумевању понашања комплексних смеша загађујућих супстанци у воденој средини. Додатно, резултати ове докторске дисертације доприносе бољем разумевању понашања бензофенона и кофеина у технолошким процесима пречишћавања вода, са посебним освртом на утицај органске материје ефлуента постројења за пречишћавање отпадних вода, односно природне органске материје у речној води на ефикасност тих процеса. Пошто се ради о супстанцама чије концентрације у водама нису законски регулисане, испитивања конвенционалних процеса пречишћавања за њихово уклањање су показала могућности неких често кориштених процеса, а добијени су и резултати везани за могући сценарио будућих неконвенционалних третмана, како отпадних, тако и речне воде. Испитивања примене природног коагуланта у обради отпадне воде за ове врсте загађујућих супстанци су по први пут урађена, а добијени су и подаци о значајним сорпционим интеракцијама са процесним материјалима у различитим условима вођења процеса. Поред научног значаја, резултати могу имати и практичан

<p>значај јер представљају корисне информације за надлежне институције који се баве квалитетом вода, као и предузећа која се баве пречишћавањем вода и водоснабдевањем (нпр. у будућим разматрањима могућих процесних алтернатива у циљу постизања бољег квалитета ефлуента постројења за третман отпадних вода или воде за пиће која се производи директно из речне воде).</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>Комисија није уочила суштинске недостатке дисертације који би битно утицали на резултате истраживања и постизање постављених циљева.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>- да се докторска дисертација под насловом <i>”Уклањање бензофенона и кофеина процесима пречишћавања вода”</i> прихвати, а кандидаткињи Мињи Богуновић одобри одбрана.</p>

У Новом Саду, 12. јула 2019. године

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. др Ивана Теодоровић, редовни професор
Природно-математичког факултета у Новом Саду,
председник

2. др Ивана Иванчев-Тумбас, редовни професор
Природно-математичког факултета у Новом Саду,
ментор

3. др Александра Тубић, ванредни професор
Природно-математичког факултета у Новом Саду,
члан

4. др Марина Шћибан, редовни професор
Технолошког факултета Нови Сад у Новом Саду,
члан
