

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију: Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на 6. седници одржаној 10.02.2022. године именовало је Комисију за оцену докторске дисертације под насловом „Деградација одабраних органских загађујућих материја у води применом унапређених оксидационих процеса“ кандидата Тајане Симетић.</p>		
<p>2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:</p>		
1.	<p>др Јасмина Агбаба</p> <hr/> <p>презиме и име</p> <p>Природно-математички факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>установа у којој је запослен-а</p>	<p>редовни професор</p> <hr/> <p>звање</p> <hr/> <p>уџа научна област и датум избора председник</p> <hr/> <p>функција у комисији</p>
2.	<p>др Јелена Молнар Јазић</p> <hr/> <p>презиме и име</p> <p>Природно-математички факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>установа у којој је запослен-а</p>	<p>ванредни професор</p> <hr/> <p>звање</p> <hr/> <p>уџа научна област и датум избора члан (ментор)</p> <hr/> <p>функција у комисији</p>
3.	<p>др Срђан Рончевић</p> <hr/> <p>презиме и име</p> <p>Природно-математички факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>установа у којој је запослен-а</p>	<p>редовни професор</p> <hr/> <p>звање</p> <hr/> <p>уџа научна област и датум избора члан</p> <hr/> <p>функција у комисији</p>
4.	<p>др Миљана Прица</p> <hr/> <p>презиме и име</p> <p>Факултет техничких наука у Новом Саду</p> <hr/> <p>установа у којој је запослен-а</p>	<p>редовни професор</p> <hr/> <p>звање</p> <hr/> <p>уџа научна област и датум избора члан</p> <hr/> <p>функција у комисији</p>
5.	<p>др Александра Тубић</p> <hr/> <p>презиме и име</p> <p>Природно-математички факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>установа у којој је запослен-а</p>	<p>ванредни професор</p> <hr/> <p>звање</p> <hr/> <p>уџа научна област и датум избора члан</p> <hr/> <p>функција у комисији</p>

<p>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Тајана, Миодраг, Симетић 2. Датум рођења, општина, држава: 19.06.1990., Јајце, Босна и Херцеговина 3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије, Мастер хемичар 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2014. година, Докторске академске студије заштите животне средине
<p>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>„Деградиција одабраних органских загађујућих материја у води применом унапређених оксидационих процеса“</p>
<p>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>Докторска дисертација припада научној области заштита животне средине. Предмет истраживања докторске дисертације је испитивање деградације одабраних органских загађујућих материја са листе приоритетних супстанци Оквирне Директиве о водама ЕУ (енг. <i>EU Water Framework Directive</i>, EU WFD) применом унапређених оксидационих процеса (енг. <i>advanced oxidation processes</i>, AOPs). У лабораторијским условима испитани су ефекти AOPs заснованих на генерисању хидроксил радикала (UV/H₂O₂ процес) и сулфатних радикала (UV/S₂O₈²⁻ и UV/HSO₅⁻ процеси или SR-AOPs) на степен и механизам оксидативне деградације структурно различитих органских полутаната, 1,2,3-трихлорбензена (енг. <i>1,2,3-trichlorobenzene</i>, 1,2,3-TCB) и алахлора, у различитим воденим матриксама. У оквиру истраживања испитан је утицај различитих фактора: утицај реакционих услова унапређених оксидационих процеса (pH, концентрација оксидационих агенаса, доза UV зрачења), као и утицај воденог матрикса, са посебним нагласком на природне органске материје (ПОМ) и неорганске јоне, на кинетику оксидативне разградње одабраних органских полутаната. Такође, изучаван је и механизам разградње 1,2,3-TCB и алахлора, као и ПОМ током испитиваних унапређених оксидационих процеса, а квалитет сирове воде и воде третиране применом AOPs, у различитим фазама третмана, је евалуиран и са токсиколошког аспекта, применом <i>Vibrio fischeri</i> теста.</p> <p>Дисертација је написана на српском језику латиничним писмом, са кључном документацијом и резимеом написаним на српском и енглеском језику. Дисертација је написана на 142 стране и садржи 6 поглавља, 16 табела, 60 слика и 209 референци. Дисертацију чини следећих 6 поглавља: Увод (3 стране); Општи део (26 страна); Експериментални део (12 страна); Резултати и дискусија (81 страна); Закључак (4 стране); Литература (16 страна).</p> <p>Пре основног текста дисертације дата је насловна страна и пратећи уводни материјал који садржи: обавезну кључну документацијску информацију на српском и енглеском језику, захвалницу, листу скраћеница, садржај рада, резиме рада на српском и енглеском језику. Након основног текста дисертације дата је биографија кандидата и План третмана података, у смислу Правилника о отвореној науци</p>
<p>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>Комисија је вредновала сваки део докторске дисертације.</p>

РЕЗИМЕ. Резиме, који је приказан на српском и енглеском језику, садржи кратак преглед проблематике и постављених циљева истраживања, са најзначајнијим закључцима изведеним на основу резултата истраживања.

Комисија сматра да је Резиме написан јасно, у сагласности са задатим циљевима докторске дисертације, приказаним резултатима и закључцима истраживања.

УВОД. У уводном делу докторске дисертације укратко је образложена проблематика и значај присуства органских загађујућих материја (полутанти) у воденим екосистемима и животној средини генерално, са посебним нагласком на једињења која се налазе на листи приоритетних супстанци EU WFD. Образложена је релевантност органских загађујућих материја одабраних за истраживања, 1,2,3-трихлорбензена и алахлора, за квалитет акватичних екосистема и воде за пиће. Описана је улога и значај примене унапређених оксидационих процеса у третману вода за уклањање органских загађујућих материја, са основним механизмима ове савремене групе технологија. Дефинисани су основни и специфични циљеви истраживања докторске дисертације.

Комисија сматра да Увод садржи јасан и свеобухватан преглед проблематике и значаја истраживања, са јасно и прецизно дефинисаним циљевима.

ОПШТИ ДЕО. У Општем делу докторске дисертације детаљно је описана проблематика присуства органских полутаната у акватичним екосистемима и животној средини, са посебним нагласком на приоритетне супстанце EU WFD. Описане су физичко-хемијске карактеристике полутаната одабраних за истраживања, хлорованих бензена, са посебним нагласком на 1,2,3-трихлорбензен, и алахлора из групе хлорацетанилидних хербицида. Образложена је њихова примена и значај, доспевање и судбина у животној средини, токсикологија, као и законска регулатива везана за ове супстанце. Образложена је улога унапређених оксидационих процеса у третману вода, у циљу уклањања органских полутаната и заштите животне средине. Детаљно су описани реакциони механизми фотохемијских AOPs, и то UV/H₂O₂ процеса који се заснова на генерисању хидроксил радикала (комбинација UV зрачења са водоник-пероксидом), као и UV/S₂O₈²⁻ и UV/HSO₅⁻ процеса (комбинација UV зрачења са персулфатом-ПС или пероксимоносулфатом-ПМС), који се заснивају на генерисању сулфатних радикала (SR-AOPs). Поглавље обухвата и теоријску подлогу утицаја најзначајнијих процесних фактора, као и параметара квалитета вода на ефикасност и механизам напред поменутих AOPs. Приказан је и литературни преглед истраживања спроведених у циљу уклањања 1,2,3-трихлорбензена и алахлора применом фотохемијских AOPs. Описан је значај комбиноване примене инструменталних метода анализе и токсиколошких тестова за процену квалитета сирове и третиране воде.

Комисија оцењује да је у Општем делу коришћењем савремене литературе дат систематичан преглед проблематике истраживања, почевши од теоријских основа до примене унапређених оксидационих процеса у третману вода, на основу чега Комисија закључује да је кандидат упознат са актуелном проблематиком истраживања и теоријом у овој области.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО. У експерименталном делу докторске дисертације јасно је дефинисан план истраживања и детаљно су описане фазе лабораторијских истраживања. Описана је методологија одабира, припреме и карактеризације водених матрикса коришћених за лабораторијска истраживања. Детаљно је описана методологија извођења фотохемијских експеримената, односно протокола третмана вода у лабораторијским условима применом фотохемијског реактора. Детаљно су описане аналитичке методе

примењене у истраживању, обухватајући квантитативну гаснохроматографску анализу за одређивање садржаја одабраних полутаната, 1,2,3-трихлорбензена и алахлора, као и процедуру „скрининга“, одн. идентификације нуспродуката разградње наведених полутаната у води применом гасне-хроматографије са масеном спектрометријом и јонске хроматографије. Такође је описана методологија одређивања садржаја алдехида и карбоксилних киселина у води, општих физичко-хемијских параметара квалитета воде и методологија фракционисања природних органских материја техником са XAD смолама. Описан је и стандардни протокол извођења токсиколошког теста са бактеријама *Vibrio fischeri*. Такође, описана је и процедура обраде експерименталних података, односно резултата фотодеградације органских полутаната применом кинетичког модела псеудо-првог реда, као и протокол анализе главних компоненти и развој модела за предвиђање процента деградације испитиваних полутаната у зависности од улазних процесних и параметара квалитета вода.

Комисија сматра да Експериментални део докторске дисертације садржи детаљно описане процедуре за извођење експеримената, као и аналитичке методе анализе. Методолошки приступ је адекватан и савремен, као и приступ обради података, чиме је омогућено добијање квалитетних научних резултата у складу са постављеним циљевима истраживања.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА. У поглављу *Резултати и дискусија* резултати истраживања су приказани у складу са постављеним циљевима истраживања, систематично и логичним редоследом. Резултати истраживања су приказани у форми табела и слика, са јасним тумачењем и исцрпном дискусијом. Примењене су адекватне методе, а начин обраде експерименталних података је одговарајући. Поглавље *Резултати и дискусија* садржи четири дела. У *првом делу* приказане су и тумачене карактеристике водених матрикса, и то у лабораторији припремљених синтетичких вода, као и природних вода, који су коришћени за изучавање ефеката унапређених оксидационих процеса. У *другом делу* приказани су резултати испитивања ефеката фотохемијских унапређених оксидационих процеса UV/H_2O_2 , $UV/S_2O_8^{2-}$ и UV/HSO_5^- на деградацију 1,2,3-трихлорбензена у различитим воденим матриксима. У *трећем делу* приказан је ефекат наведених процеса UV/H_2O_2 , и SR-AOPs ($UV/S_2O_8^{2-}$ и UV/HSO_5^-) на фоторазградњу алахлора у води. С обзиром да се ради о структурно различитим полутантима из групе хлорованих бензена и хлорацетанилида, експерименти су спроведени са појединачним компонентама, а не у меши, те су у складу са тим и приказани и интерпретирани резултати истраживања у засебним потпоглављима. У другом и трећем поглављу приказани су и исцрпно дискутовани резултати испитивања утицаја карактеристика синтетичких водених матрикса (хуминске киселине (енг. *humic acids*, HA) и хидрогенкарбонати) и природних вода (утицај ПОМ, алкалитета и неорганских анјона) на разградњу 1,2,3-трихлорбензена и алахлора у води применом AOPs. Поред утицаја водених матрикса, приказани су и дискутовани ефекти различитих процесних параметара као што су: почетна концентрација оксиданата (водоник-пероксида, ПС или ПМС), доза UV зрачења, pH вредност, на ефикасност фоторазградње испитиваних полутаната. Резултати испитивања фоторазградње 1,2,3-трихлорбензена и алахлора у води интерпретирани су и кинетички, применом модела псеудо-првог реда. Извршена је и корелација између константи брзине деградације испитиваних полутаната и параметара водених матрикса, хуминских киселина и хидрогенкарбоната. Приказани су резултати испитивања механизма разградње 1,2,3-трихлорбензена и алахлора, као и природних органских материја присутних у води током испитиваних AOPs. На основу идентификованих интермедијера, предложен је деградациони пут разградње испитиваних полутаната у води. Такође, експериментални резултати су евалуирани и применом

анализе главних компоненти, а предложени су и модели који описују, одн. превиђају разградњу 1,2,3-ТСВ и алахлора у природним водама узимајући у обзир параметре квалитета вода и процесне параметре. Евалуиран је и квалитет сирове и третиране воде применом АОПс са аспекта токсичности, на основу резултата биолошког теста са *Vibrio fischeri* бактеријама. У четвртом делу евалуиран је и дискутован утицај физичко-хемијских карактеристика испитиваних полутаната на брзину разградње 1,2,3-трихлорбензена и алахлора UV/H₂O₂, и SR-AOPs (UV/S₂O₈²⁻ и UV/HSO₅⁻) третманима. У петом делу на основу резултата лабораторијских истраживања спроведена је и процена економске ефикасности, односно трошкова испитиваних третмана.

*Комисија сматра да је поглавље **Резултати и дискусија** написано јасно и прегледно. Резултати истраживања представљају оригинални научни допринос и представљени су систематично и логичним редоследом. Кандидат је свеобухватно и критички приступио обради и дискусији експерименталних резултата, узимајући у обзир актуелне литературне податке и приступе обради података, интерпретирајући их на јасан и студиозан начин.*

ЗАКЉУЧАК. У поглављу *Закључак* издвојени су и сажети најзначајнији резултати истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације и формулисани су јасни закључци, утемељени на добијеним резултатима истраживања, а у складу са постављеним циљевима истраживања.

*Комисија сматра да је поглавље **Закључак** јасно написано, да су закључци изведени на основу резултата истраживања научно засновани и у сагласности са постављеним циљевима докторске дисертације.*

ЛИТЕРАТУРА. Поглавље *Литература* обухвата 209 библиографских јединица наведених абецедним редом. Наведена литература је актуелна и релевантна за испитивану област истраживања.

*Комисија сматра да је **Литература** цитирана у оквиру докторске дисертације актуелна и релевантна, усклађена са проблематиком и постављеним циљевима истраживања.*

Комисија сматра да докторска дисертација у целини има добро систематизовану структуру и план представљања постигнутих научних резултата, који су усклађени са планом и очекиваним резултатима истраживања датим у „Извештају о оцени подобности кандидата, теме и ментора за израду докторске дисертације“. Стога, на основу вредновања свих делова докторске дисертације, Комисија даје позитивну оцену свих делова докторске дисертације.

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

1. Molnar Jazić, J., **Durkić, T.**, Bašić, B., Watson, M., Apostolović, T., Tubić, A., Agbaba, J. (2020) Degradation of a chloroacetanilide herbicide in natural waters using UV activated hydrogen peroxide, persulfate and peroxymonosulfate processes, *Environmental Science: Water Research and Technology*, 6, 2800-2815. <https://doi.org/10.1039/D0EW00358A> (M21)
2. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Watson, M., Bašić, B., Prica, M., Tubić, A., Maletić, S., Agbaba, J. (2020) Application of UV-activated persulfate and peroxymonosulfate processes for the degradation of 1,2,3-trichlorobenzene in different water matrices,

- Environmental Science and Pollution Research*, 28, 59165-59179. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09787-w> (M22)
3. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Kragulj Isakovski, M., Maletić, S., Tubić, A., Dalmacija, B., Agbaba, J. (2019) Ultraviolet/hydrogen peroxide oxidative degradation of 1, 2, 3-trichlorobenzene: influence of water matrix and toxicity assessment, *Environmental Engineering Science*, 36, 947-957. <https://doi.org/10.1089/ees.2019.0020> (M23)
 4. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Agbaba, J., Lončarski, M., Tubić, A., Kragulj Isakovski, M., Dalmacija, B. (2017) Degradacija alahlor u prirodnoj i sintetičkoj vodi primenom direktne UV fotolize i UV/H₂O₂ procesa, *Voda i sanitarna tehnika* 3-4, 55-65. (M51)
 5. Molnar Jazić, J., **Durkić T.**, Kragulj Isakovski, M., Watson, M., Maletić, S., Tubić, A., Agbaba, J. (2018) Uticaj pH vrednosti i vodenog matriksa na UV/H₂O₂ oksidativnu degradaciju 1,2,3-trihlorobenzena, *Voda i sanitarna tehnika* 5-6, 29-37. (M52)
 6. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Agbaba, J., Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Maletić, S., Dalmacija, B. (2017) Photochemical degradation of alachlor in water, *Croatian Journal of Food Science and Technology*. 9 (2), 187-191. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2017.9.2.16> (M53)
 7. Molnar Jazić, J., Agbaba, J., **Durkić, T.**, Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Maletić, S., Dalmacija, B. (2016) Degradation of 1,2,3-trichlorobenzene in synthetic and natural water using LP-UV/H₂O₂ advanced oxidation process. IWA Specialist Groundwater Conference, Conference Proceedings & Book of Abstracts, 09-11 June 2016, Belgrade, Serbia, pp. 228-233. (M33)
 8. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Agbaba, J., Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Rončević, S., Dalmacija, B. (2016) Degradation of 1,2,3-trichlorobenzene in groundwater using UV photolysis and UV/H₂O₂ process, YISAC 2016, 23th Young Investigators' Seminar on Analytical Chemistry, June 28th-July 1st, 2016, Novi Sad, Serbia, Book of abstracts, p. 49. (M34)
 9. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Kulić, A., Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Maletić, S., Agbaba, J., Dalmacija, B. (2016) Effect of UV/H₂O₂ processes on the degradation and toxicity of 1,2,3-trichlorobenzene and its oxidation by-products in water, IBSC 2016, The International Bioscience Conference and the 6th International PSU-UNS Bioscience Conference, September 19-21th, 2016, Novi Sad, Serbia, Book of abstracts, p. 76-77. (M34)
 10. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Tubić, A., Kragulj Isakovski, M., Watson, M., Dubovina, M., Agbaba, J. (2019) Removal of target priority pollutants from water using advanced oxidation processes, 8th International Conference "WATER FOR ALL", ISBN 978-953-7005-59-7, March 21-22, Osijek, Croatia, p. 75. (M34)
 11. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Watson, M., Beljin, J., Maletić, S., Tubić, A., Agbaba, J. (2019) Degradation of 1,2,3-trichlorobenzene in synthetic water during the application of sulfate radical-based advanced oxidation, 17th International conference on chemistry and the environment, 16-20 June, Thessaloniki, Greece. (M34)
 12. Molnar Jazić, J., **Durkić, T.**, Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Rončević, S., Dalmacija, B., Agbaba, J. (2021) Effects of humic substances on the photodegradation of alachlor in UV activated hydrogen peroxide and persulfate processes, 7th International Congress on Engineering, Environment and Materials in Processing Industry EEM 2021, 17-19. March, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of Abstracts. (M34)
 13. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Jevrosimov, I., Tubić, A., Maletić, S., Rončević, S., Agbaba, J. (2021) Degradation of alachlor by UV-C activated peroxymonosulfate treatment: kinetics and water matrices effects, RemTech Europe, International Conference and Exhibition on land and water remediation markets and technologies, 20-24. September 2021, Ispra, Italy. (M34)
 14. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Maletić, S., Agbaba, J.,

- Dalmacija, B. (2018) Degradacija ahlora u vodi primenom fotohemijskih unapređenih oksidacionih procesa, Knjiga radova i apstrakata VI Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine „DOCENT DR MILENA DALMACIJA“, 29-30. mart, Novi Sad, V-09. (M63)
15. Cvetković, N., **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Tomić, R., Kragulj Isakovski, M., Rončević, S., Agbaba, J. (2020) Fotorazgradnja odabranih organskih mikropolutanata tokom tretmana vode. Zbornik radova 41. Međunarodne konferencije „Vodovod i kanalizacija '20“, Kraljevo, Republika Srbija, 13-16. oktobar 2020, str. 215-221. (M63)
16. **Simetić, T.**, Molnar Jazić, J., Jevrosimov, I., Kragulj Isakovski, M., Tubić, A., Rončević, S., Agbaba, J. (2021) Ispitivanje uticaja UV/H₂O₂ unapređene oksidacije i adsorpcije na aktivnom uglju za uklanjanje 1,2,3-trihlorbenzena iz vode. 42. Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija“, Vrnjačka Banja, Republika Srbija, 12-15. Oktobar, Zbornik radova Vodovod i kanalizacija '21, str. 219-224. (M63)
17. **Durkić, T.**, Molnar Jazić, J., Agbaba, J., Tubić, A., Kragulj Isakovski, M. (2018) Competitive study of alachlor removal from water by UV photolysis and UV/persulphate process. 8th Symposium Chemistry and Environmental protection „Envirochem 2018“, Kruševac 30.05.-01.06.2018., str. 137-138. (M64)

VII ZAKЉUČCI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

На основу добијених резултата докторске дисертације изведени су следећи закључци:

- Применом директне UV-C фотолизе алахлор се ефикасније и брже разграђује у ултрачистој дејонизованој води (тј. контролном матриксу) у односу на 1,2,3-TCB. У поређењу са UV фотолизом, знатно ефикаснија деградација оба полутанта (до 99%) постигнута је применом AOPs, при чему степен и брзина разградње опадају следећим низом: UV/S₂O₈²⁻ > UV/HSO₅⁻ > UV/H₂O₂.
- Закључено је да хуминске киселине и хидрогенкарбонати испољавају генерално негативан утицај на ефикасност и кинетику оксидативне разградње 1,2,3-трихлорбензена и алахлора у синтетичком воденом матриксу применом UV-C фотолизе и фотохемијских AOPs. Брзина разградње 1,2,3-TCB и алахлора применом AOPs опада са порастом почетне концентрације HA (2-12 mg C/l DOC) и хидрогенкарбоната (100-500 mg/l) у води, са израженијим инхибиторним ефектом HA. Константа брзине деградације псеудо-првог реда (*k*) опада у следећем низу у односу на процес: UV/S₂O₈²⁻ > UV/HSO₅⁻ > UV/H₂O₂. Најефикаснија разградња 1,2,3-TCB (до 99%) је постигнута применом веће концентрације водоник-пероксида, ПС или ПМС (0,3 mM), док је висок степен разградње алахлора (>90%) забележен и у случају примене ниже концентрације оксиданата (0,03 mM) у комбинацији са оптималном дозом UV зрачења, уз изузетак матрикса са највећом концентрацијом HA (75-85% разградње). Мање изражен инхибиторни ефекат HA и хидрогенкарбоната забележен је применом SR-AOPs, првенствено UV/S₂O₈²⁻, у односу на UV/H₂O₂ процес, услед веће селективности сулфатних него хидроксил радикала према органском супстрату.
- Изучавањем разградње 1,2,3-трихлорбензена и алахлора у природним водама закључено је да ефикасност разградње UV/H₂O₂ и UV/S₂O₈²⁻ процесима опада са порастом pH (5-9,5), док применом UV/HSO₅⁻ процеса ефикасност разградње расте у испитиваном опсегу pH. У опсегу pH 5-7 најефикаснија разградња 1,2,3-TCB у природним водама (>95%) постигнута је применом UV/H₂O₂ процеса, одн. UV/S₂O₈²⁻ процеса у случају алахлора. У базној средини најефикаснија деградација оба полутанта забележена је применом UV/HSO₅⁻ третмана. Закључено је да израженији инхибиторни ефекат на разградњу оба полутанта AOPs третманима испољава матрикс подземне воде, са већим садржајем ПОМ хидрофобније природе

и већим алкалитетом, у односу на површинску воду.

- Евалуирањем ефеката испитиваних синтетичких и природних водених матрикса на ефикасност фотодеградације 1,2,3-ТСВ и алахлора, закључено је да брзина разградње опада следећим редоследом у односу на водени матрикс: контролни матрикс > синтетички матрикс обогаћен хидрогенкарбонатима (100 mg/l > 250 mg/l > 500 mg/l) > синтетички матрикс обогаћен хуминским киселинама (2 mg C/l DOC > 5 mg C/l DOC) ~ површинска вода > подземна вода > синтетички матрикс обогаћен НА (12 mg C/l DOC).
- Анализом главних компоненти утврђено је да на разградњу 1,2,3-ТСВ у природним водама нешто значајнији утицај има почетна концентрација примењених оксиданата у односу на дозу UV зрачења и рН. Утицај процесних параметара на разградњу алахлора је израженији у подземној у односу на површинску воду, при чему рН вредност има највећи утицај на разградњу. Развијени су и предложени предиктивни модели за деградацију 1,2,3-ТСВ и алахлора у природним водама, који омогућавају предвиђање ефикасности разградње органских полутанта (%) узимајући у обзир процесне и параметаре квалитета природних вода.
- Изведени су и закључци о механизму разградње 1,2,3-ТСВ и алахлора, као и ПОМ присутних у испитиваним водама, у присуству различитих оксидационих врста. Оксидативна разградња 1,2,3-ТСВ се одвија преко 2,3,4-трихлорфенола као интермедијера, који се током третмана разграђује до карбоксилних киселина (сирћетна, оксална, малеинска и фумарна), као крајњих оксидационих продуката. Оксидативна разградња алахлора обухвата раскидање и одвајање *N*-метоксиметил и *N*-хлорацетил група, оксидацију арилне етил групе, циклизацију и раскидање веза у бензеновом прстену до карбоксилних киселина (сирћетна, пропионска и оксална), као крајњих продуката. Закључено је да фоторазградња ПОМ резултује смањењем садржаја укупног органског угљеника (за ~40% у површинској, одн. 20% у подземној води; рН 9,5), као и да током АОПс долази до парцијалне оксидације фулвинских киселина и повећања хидрофилног карактерера резидуалних ПОМ. Највећи садржај алдехида детектован је у води третираној UV/H₂O₂ процесом.
- Испитивањем токсичности применом *Vibrio fischeri* теста закључено је да крајњи нуспродукти оксидативне разградње оба полутанта не испољавају значајнију токсичност. Изузеци су забележени у појединим интермедијерним фазама UV/H₂O₂ и UV/HSO₅⁻ третмана синтетичког матрикса обогаћеног НА и природним водама, при чему долази до наглог скока токсичности (максимално до 70%), која са продужењем реакционог времена опада. Пораст токсичности доведен је у везу са оксидативном разградњом ПОМ у води, и могућим формирањем поларнијих и биодоступнијих интермедијера, који нису идентификовани током истраживања.

Закључено је да је висока ефикасност свих испитиваних АОПс у поређењу са директном UV-C фотолизом резултат је оксидативног напада високо реактивних слободних радикала, хидроксил и сулфатних, формираних током UV/H₂O₂ и SR-AOPs, на молекула 1,2,3-трихлорбензена и алахлора. Већа селективност сулфатних радикала у поређењу са хидроксил радикалима имала је позитиван утицај на разградњу алахлора у природним водама, где је највећа ефикасност и брзина разградње при оптималним условима постигнута применом SR-AOPs. Са друге стране, UV/H₂O₂ процес при оптималним условима је био најефикаснији за деградацију 1,2,3-трихлорбензена у води. Евалуирајући добијене резултате са техно-економског и екотоксиколошког аспекта, на основу квалитета обрађене воде, закључено је да UV/S₂O₈²⁻ процес може бити адекватна алтернатива оксидационог третмана UV/H₂O₂ процесу.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Кандидат је присупио обради и интерпретацији експериментално добијених резултата студиозно и темељно. Резултати истраживања представљени су систематично и јасно, интерпретирани применом садржајних табела и графички, тумачени веома детаљно, критички дискутовани и упоређени са доступним научним сазнањима и наводима из цитиране литературе. На основу резултата и дискусије изведени су јасни закључци који пружају адекватне одговоре на задате циљеве докторске дисертације.

Докторска дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма (iThenticate) и утврђен је индекс сличности ("Similarity Index") од 7%. Комисија оцењује да добијени резултат за индекс сличности потврђује оригиналност докторске дисертације.

У складу са наведеним, комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Комисија сматра да је докторска дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Комисија сматра да докторска дисертација садржи све битне елементе оригиналног научно-истраживачког рада.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Докторска дисертација представља оригинални научни допринос на пољу заштите животне средине и третмана вода. Примена савремених унапређених оксидационих процеса из групе SR-AOPs пружа значајне бенефите за разградњу и уклањање из воде структурно различитих органских загађујућих материја 1,2,3-трихлорбензена и алахлора, који се налазе на листи приоритетних супстанци Оквирне Директиве о водама ЕУ. До сада нису детаљно испитивани ефекти карактеристика природних вода, који су специфични за сваки локалитет, и процесних параметара на ефикасност примене наведених процеса. Такође нема довољно доступних података и студија које са више различитих аспеката обједињују ефекте унапређених оксидационих процеса: процесне параметре, карактеристике водених матрикса, као и механизам разградње и токсиколошка испитивања са статистичком обрадом експерименталних резултата и предлогом модела разградње испитиваних полутаната. Резултати добијени истраживањима пружају научно-засновану подлогу за унапређење и примену ових третмана у технолошкој линији обраде воде за пиће, али и за третман отпадних вода, у циљу уклањања приоритетних супстанци.

Комисија оцењује да докторска дисертација кандидата Тајане Симетић садржи све елементе оригиналног научног истраживања.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Комисија није уочила недостатке дисертације који би утицали на резултате истраживања. Комисија сматра да су постављени циљеви у потпуности испуњени.

X ПРЕДЛОГ:

На основу свега наведеног, комисија предлаже да се прихвати позитивна оцена докторске дисертације под називом „Деградација одабраних органских загађујућих материја у води применом унапређених оксидационих процеса” и да се кандидаткињи

Тајани Симетић одобри одбрана.

- а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;
б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);
в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум:

Нови Сад, 21.02.2022.

1. др Јасмина Агбаба, редовни професор

_____, председник

2. др Јелена Молнар Јазић, ванредни професор

_____, члан (ментор)

3. др Срђан Рончевић, редовни професор

_____, члан

4. др Миљана Прица, редовни професор

_____, члан

5. др Александра Тубић, ванредни професор

_____, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.