

**ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ**

35/231
(Број захтева)
16.08.2019.
(датум)

**Образац 2
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА**

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

АНА (Србољуб) ДАЈИЋ, дипломирани инжењер технологије

КАНДИДАТ: **АНА ДАЈИЋ** пријавила је докторску дисертацију под називом:

„Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **24.09.2018.** године, својим актом **61206-4054/2-18**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **АНЕ ДАЈИЋ** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **30.05.2019.** године Одлуком Факултета под бр. **35/194**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Мића Јовановић	Редовни професор у пензији	Хемијско инжењерство
2. Др Слободан Петровић	Професор емеритус	Органска хемија
3. Др Сандра Глишић	Доцент	Хемијско инжењерство
4. Др Марина Михајловић	Научни сарадник	Хемијско инжењерство
5. Др Мирољуб Ацић	Професор емеритус	Машинско инжењерство

Студент је уписан на докторске студије шк. 2010/2011. године.

На захтев студента, у складу са Статутом Универзитета у Београду и Статутом Факултета, декан је донео Решење бр.20/151-1 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 2019/2020. године, с обзиром на то да је била у статусу мировања права и обавеза шк. 2015/2016. године и да је искористила право на прво продужење рока за завршетак студија шк. 2017/2018. године.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **04.07.2019.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

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. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 04.07.2019. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Мића Јовановић, редовни професор у пензији Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Слободан Петровић, професор емеритус Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Сандра Глишић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Марина Михајловић, научни сарадник Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета у Београду, др Мирољуб Ацић, професор емеритус Универзитета у Београду, Машински факултет, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“** коју је поднела АНА ДАЈИЋ, дипл. инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Ане Дајић, под називом **„Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“** Одлуком број: 61206-4054/2-18 од 24.09.2018. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија М21:

1. **A. Dajić**, M. Mihajlović, M. Jovanović, M. Karanac, D. Stevanović, J. Jovanović: *Landfill design: need for improvement of water and soil protection requirements in eu landfill directive*, Clean Techn Environ Policy, vol. 18 (3), 2016, pp. 753-764, (ISSN 1618-954X)(IF= 3,331).

Категорија М22:

1. **Dajić, A.**, Mihajlovic, M., Mandic-Rajcevic, S., Mijin D., Jovanovic M., Jovanovic J., *Improvement of the Textile Industry Wastewater Decolorization Process Using Capillary Microreactor Technology*, Int J Environ Res (2019), vol. 13: pp. 213-222, <https://doi.org/10.1007/s41742-018-0162-3> (IF=1,150)

2. Savić, M., **Veljašević A.**, Jovanović J., Jovanović M., „Kvantifikacija evaporativnih gubitaka nafte i naftnih derivata tokom skladištenja“, Hem. Ind., 2012 DOI:10.2298/HEMIND120301050S, 67 (1) (2013) 165–174, (M23) (IF= 0,562).

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Ане Дајић

Одлуком бр. 35/194 од 30.06.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ане С. Дајић под насловом

„Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње”

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

2010/2011 Кандидаткиња Ана С. Дајић, дипл. инж. технологије, уписала је докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством др Миће Јовановића.

26.10.2015 На молбу кандидата, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Одлуком бр 05-10/41 године одобрен је статус мировања докторских студија због породилског одсуства.

25.06.2018. Кандидаткиња Ана С. Дајић је Наставно – научном већу Технолошко – металуршког факултета предложила тему за израду докторске дисертације под називом „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“.

06.07.2018. На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Одлуком бр 35/238 именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“ у саставу др Мића Јовановић и др Сандра Глишић са Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду и Марина Михајловић из Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета у Београду.

23.08.2018. Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду прихватило је Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“, кандидаткиње Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије. За ментора је именован др Мића Јовановић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

24.09.2018. Одлуком бр. 61206-4054/2-18 ЛД, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме кандидата за израду докторске дисертације под називом „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“.

28.09.2018. На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Одлуком бр 20/151-1 донето је Решење о продужетку рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2019/2020. године.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство за коју је матичан Технолошко – металуршки факултет Универзитета у Београду.

Ментор докторске дисертације, др Мића Јовановић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета у пензији, на основу објављених публикација и искуства компетентан је за вођење докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ана Дајић (рођена Вељашевић) рођена је 09.07.1981. године у Чачку, где је завршила Основну школу „Вук Караџић” и Гимназију. Основне академске студије уписала је школске 2000/2001. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду. На истом факултету дипломирала је у јуну 2010. године на смеру Неорганска хемијска технологија, одбраном дипломског рада на тему „Испитивање хемијске постојаности фосфатног стакла у деминерализованој води” под менторством проф. др Снежане Грујић, са општим успехом 7,79 у току студија. Школске 2010/2011. год. уписала је докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство. У јуну 2018. године пријавила је тему за израду докторске дисертације Научно-наставном већу факултета.

Од јануара 2011. године до данас запослена је у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета у Београду д.о.о и ангажована на пројекту технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, ТР 34009 „*Развој технолошких процеса за третман отпадних вода енергетских постројења применом чистије производње*“. У периоду 2012–2013. година учествовала је у реализацији иновационог пројекта I - 135 „*Развој водонепропусног материјала врхунских особина за изградњу депонија отпада на бази домаћих сировина*“ финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

Ана С. Дајић изабрана је у звање истраживач-сарадник 29.10.2014. године а реизабрана 14.11.2018. године.

Ана С. Дајић је аутор и коаутор више научних радова објављених у врхунском међународном, међународним и часописима од националног значаја, научних и стручних радова саопштених на међународним конференцијама и конференцијама од националног значаја. Посебно значајно, коаутор је бројних техничких решења категорије М80.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије, написана је на 120 страна, укључује 9 табела, 27 слика као и 93 литературна навода. Докторска дисертација садржи седам поглавља: Увод, Теоријски део, Методологија, Резултати и дискусија, Закључак, Литература и Прилози. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику, као и списак коришћених скраћеница, списак слика и списак табела. Кандидат је уз текст дисертације приложио и Биографију са списком објављених радова и податке прописане правилима Универзитета о подношењу докторских дисертација на обраћање. По форми и садржају, написана дисертација задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру ове дисертације проучаване су могућности смањења емисије чврстих и течних загађујућих материја развојем поступака завршног третмана технолошких процеса применом принципа чистије производње.

У *Уводу* је у кратким цртама дат приказ проблематике која је обрађена у дисертацији. Дат је осврт на тему истраживања и област рада, као и на предмет и циљ ове докторске дисертације. Описани су концепти који се уобичајено примењују како би се смањиле емисије у животну средину. Објашњени су појмови чистије производње и најбољих доступних техника који се користе у смањењу и превенцији загађења.

Теоријски део састоји се из четири потпоглавља: „Концепт чистије производње“; „Најбоље доступне технике“; „Смањење утицаја чврстих загађујућих материја на животну средину развојем процеса завршног третмана“; и „Смањење утицаја течних загађујућих материја на животну средину развојем процеса завршног третмана“. У првом потпоглављу дефинисан је појам чистије производње и скренута пажња на њену улогу и значај. У потпоглављу „Најбоље доступне технике“ дефинисан је предметни појам и указано на узајамну повезаност истих (енгл. *Best Available Techniques*, BAT) и чистије производње. У потпоглављу „Смањење утицаја чврстих загађујућих материја на животну средину развојем процеса завршног третмана“ детаљно су описани техничко-технолошки захтеви Директиве о депонијама 1999/31/ЕС (у даљем тексту Директива), описане су најчешће коришћене методе мерења коефицијента водопропусности, описан развој инертног материјала као и тренутно стање на пољу одлагања отпада у Србији. Потпоглавље „Смањење утицаја течних загађујућих материја на животну средину развојем процеса завршног третмана“ садржи анализу конкретних течних загађујућих материја и уобичајени начин њиховог уклањања као и опис нове технологије примењене у предметним истраживањима.

Поглавље *Методологија* састоји се из три потпоглавља: „Полазне хипотезе и циљ истраживања“; „Методологија за развој процеса завршног третмана са циљем смањења утицаја чврстих загађујућих материјала на животну средину“; и „Методологија развоја процеса завршног третмана са циљем смањења утицаја течних загађујућих материја на животну средину“. У потпоглављу „Полазне хипотезе и циљ истраживања“ наведене су хипотезе на којима је истраживање засновано и приказан циљ изведених истраживања, у складу са хипотезама. У потпоглављу „Методологија развоја процеса завршног третмана са циљем смањења утицаја чврстих загађујућих материја на животну средину“ описане су методе смањења утицаја загађујућих материја пројектовањем у складу са BAT и то посебно за заштиту земљишта, вода и ваздуха. У потпоглављу „Методологија развоја процеса

завршног третмана са циљем смањења утицаја течних загађујућих материја на животну средину“ наведени су материјали који су коришћени у припреми симулиране отпадне воде. Приказана је методологија изведених предистражних и истражних испитивања.

Поглавље *Резултати и дискусија* састоји се из два потпоглавља и то: „Резултати истраживања могућности смањења утицаја чврстих загађујућих материја развојем процеса завршног третмана на примеру одлагања отпада“ и „Резултати истраживања могућности пречишћавања отпадних вода из текстилне индустрије развојем завршног третмана“.

У првом потпоглављу дати су резултати компаративне анализе регулатива земаља чланица ЕУ и земаља кандидата. Упоредна анализа регулативе указала је на значајне неуједначености у погледу техничко –технолошких захтева који обезбеђују заштиту животне средине. Пошто се Директива о депонијама посматра као ВАТ за њихово пројектовање, даља разрада елемената би представљала корак ближе примени принципа чистије производње у одлагању отпада. Приказани су предлози за унапређење ВАТ у одлагању отпада.

У потпоглављу Резултати истраживања процеса обезбојавања симулиране отпадне воде загађене бојама приказани су резултати добијени у предистражним и истражним испитивањима у случају уклањања боје *Reactive Orange 16*, *Basic Yellow 28* и *Acid Blue 111*. Приказани су резултати добијени у шаржном и у микрореакторском систему при различитим реакционим условима. У случају шаржног система варирана је концентрација натријум-хипохлорита а у експериментима у микрореакторским системима поред концентрације натријум-хипохлорита вариран је и пројектно решење микрореакторских система. Коефицијенти вискозности измерени су различитим реакционим смешама за потребе прорачуна вредности Рејнолдсовог броја за експерименте у микрореакторским системима. У добијеним производима реакције су, поред садржаја преостале боје, анализирани рН вредност и хемијска потрошња кисеоника. Третман ове врсте отпадне воде у шаржним системима захтева 250-500 пута веће количине NaOCl-а у односу на третман у микрореакторским системима како би се добили упоредиви резултати. Мање количине хипохлорита у процесима уклањања боје у микрореакторским системима у односу на шаржне последица су различитих услова одигравања реакције у овим системима.

У поглављу *Закључак* концизно су изнети постигнути резултати у истраживању са посебним освртом на њихову иновативност и могућност потенцијалне примене, уз наглашавање научног доприноса дисертације. Постигнути резултати истраживања одговарају постављеним циљевима дисертације. Имајући на уму да одлагање отпада може вишеструко загадити животну средину, изведеним испитивањима испитана је потреба за унапређењем ВАТ у области одлагања отпада и пречишћавања симулиране отпадне воде из текстилне индустрије.

На основу преписке са Министарствима надлежним за област заштите животне средине и Агенцијама за заштиту животне средине у Европској Унији, као и прегледом доступних јавних докумената изведен је закључак да постоји потреба за доношењем униформног објашњења захтева Директиве. Анализа поступака за одређивање коефицијента водопрпусности показала је да би Директивом требало дефинисати хидраулички градијент, као физичку величину, која ће бити примењена у процесу испитивања. Закључци изведене анализе могли би да буду искоришћени као научна основа за проширивање одговарајућих ВАТ изменом Директиве у области пројектовања депонија. На основу закључака формулисан је текст којим би било олакшано разумевање циљева Директиве и олакшано њихово транспоноване у националне законе и прописе. Предложени текст укључује нове теме у Директиви важне за процес пројектовања депонија, као што следи:

-Значење појма „вештачки успостављена баријера“ - може бити униформна или композитна облога;

-Дебљина баријере: У случају вишеслојне баријере, заштита коју материјал пружа требало би да буде израчуната а коефицијент водопропусности требало би утврдити за сваки слој посебно. Требало би омогућити једноставан модел прорачуна коефицијента водопропусности композитне облоге. Методу прорачуна требало би укључити у елаборацију на националном нивоу.

-Услови под којима се изводе лабораторијска испитивања коефицијента водопропусности требало би да буду дефинисани. Један од услова је хидраулички градијент, и, чија вредност би требало да буде између 15 и 30.

-Животни циклус: минерална облога требало би да обезбеди заштиту воде и земљишта у трајању од 30 година за доњи и додатних 30 година за горњи слој.

-Заптивна облога-значење и улога-требало би да уђу у текст разраде Директиве.

-Уколико успостављена баријера садржи спојеве, вредност коефицијента водопропусности би требало да буде доказана за сваки посебно.

-Метода за испитивање коефицијента водопропусности требало би да буде стандардизована и испитивања би требало изводити у лабораторији акредитованој у складу са стандардом ISO/IEC 1705.

Изведеним истраживањем у области развоја завршног третмана течних загађујућих супстанци испитана је могућност уклањања боја за текстил из симулиране отпадне воде у шаржним и микрореакторским системима коришћењем разблажених раствора натријум хипохлорита. Процес изведен у микрореакторском систему био је далеко ефикаснији од процеса изведеног у шаржним условима. Циљ је био проналажење оптималних услова за уклањање боје уз коришћење минималних количина хемијских агенаса и са што нижим утрошком енергије и времена. Значајно успешнији резултати обезбојавања постигнути су у микрореакторским системима у односу на шаржне. Било која комбинација пречника и дужине реактора, времена задржавања и брзине протока реакционе смеше показала се далеко успешније у односу на процесе у шаржним системима.

Овако пречишћена отпадна вода задовољава прописе о квалитету воде за испуштање у водопријемнике прописане одговарајућим регулативама и у складу је са принципима чистије производње. Декомпозиција у микрореакторским системима у односу на конвенционалне третмане представља унапређење у складу са принципима чистије производње и то у погледу успешности декомпозиције, смањења потрошње сировина, скраћење времена трајања процеса итд.

У поглављу литература дат је списак коришћене литературе.

У поглављу прилози дати су: кратка биографија кандидата, изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије рада и изјава о коришћењу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата има савремену тему истраживања са акцентом на развоју процеса завршног третмана у складу са принципима чистије производње.

Проблематика заштите животне средине је веома актуелна тема и велики напори се улажу како би се спречила емисија загађујућих материја, насталих као последица индустријске активности, у све медијуме животне средине. Током сваког технолошког поступка настају одређене количине отпадних материјала. Један од начина за успешно смањење емисија је ваљано пројектовање уз поштовање принципа чистије производње. Истовремено, чак и у

системима у којима су успешно примењени принципи чистије производње, поменуте смањене количине отпадних материјала неопходно је третирати у завршним третманима.

Примену чистије производње у процесима технолошког пројектовања завршног третмана на примеру одлагања отпада могуће је остварити прецизнијим дефинисањем ВАТ у овој области.

Током израде дисертације примењене су иновативне технологије, микрореакторски системи који су се показали успешнијим у односу на класичне системе. Предност микрореакторских над класичним системима огледа се у смањењу утrophка сировина што представља једно од начела чистије производње. Применом микрореакторских система у пречишћавању отпадне воде текстилне индустрије може се постићи квалитет који задовољава прописане граничне вредности емисија загађујућих материја за испуштање у водопријемнике. До сада се ова метода за пречишћавање отпадне воде из текстилне индустрије није помињала у литератури. На основу опсежног прегледа литературе, може се закључити да се истраживања у оквиру ове докторске дисертације уклапају у светске трендове и указују на значај и актуелност проучавање проблематике.

Савременост и оригиналност истраживања приказаног у овој дисертацији потврђени су публикавањем научних радова у врхунском међународном часопису, међународним и домаћим часописима, као и бројним саопштењима на скуповима међународног и националног значаја.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току израде докторске дисертације кандидат је извршио детаљан преглед научне и стручне литературе у вези са темом истраживања. Наведено је 98 литературних навода који су коришћени у овој дисертацији. Већина наведене литературе су резултати истраживања објављених у водећим међународним часописима, а обухватају тематику која је од суштинског значаја за израду докторске дисертације. Кандидат је стекао комплетан увид у свим елементима који се односе на феноменологију смањења емисије чврстих и течних загађујућих материја, а посебно у резултате истраживања који су до сада објављивани у оквиру предметне проблематике. Проучавање и анализа наведене релевантне литературе омогућили су да се прикаже стање у испитиваној области, као и да се на основу утврђених недостатака уоче смернице за истраживања спроведена у оквиру ове дисертације. Из образложења предложене теме докторске дисертације и објављених радова у пријави коју је кандидат поднео, као и из приложеног пописа литературе која је коришћена у истраживању, може се закључити да кандидат адекватно познаје предметну област истраживања и актуелно стање истраживања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије, примењене су научне методе студије случаја и експериментална испитивања са циљем провере могућности примене чистије производње у процесима пројектовања завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја.

Резултати литературне обраде могућности примене приступа/метода чистије производње у технолошком пројектовању завршног третмана загађујућих материја су научно разрађени и доказани на примерима завршног третмана загађујућих материја (посебно у сектору депоновања чврстог отпада и сектору третмана отпадних вода) развојем ВАТ.

Дефинисање БАТ у области одлагања отпада представља примену концепта чистије производње у процесима технолошког пројектовања завршног третмана. Аналитички део студије случаја започет је компаративном анализом БАТ захтева из Директиве о депонијама који су уведени у националне прописе земаља ЕУ и других развијених земаља. За потребе извођења компаративне анализе прикупљени су подаци о детаљним захтевима за пројектовање депонија за одлагање отпада из прописа земаља чланица Европске Уније, укључујући и земаље кандидате. На основу резултата поменуте анализе формулисани су предлози решења унапређивања БАТ технолошког пројектовања на међународном и националном нивоу у предметној области.

Истраживањима могућности примене чистије производње у процесима технолошког пројектовања завршног третмана смањењем емисија штетних материја у животну средину на примеру пречишћавања отпадних вода из текстилне индустрије испитана је могућност и успешност уклањања боје за текстил у шаржним и микрореакторским условима. Резултати ове две технологије, класичне и савремене су упоређени и изведени су закључци. Извршена је оптимизација процеса испитивањима утицаја параметара процеса у шаржном и микрореакторском систему. Промена концентрација боје у раствору праћена је UV-Vis спектрометријски и одређивањем хемијске потрошње кисеоника колориметријски.

На основу оваквог приступа као и приказаних резултата у оквиру дисертације предложена је оригинална методологија за смањење емисија чврстих и течних загађујућих материја на животну средину.

3.4. Применљивост остварених резултата

Тематика ове докторске дисертације је веома актуелна и савремена. Резултати добијени током израде тезе имају велики значај како са аспекта технолошког пројектовања тако и са аспекта заштите животне средине.

Чистија производња подразумева промене у понашању, одговорно управљање заштитом животне средине и сталну процену технолошких опција. Применом концепта чистије производње на процес технолошког пројектовања постиже се циљ смањења потрошње сировина и енергије, смањење количина насталог отпада, смањење емисија загађујућих материја односно унапређење стања животне средине. Примена принципа чистије производње обезбеђује смањење количина отпада али не искључује потребу завршног третмана. Докторска дисертација имала је за циљ унапређење процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње.

У случају чврстих загађујућих материја, изведена истраживања као резултат имала су закључак о потреби проширивања техничких захтева Директиве о депонијама новим БАТ.

Докторском дисертацијом испитане су могућности уклањања боје за текстил из симулиране отпадне воде иновативним третманом у микрореакторским системима. Уклањање текстилне боје из раствора воде микрореакторском технологијом успешно је и коришћењем мањих количина сировина у односу на стандардне технологије што је у складу са начелима чистије производње. Уклањање боје из отпадне воде у микрореакторским системима као резултат има пречишћену воду чији квалитет задовољава прописане граничне вредности емисија загађујућих материја.

У оквиру овог научног истраживања постављене су научне основе у технолошком пројектовању којима се постиже смањење емисија чврстих и течних загађујућих супстанци применом принципа чистије производње. На основу резултата истраживања дати су предлози којима се значајно могу смањити емисије ових материја у животну средину.

Посебно би требало истаћи да су резултати истраживања представљених у овој докторској дисертацији примењени у бројним техничким решењима категорије M80.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У свом досадашњем истраживачком и стручном раду, Ана Дајић дипл. инж. техн. показала је смисао за научно-истраживачки рад, самосталност у претраживању литературе, обради релевантних података, информација и резултата, као и способност логичког и синстематичног размишљања и закључивања. На основу досадашњег залагања и постигнутих резултата Комисија је мишљења да кандидат поседује све квалитете неопходне за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултатима истраживања у оквиру ове докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Допринос развоју одговарајућих ВАТ укључујући и елементе одговарајућих националних регулатива како би процеси пројектовања завршног третмана резултирали смањењем емисија.
- Предлози за унапређење текста Директиве (као референтног документа ЕУ за ВАТ завршног третмана чврстог отпада) у областима: 1) својства минералног природног и/или вештачког материјала који обезбеђује непропусност, 2) дебљина слоја коју би требало поставити на депоније према врсти отпада који ће бити одложен, 3) методе за испитивање коефицијента водопропусности, 4) животни век минералне баријере, 5) водопропусност спојева материјала и 6) улога заптивног слоја.
- Равој елемената ВАТ у процесима завршног третмана течног отпада/отпадних вода, применом нових технологија, на примеру процеса уклањања боје из отпадне воде текстилне индустрије. Унапређење параметара успешности декомпозиције, смањење потрошње сировина, скраћивање времена трајања процеса завршног третмана итд. На основу резултата анализе процеса у шаржном и микрореакторском систему дат је предлог решавања проблематике побољшања ВАТ завршног третмана применом принципа чистије производње.

Резултати докторске дисертације значајно доприносе решавању проблематике увођења чистије производње у процесе технолошког пројектовања завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у доступну литературу из ове области, као и добијене резултате, може се констатовати да су током израде ове докторске дисертације коришћене актуелне методе и да су добијени резултати значајни са више научних аспеката.

Резултати докторске дисертације Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије, представљају унапређење постојећих решења применом чистије производње у области технолошког пројектовања завршног третмана, на примерима у области одлагања отпада и у области пречишћавања отпадних вода из текстилне индустрије.

Изведена истраживања резултовала су проценом о потреби измене и/или допуне техничких захтева Директиве новим најбољим доступним техникама, у складу са принципима чистије

производње, како би се смањиле емисије у земљиште и воде. Као резултат формулисани су предлози за измене.

Показано је да се применом микрореакторских системима постиже се значајан степен побољшања ефективности и ефикасности процеса у односу на шаржне системе. Због бројних предности које карактеришу ову технологију, требало би размотрити њену примену као БАТ у овој области.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидаткиња Ана С. Дajiћ је верификовала научни допринос своје докторске тезе публикавањем радова у истакнутим међународним часописима и презентовањем радова на међународним научним скуповима.

Категорија M21:

1. **A. Dajić**, M. Mihajlović, M. Jovanović, M. Karanac, D. Stevanović, J. Jovanović: *Landfill design: need for improvement of water and soil protection requirements in eu landfill directive*, Clean Techn Environ Policy, vol. 18 (3), 2016, pp. 753-764, (ISSN 1618-954X)(IF= 3,331).

Категорија M22:

1. **Dajic, A.**, Mihajlovic, M., Mandic-Rajcevic, S., Mijin D., Jovanovic M., Jovanovic J., Improvement of the Textile Industry Wastewater Decolorization Process Using Capillary Microreactor Technology, Int J Environ Res (2019), vol. 13: pp. 213-222, <https://doi.org/10.1007/s41742-018-0162-3> (IF=1,150)
2. Savić, M., **Veljašević A.**, Jovanović J., Jovanović M., „Kvantifikacija evaporativnih gubitaka nafte i naftnih derivata tokom skladištenja“, Hem. Ind., 2012 DOI:10.2298/HEMIND120301050S, 67 (1) (2013) 165–174, (M23) (IF= 0,562).

Категорија M31:

1. D. Stevanović, S. Mandić-Rajčević, **A. Dajić**, M. Mihajlović, M. Karanac, J. Jovanović, M. Jovanović, „Određivanje i analiza osetljivosti konstante brzine stvaranja metana (k) za procenu potencijala deponijskog gasa kao obnovljivog izvora energije u Srbiji“, Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, 17. i 18. oktobar, Beograd, Srbija (2016), pp. 155-161, ISBN 978-86-81505-80-9.
2. S. Mandić-Rajčević, D. Stevanović, J. Jovanović, M. Karanac, M. Mihajlović, **A. Dajić**, M. Jovanović, „Analiza efekta sistema regionalnih deponija na emisije gasova sa efektom staklene baste u Republici Srbiji“, Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije, 17. i 18. oktobar, Beograd, Srbija (2016), pp. 163-168, ISBN 978-86-81505-80-9.
3. S. Mandić-Rajčević, **A. Dajić**, A. Veljović, M. Jovanović, „Defining the needs and developing an information system for the monitoring and reporting of landfill gas for municipal landfills“, 31st International Congress on Process Industry – Processing '18, June 6–8, 2018, Bajina Bašta, Serbia (2018), pp.223-229, ISBN 978-86-81505-86-1.

Категорија M33:

1. **A. Dajić**, D. Stevanović, M. Karanac, M. Mihajlović, J. Jovanović, D. Mijin, M. Jovanović, „Primena mikrореакторских sistema u zaštiti životne sredine: obezbojavanje otpadnih voda“ 27.međunarodni kongres o procesnoj industriji Procesing '14, 22- 24 septembar, 2014, Beograd Srbija, ISBN 978-86-81505-75-5, pp. 1-6.

2. M. Karanac, M. Mihajlović, **A. Dajić**, D. Stevanović, J. Jovanović, M. Jovanović, „Tehnološki elementi projektovanja deponija” 27.međunarodni kongres o procesnoj industriji Procesing '14, 22- 24 septembar, 2014, Beograd Srbija, ISBN 978-86-81505-75-5, pp. 1-6.
3. M. Karanac, M. Mihajlović, **A. Dajić**, D. Stevanović, J. Jovanović, M. Jovanović, „Upravljanje deponijskim gasom” 27.međunarodni kongres o procesnoj industriji Procesing '14, 22- 24 septembar, 2014, Beograd Srbija, ISBN 978-86-81505-75-5, pp. 1-6.
4. **A. Dajić**, D. Mijin, B. Grgur, M. Mihajlović, M. Jovanović, „Obezbojavanje otpadnih voda iz tekstilne industrije korišćenjem cevnih mikroreaktora”, 28.međunarodni kongres o procesnoj industriji Procesing '15, 4-5. juni, 2015, Indija, Srbija, ISBN 978-86-81505-77-9, pp. 1-6.
5. **A. Dajić**, M. Mihajlović, D. Mijin, J. Jovanović, M. Jovanović, „Ispitivanje mogućnosti uklanjanja sintetskih boja u mikroreaktorskim sistemima”, 30. kongres o procesnoj industriji Procesing '17, 1. i 2. jun, Beograd, Srbija (2017), pp.197-201, ISBN 978-86-81505-83-0.
6. M. Mihajlović, **A. Dajić**, S. Mandić-Rajčević, M. Jovanović, Development of best available technique for industrial landfills closure, International Conference Energy and Ecology Industry EEI2018, October, 10-13, 2018, Belgrade, Serbia, pp. 247-250, ISBN: 978-86-7466-751-4.

Kategorija M52:

1. M. Karanac, M. Jovanović, M. Mihajlović, **A. Dajić**, D. Stevanović, J. Jovanović, Prilog tehnološkom projektovanju deponija u Srbiji, Reciklaža i održivi razvoj, 8 (2015), 27-37, ISSN 1820-7480.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу наведеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије под називом „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“ представља значајан и оригинални научни допринос у датој области, што је потврђено објављивањем радова у часописима међународног значаја. Предмет и циљеви који су постављени су јасно наведени и у потпуности остварени. Оригиналност докторске дисертације је потврђена објављеним радовима у часописима међународног значаја, као и провером оригиналности применом програма iThenticate.

Комисија је мишљења да ова докторска дисертација испуњава све захтеване критеријуме као и да је кандидат током израде дисертације показао научно истраживачку способност у свим фазама израде дисертације.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже Научно-наставном већу Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду да прихвати овај реферат, пружи на увид јавности поднету докторску дисертацију под називом „Развој процеса завршног третмана чврстих и течних загађујућих материја применом принципа чистије производње“ кандидата Ане С. Дајић, дипл. инж. технологије, у законом предвиђеном року, као и да Реферат упути Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да након завршетка процедуре позове кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду 20.06.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Мића Јовановић, редовни професор у пензији
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Слободан Петровић, професор емеритус
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Сандра Глишић, доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Др Марина Михајловић, научни сарадник, Иновациони центар
Технолошко-металуршког факултета у Београду

Др Мирољуб Ацић, професор емеритус
Универзитета у Београду, Машински факултет