

Број захтева: _____

Датум: _____

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Јелене (Васа) Калиновић

КАНДИДАТ: **Јелена (Васа) Калиновић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

МОГУЋНОСТИ КОРИШЋЕЊА ШИПУРКА, ГЛОГА И ТРЊИНЕ У БИОМОНИТОРИНГУ И ФИТОРЕМЕДИЈАЦИЈИ

Из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана **29.01.2018.** године својим актом под бројем **61206-271/2-18** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **МОГУЋНОСТИ КОРИШЋЕЊА ШИПУРКА, ГЛОГА И ТРЊИНЕ У БИОМОНИТОРИНГУ И ФИТОРЕМЕДИЈАЦИЈИ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Јелене (Васа) Калиновић** образована је на седници одржаној **18.04.2019.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-27-3.2.**, у саставу:

Име и презиме члана комисије / звање / научна област / установа у којој је запослен

1. др Снежана Шербула, ред. професор, хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, Технички факултет у Бору, ментор
2. др Снежана Милић, ред. професор, хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, Технички факултет у Бору, члан
3. др Радмила Гарић Груловић, научни саветник, хемијско инжењерство, Институт за хемију, технологију и металургију Београд, члан
4. др Невенка Бошковић Враголовић, ред. професор, хемијско инжењерство, Технолошко металуршки факултет Београд, члан
5. др Дејан Таникић, ван. професор, машинство, Технички факултет у Бору, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **30.05.2019.** године, под бројем: **VI/4-28-5.**

Декан Факултета

Проф. др Нада Штрбац

Прилог:

1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 30. 05. 2019. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Јелене Калиновић**, студента докторских академских студија на Технолошком инжењерству, под називом: „**Могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији**”, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана **29. 01. 2018. године** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

Рад објављен у међународном часопису из категорије M22:

J.V. Kalinovic, S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.S. Milosavljevic, T.S. Kalinovic, M.M. Steharnik; Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol 191, Issue 15 (2019) p.14. (IF(2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242))
(ISSN: 0167-6369 (print); ISSN: 1573-2959 (electronic))

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. Др Снежана Шербула, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
2. Др Снежана Милић, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
3. Др Радмила Гарић Груловић, научни саветник Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију;
4. Др Невенка Бошковић Враголовић, редовни професор Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет;
5. Др Дејан Таникић, ванредни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору.

V Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

VI О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Доставити:

- именованој
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата Јелене Калиновић, мастер инж. технологије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4–27–3.2 од 18.04.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јелене Калиновић под називом: „**Могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији**”. Након прегледа достављене дисертације, пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија подноси следећи:

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Хронологија одобравања и израде дисертације одвијала се следећом динамиком:

✓ **06.12.2017.** - Кандидат Јелена Калиновић, мастер инжењер технологије, пријавила је тему за докторску дисертацију катедри за Хемију и хемијску технологију Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. Наставно–научном већу Техничког факултета у Бору предложена је Комисија за давање мишљења о научној заснованости предложене теме докторске дисертације.

✓ **15.12.2017.** - Одлуком бр. VI/4–10–10.2. Наставно–научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата.

✓ **19.1.2018.** - Одлуком бр. VI/4-11-7.2. Наставно–научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, прихваћен је предлог Комисије о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације, а за ментора је именована др Снежана М. Шербула, редовни професор Техничког факултета у Бору.

✓ **29.01.2018.** - Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду прихватило је извештај Комисије за оцену научне заснованости теме и донело је одлуку (бр.61206-271/2-18) о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације.

✓ **11.04.2019.** - На седници Већа катедре за Хемију и хемијску технологију Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, потврђено је да је кандидат завршио израду докторске дисертације, и Наставно–научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду предложена је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације.

✓ **19.04.2019.** - Одлуком бр. VI/4–27–3.2. Наставно–научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јелене Калиновић, у саставу: проф. др Снежана Шербула, Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду (ментор); проф. др Снежана Милић, Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду (члан); научни саветник др Радмила Гарић-Груловић, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду (члан); проф. др Невенка Бошковић Враголовић, Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду (члан); проф. др Дејан Таникић, Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду (члан).

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „**Могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији**” по предмету истраживања припада научној области **техничко–технолошких наука**, и ужој научној области **технолошко инжењерство**, за коју је Технички факултет у Бору Универзитета у Београду акредитован.

За ментора докторске дисертације одређена је др Снежана Шербула, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. На основу искуства и досад објављених радова др Снежана Шербула је компетентна да руководи израдом докторске дисертације кандидата. Као аутор или коаутор, објавила је 135 радова са рецензијом, од којих је 28 из категорије M20, h-index је 13, укупна цитираност је 577 за 35 документа (Scopus од 16.04.2019.год.)

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јелена Калиновић (девојачко Стројић) рођена је 17.05.1984. године у Бору, где је завршила основну и средњу Техничку школу са одличним успехом. Основне академске студије на Техничком факултету у Бору уписала је 2003. године на одсеку за Неорганску хемијску технологију, смер Инжењерство за заштиту животне средине. Студије је завршила 2008. године са просечном оценом 8,19 и оценом 10 (десет) на завршном раду. Исте године, уписала је дипломске академске студије на студијском програму Технолошко инжењерство на матичном факултету. Дипломске академске студије је завршила 08.10.2010. године са просечном оценом 9,50 у току студија и оценом 10 (десет) на дипломском раду, чиме је стекла академски назив мастер инжењер технологије. Докторске академске студије, уписала је 2010. године на Техничком факултету у Бору, одсек Технолошко инжењерство.

Од октобра 2008. године Јелена Калиновић радила је на Техничком факултету у Бору, у звању сарадника у настави, а од 2010. до јуна 2018. године у звању асистента. Била је

ангажована са пуним радним временом на основним и дипломским академским студијама на одржавању вежби из предмета Неорганска хемија, Технологија воде, Органске загађујуће материје, Загађење и заштита ваздуха, Загађење и заштита земљишта и Анализа технолошких процеса и заштита животне средине.

Кандидат Јелена Калиновић била је ангажована на два пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, у пројектном циклусу са почетком 2011. године, под називима:

1) „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности” (број пројекта ИИИ 46010, подпројекат 7);

2) „Усавршавање технологија експлоатације и прераде руде бакра са мониторингом животне и радне средине у РТБ Бор група” (број пројекта ТР 33038).

Учествовала је у пројекту Центра за промоцију науке у Бору, у оквиру Каравана науке „Тимочки Научни Торнадо – ТНТ” одржаног 2017. године, који спроводи Друштво младих истраживача Бор.

Била је члан организационог одбора међународне конференције EcoTER (Ecological Truth and Environmental Research), која је била одржана 2018. године.

Истраживачка интересовања кандидата Јелене Калиновић припадају областима загађења и заштите животне средине, мониторинга и биомониторинга аерозагађења и фиторемедијације. Аутор је или коаутор 10 радова публикованих у водећим међународним часописима из категорије M20, 5 радова публикованих у часописима националног значаја из категорије M50, 31 саопштења са конференција међународног значаја, 5 саопштења са конференција националног значаја, 1 поглавља у монографији националног значаја, као и 7 поглавља у монографијама међународног значаја.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Јелене Калиновић под називом: **„Могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији”**, написана је на 193 стране (без прилога), са 91 табелом, 72 слике, и 132 литературних цитата. Дисертација је састављена од 9 поглавља:

1. Увод
2. Теоријски део
3. Литературни преглед досадашњих истраживања
4. Основне хипотезе и циљ рада
5. Материјали и методе рада
6. Резултати и дискусија
7. Закључак
8. Литература
9. Прилози

На почетку дисертације приказани су подаци о ментору и члановима комисије, дат је Сажетак на српском и енглеском језику. На крају дисертације, у прилозима, дата је кратка

биографија кандидата, потписане изјаве кандидата о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и коришћењу докторске дисертације, као и оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације.

По својој форми, садржају, добијеним резултатима, ова докторска дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу **Увод** описан је проблем загађења животне средине различитим елементима и токсичним супстанцама које се емитују из антропогених активности. Указано је на значај коришћења биомониторинга и фиторемедијације као иновативних и економски прихватљивих метода. Употребом биолошких материјала, биомониторинг пружа информације о загађењу одређеног подручја, док се методама фиторемедијације загађени медијуми могу обновити.

Друго поглавље **Теоријски део** састоји се од 6 потпоглавља. Дат је кратак осврт на значај и садржај есенцијалних и неесенцијалних елемената у биљкама. Табеларно су приказане концентрације анализираних елемената у лишћу биљака које су према литератури дефицитарне, нормалне и токсичне. Објашњено је усвајање елемената у биљкама пореклом из ваздуха, као и принципи на којима се заснива биомониторинг. Дате су дефиниције биомонитора, као и пасивних и активних биоиндикатора. Наведене су карактеристике биљака које су погодне за коришћење у биомониторингу. Описано је усвајање елемената од стране биљака из земљишта, које је условљено различитим факторима, чији утицај на садржај елемената у биљкама може бити значајан. Приказана је подела биљака на основу усвајања различитих концентрација елемената из земљишта на индикаторе, ексклудере и акумулаторе. Дефинисани су принципи и методе фиторемедијације које су безбедне и економичне у односу на традиционалне технике санације контаминираних земљишта. Наведене су предности и мане фиторемедијационих метода. Граничне и ремедијационе вредности елемената које су дефинисане правилником Републике Србије, а које указују на контаминацију земљишта, дате су табеларно.

У поглављу **Литературни преглед досадашњих истраживања** графички је дат број објављених научних радова према кључним речима претраживања „*Rosa spp.*”, „*Crataegus spp.*” и „*Prunus spp.*” по годинама и областима истраживања. Биљне врсте шипурак, глог и трњина у највећој мери истражују се у области пољопривреде и биолошких наука, док су врло мало заступљене у области заштите животне средине. Анализиран је утицај антропогених извора загађења на садржај елемената у деловима испитиваних биљних врста. Табеларно су приказане концентрације одређених елемената у опраном и неопраном лишћу и плодовима шипурка, глога и трњине који су узорковани у загађеним и незагађеним областима.

Основне хипотезе и циљ рада је поглавље у којем су дефинисани циљеви, предмет истраживања и хипотезе докторске дисертације. Један од циљева ове докторске дисертације био је добијање потпунијих информација о стању животне средине праћењем загађујућих супстанци у биљкама и земљишту из зоне корена одабраних биљака. Главни предмет истраживања односио се на испитивање могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу ваздуха и фиторемедијацији земљишта, узоркованим на местима која су на различитим удаљеностима од рударско-металуршког комплекса. Основне хипотезе

дисертације односе се на коришћење шипурка, глога и трњине у пасивном биомониторингу, увид у концентрације испитиваних елемената у деловима одабраних биљака, као и могућности коришћење шипурка, глога и трњине у сврхе фиторемедијације загађеног земљишта.

У поглављу **Материјали и методе рада** описано је испитивано подручје Бора и околине са нагласком на рударско-металуршку производњу бакра. Дефинисани су доминантни извори загађења (топионица бакра, површински копови, одлагалишта раскривке са површинских копова и флотацијска јаловишта), и дат је преглед метеоролошких параметара, загађења ваздуха сумпор–диоксидом, суспендованим честицама и таложним материјама. Наведени су критеријуми према којима су изабране биљне врсте, и зоне односно места узорковања биљног материјала и земљишта. Описана је процедура узорковања биљног материјала и земљишта, припреме узорака за физичко–хемијску анализу, одређивања садржаја органских материја у земљишту, одређивања активне и потенцијалне киселости земљишта, поступак дигестије и начин одређивања концентрација испитиваних елемената у узорцима. На крају поглавља су наведене статистичке методе обраде података, и дефинисана је анализа биолошких фактора, као и критеријуми који требају бити испуњени да би биљка била погодна за сврхе фиторемедијације.

Шесто поглавље **Резултати и дискусија** је најопширније и састоји се од четири потпоглавља, кроз која је дата детаљна анализа добијених података. Приказани су резултати о киселости и садржају органских материја у земљишту из зоне корена шипурка, глога и трњине. Концентрације испитиваних елемената у земљишту (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb и Zn), упоређиване су са граничним и ремедијационим вредностима датим у правилнику Републике Србије, на основу којих је утврђена контаминација земљишта. На основу вредности фактора обогаћења земљишта анализираним елементима, утврђен је степен контаминације земљишта у односу на контролну зону. На основу анализе корелација између концентрација елемената у земљишту из зоне корена шипурка, глога и трњине и параметара земљишта, као и између самих елемената, утврђена је њихова међусобна веза. Статистичке значајности разлика концентрација елемената у земљишту шипурка, глога и трњине између контролног и осталих места узорковања, допринеле су доношењу закључка о пореклу елемената. У потпоглављу о могућностима коришћења биљног материјала шипурка, глога и трњине у биомониторингу загађења ваздуха, приказане су концентрације анализираних елемената у деловима одабраних биљних врста (корен, гране, плодови, опрано и неопрано лишће) према местима узорковања. Утврђено је на којим местима узорковања су детектоване највеће концентрације елемената у биљном материјалу. Концентрације елемената у опраном лишћу упоређиване су са дефицитарним, нормалним и токсичним вредностима. Наведено је који су делови биљака најпогоднији за коришћење у биомониторингу. Израчунате вредности фактора обогаћења биљног материјала, указале су на повећане концентрације елемената у деловима одабраних биљака, као и на места узорковања која су под већим утицајем загађења из антропогених активности. Ради утврђивања количине атмосферске депозије на лишћу испитиваних биљних врста, одређене су разлике концентрација елемената у неопраном и опраном лишћу, као и нивои статистичких значајности добијених разлика. Потврђено је да су разлике концентрација елемената у неопраном и опраном лишћу шипурка, глога и трњине, биле највеће у зонама које су под утицајем загађења, док је ефекат прања лишћа био најизраженији за Cu, Fe и Al. На основу анализе корелација између концентрација елемената у биљном материјалу утврђена је веза између концентрација елемената у опраним и

неопраним деловима одабраних биљака, која је указивала на заједничко порекло елемената. Анализом биолошких фактора процењена је способност биљака да усвајају елементе из земљишта или транслокације елемената кроз биљку. Анализом корелација између концентрација елемената у земљишту и опраним деловима биљака утврђена је међусобна веза. На основу вредности биоконцентрационог фактора, транслокационог фактора и биолошког коефицијента апсорпције утврђена је могућност коришћења шипурка, глога и трњине у фиторемедијацији (фитоекстракција и/или фитостабилизација) загађеног земљишта.

У оквиру поглавља **Закључак**, на пет страна изведени су најважнији закључци проистекли на основу резултата и дискусије истраживања у оквиру докторске дисертације.

У поглављу **Литература** дат је алфаветски преглед коришћене литературе, у виду 126 референци које су цитиране кроз текст докторске дисертације.

На крају дисертације дати су **Прилози**.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Значај коришћења биљака у сврхе биомониторинга је велики, јер оне указују на кумулативно загађење, биодоступност токсичних супстанци и адаптацију биљних врста у срединама са различитим степеном загађења. Биомониторинг је метода која је иновативна, економски исплатива и погодна за праћење стања животне средине. Анализом садржаја елемената у биљном материјалу, доказано је да биљке могу да укажу на ниво загађења ваздуха и земљишта.

У овој докторској дисертацији испитивана је могућност коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији, узоркованим на различитим удаљеностима од рударско-металуршког комплекса. Како се шипурак, глог и трњина као самоникле и веома отпорне врсте употребљавају у исхрани али и као лековито биље, истраживање могућности њиховог коришћења у сврхе биомониторинга и фиторемедијације може бити значајно. Осим биомониторинга и фиторемедијације, сагледане су могућности акумулације и транслокације елемената у деловима биљака, као и ефекат прања лишћа у циљу утврђивања количине атмосферске депозиције. Потенцијал одабраних биљних врста као монитора загађења анализиран је и коришћењем статистичких метода. Добијени резултати током истраживања у оквиру докторске дисертације представљају свеобухватан приступ проблематици детекције и праћења загађујућих супстанци пореклом из рударско-металуршких активности, и у складу су са актуелним проблемима из области ремедијације земљишта. Испитивање загађења животне средине употребом биљака, као и испитивање могућности њихове примене у санацији загађеног земљишта, представља значајан и оригиналан допринос савременим научним истраживањима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током истраживања и израде докторске дисертације, кандидат је истражио постојећу релевантну литературу и навео радове који су у оквиру области теме. Већина навода је новијег датума и представља радове објављене у врхунским међународним часописима, што указује на актуелност теме докторске дисертације. У наставку извештаја наведене су неке од најзначајнијих публикација које су коришћене у дисертацији:

- ✓ Başgel S., Erdemoğlu S. B.; Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science of the Total Environment*, 359 (2006) 82–89.
- ✓ Demir F., Özcan M.; Chemical and technological properties of rose (*Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 47 (2001) 333–336.
- ✓ Desideri D., Meli M. A., Roselli C.; Determination of essential and non-essential elements in some medicinal plants by polarised X ray fluorescence spectrometer (EDPXRF). *Microchemical Journal*, 95 (2010) 174–180.
- ✓ Ghaderian S. M., Ravandi A. A. G.; Accumulation of copper and other heavy metals by plants growing on Sarcheshmeh copper mining area, Iran. *Journal of Geochemical Exploration*, 123 (2012) 25–32.
- ✓ Kabata-Pendias A., Pendias H.; Trace elements in soils and plants. Third edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2001.
- ✓ Markert B., Wappelhorst O., Weckert V., Herpin U., Siewers U., Friese K., Breulmann G.; The use of bioindicators for monitoring the heavy-metal status of the environment. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 240 (2) (1999) 425–429.
- ✓ Mingorance M. D., Valdés B., Oliva S. R.; Strategies of heavy metal uptake by plants growing under industrial emissions; *Environment International*, 33 (2007) 514–520.
- ✓ Nouri J., Lorestani B., Yousefi N., Khorasani N., Hasani A. H., Seif F., Cheraghi M.; Phytoremediation potential of native plants grown in the vicinity of Ahangaran lead–zinc mine (Hamedan, Iran). *Environmental Earth Sciences*, 62 (2011) 639–644.
- ✓ Özcan M. M., Ünver A., Uçar T., Arslan D.; Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction. *Food Chemistry*, 106 (2008) 1120–1127.
- ✓ Randjelovic S. S., Kostic D. A., Stojanovic G. S., Mitic S. S., Mitic M. N., Arsic B. B., Pavlovic A. N.; Metals content of soil, leaves and wild fruit from Serbia. *Cent. Eur. J. Chem.*, 12 (11) (2014) 1144–1151.
- ✓ Reglero M. M., Monsalve-González L., Taggart M. A., Mateo R.; Transfer of metals to plants and red deer in an old lead mining area in Spain. *Science of the Total Environment*, 406 (2008) 287–297.
- ✓ Rucandio M. I., Petit-Domínguez M. D., Fidalgo-Hijano C., García-Giménez R.; Biomonitoring of chemical elements in an urban environment using arboreal and bush plant species. *Environ Sci Pollut Res*, 18 (2011) 51–63.
- ✓ Shah K., Nongkynrih J. M.; Metal hyperaccumulation and bioremediation. *Biologia plantarum*, 51 (4) (2007) 618–634.
- ✓ Shahid M., Dumat C., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N. K.; Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 325 (2017) 36–58.

- ✓ Vural A.; Biogeochemical characteristics of *Rosa canina* grown in hydrothermally contaminated soils of the Gümüşhane Province, Northeast Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187 (2015) 486.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији коришћене су методе које се сматрају адекватним за истраживања у оквиру теме дисертације. Узорковање и припрема биљног материјала и земљишта обављена је стандардним процедурама које су усвојене у овој, и сличним областима истраживања, и које су објашњене у научној литератури. За остваривање претходно постављених циљева, коришћене су методе: узорковања земљишта и биљног материјала на испитиваном подручју, припреме узорака земљишта и биљног материјала, одређивања физичко-хемијских особина земљишта, одређивање концентрација елемената у земљишту и биљном материјалу и обраде добијених резултата.

Узорковање биљног материјала и земљишта из зоне корена анализираних биљака спроведено је у складу са прописаним критеријумима, који се тичу места узорковања, избора биљних врста, процедура узорковања и складиштења узорака. Елементи за анализу су одабрани на основу састава загађујућих супстанци пореклом из доминантних извора загађења на испитиваном подручју.

Физичко–хемијској анализи земљишта претходило је сушење, сејање и млевење класификованих узорака. Садржај органских материја у земљишту одређен је гравиметријском методом губитка масе на температури од 450°C у пећи за жарење, док је анализа активне и потенцијалне киселости земљишта урађена према ISO стандарду 10390:2005, у суспензији земљишта и дестиловане воде, односно земљишта и раствора KCl. Киселост земљишта мерена је рН–метром са комбинованом стакленом електродом. Дигестија узорака земљишта и биљног материјала обављено је према методи Америчке агенције за заштиту животне средине US EPA 3050B. Дигестија узорака земљишта изведена је у царској води, док је дигестија биљног материјала вршена у смеси HNO_3 и H_2O_2 у микроталасној пећници у контролисаним условима. Одређивање концентрација елемената Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb и Zn у узорцима, извршено је на атомском емисионом спектрометру са индуковано спрегнутом плазмом (ICP–AES), чија употреба у оваквој врсти истраживања представља стандардну процедуру. Припрема узорака земљишта и биљног материјала обављена је на Техничком факултету у Бору на катедрама за Неорганску хемијску технологију и Припрему минералних сировина. Микроталасно растварање и хемијска анализа узорака урађена је у акредитованој лабораторији Института за рударство и металургију у Бору. Анализирање добијених резултата у оквиру докторске дисертације остварено је према критеријумима и моделима који се користе у научним радовима из области биомониторинга и фиторемедијације. За обраду података коришћене су непараметарске технике статистичког софтвера. Примењене методе у дисертацији су адекватне за дату врсту истраживања и користе се у истраживањима објављеним у најновијим публикацијама у међународним часописима са импакт фактором.

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу прегледане доступне научне литературе утврђено је да постоји врло мало литературних података о коришћењу шипурка, глога и трњине у области заштите животне средине.

На основу резултата добијених током израде дисертације, закључује се да је остварен значајан допринос у области биомониторинга и фиторемедијације земљишта на подручју под директним утицајем загађујућих супстанци пореклом из рударско-металуршке производње бакра. Значајан број места узорковања око различитих извора загађења на испитиваном подручју, као и анализа појединачних делова испитиваних биљних врста, представљају велику предност истраживања у поређењу са литературним подацима у овој области. С обзиром да су резултати до којих је дошао кандидат проистекли из реалних услова загађења животне средине, закључује се да је практична примена резултата у областима са сличним изворима загађења могућа. Применом метода коришћених у овом истраживању, може се оценити и могућност уласка испитиваних елемената у ланац исхране.

Наредна истраживања могу бити усмерена на испитивање могућег смањења загађења животне средине Бора и околине, услед почетка рада нове топионице бакра и фабрике сумпорне киселине, помоћу шипурка, глога и трњине али и других биљних врста. Такође, акценат будућих истраживања може бити на проналажењу погоднијих биљних врста за фиторемедијацију загађеног земљишта.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, публикован научни рад, претходно учешће у реализацији научно–истраживачких пројеката, као и велики број досадашњих објављених радова указују на способност кандидата Јелене Калиновић за самостални научни рад, као и за активно учешће у тимском раду. Кандидат је током израде дисертације у потпуности овладао методологијом научно–истраживачког рада.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове дисертације остварен је значајан научни допринос у области примене одабраних биљних врста у биомониторингу и фиторемедијацији. Научни допринос дисертације огледа се у следећем:

- ✓ утврђивању садржаја Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb и Zn у узорцима земљишта и биљног материјала шипурка, глога и трњине (корен, гране, плодови, опрано и неопрано лишће);

- ✓ утврђивању обогаћења земљишта и биљног материјала испитиваним елементима у поређењу са узорцима из контролне зоне узорковања;
- ✓ утврђивању статистички значајних разлика концентрација елемената у узорцима из контролне зоне узорковања у поређењу са осталим зонама;
- ✓ анализи концентрација елемената у узорцима опраног и неопраног лишћа испитиваних биљних врста у циљу одређивања атмосферске депозиције;
- ✓ анализирању могућности употребе изабраних биљних врста за оцену стања животне средине техником биомониторинга, у областима које су директно или индиректно изложене загађењу;
- ✓ одређивању порекла испитиваних елемената у биљкама (ваздух и/или земљиште) на основу вредности биолошких фактора;
- ✓ утврђивању могућности коришћења неке од изабраних биљака за санацију загађених земљишта неким од метода фиторемедијације;
- ✓ добијању података о загађењу животне средине Бора и околине.

Резултати докторске дисертације имају значајан допринос у науци о животној средини, јер се биомониторинг и фиторемедијација сматрају „зеленим технологијама” у којима биљке представљају економски оправдане ресурсе.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Постављени циљеви и задаци истраживања у дисертацији остварени су у потпуности. Добијени резултати експерименталног истраживања пружају корисне информације везане за детекцију, праћење, као и дистрибуцију загађујућих супстанци у животној средини. Ово истраживање се сматра значајним, јер литературних података везаних за коришћење шипурка, глога и трњине у области заштите животне средине, има јако мало, нарочито на подручјима која су загађена емисијама из рударско-металуршке производње. Анализа надземних и подземних делова одабраних биљака доприноси комплетнијем тумачењу резултата.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације је верификован кроз публикацију у научном часопису из категорије M20. Објављивање још два научна рада у часописима са импакт фактором и саопштења на конференцијама са међународним учешћем су у току.

Рад објављен у међународном часопису из категорије M22:

J.V. Kalinovic, S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.S. Milosavljevic, T.S. Kalinovic, M.M. Steharnik; Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol 191, Issue 15 (2019) p.14.

(IF(2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242))

(ISSN: 0167-6369 (print); ISSN: 1573-2959 (electronic))

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата **ЈЕЛЕНЕ КАЛИНОВИЋ**, мастер инжењера технологије, под називом „**Могућности коришћења шипурка, глога и трњине у биомониторингу и фиторемедијацији**”, представља савремен, оригиналан и значајан научни допринос у области заштите животне средине. Комисија закључује да је урађена дисертација написана према стандардима научно–истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, као и Статутом Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. У дисертацији, предмет и циљеви истраживања су јасно наведени и остварени, а приказани резултати су применљиви у пракси. На основу прегледане докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације закључује, да кандидат **ЈЕЛЕНА КАЛИНОВИЋ**, мастер инжењер технологије, испуњава све законске и остале услове за одбрану докторске дисертације и предлаже Наставно–научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, да се дисертација прихвати, изложи на увид јавности у законски предвиђеном року и упути на усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану.

У Бору, април 2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Снежана Шербула, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултету Бору

.....
Др Снежана Милић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултету Бору

.....
Др Радмила Гарић-Груловић, научни саветник
Универзитет у Београду, Институт за Хемију, Технологију и Металургију

.....
Др Невенка Бошковић Враголовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет у Београду

.....
Др Дејан Таникић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултету Бору