

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **БИОМОНИТОРИНГ ТЕШКИХ МЕТАЛА У ОБЛАСТИМА ЗАГАЂЕНИМ РУДАРСКО-МЕТАЛУРШКИМ АКТИВНОСТИМА КОРИШЋЕЊЕМ ВОЋНИХ ВРСТА: ДИВЉА КУПИНА, ВИНОВА ЛОЗА, ВИНОГРАДАРСКА БРЕСКВА И ЈАБУКА**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Технолошко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Маја (Мирко) Нујкић**
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Технички факултет у Бору**
3. Година дипломирања: **2010.**
4. Назив магистарске тезе кандидата:
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:
6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **21.04.2016.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Драгана Живковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-8-9
Бор, 21. 04. 2016. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 21. 04. 2016. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Маје Нујкић**, мастер инж. технологије.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: „Биомониторинг тешких метала у областима загађеним рударско-металуршким активностима коришћењем воћних врста: дивља купина, винова лоза, виноградарска бресква и јабука“.

III За ментора се именује др Миле Димитријевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Доставити:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Драгана Живковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет: Оцена научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње
Маје Нујкић**

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору бр. VI/4–7-7 на седници од 24.03.2016.године, именованисмо за чланове Комисије за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације кандидаткиње Маје Нујкић под називом: **„Биомониторинг тешких метала у областима загађеним рударско-металуршким активностима коришћењем воћних врста: дивља купина, винова лоза, виноградарска бресква и јабука“**. Предложена тема спада у научно поље техничко-технолошких наука и припада научној области Технолошко инжењерство, за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме на сва три нивоа студија. На основу расположивог материјала Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Општи биографски подаци

Маја Нујкић (девојачко Љубић) је рођена 01.05.1978. године у Бору где је завршила основну и средњу школу. Студије хемијске технологије на Техничком факултету у Бору је уписала 2002.године, а завршила 2008. године на смеру Инжењерство за заштиту животне средине са просечном оценом 8,42 и оценом 10 на дипломском раду. Исте године уписала је и дипломске академске студије на студијском програму Технолошко инжењерство на матичном факултету. Дипломске академске студије је завршила 19.07.2010. године са оценом 10 на дипломском и просечном оценом 9,33 у току студија, чиме је стекла академски назив дипломирани инжењер технолошког инжењерства–мастер. Докторске академске студије, одсек Технолошко инжењерство, је уписала 2010. године на Техничком факултету у Бору.

Од октобра 2008. године Маја Нујкић ради на Техничком факултету у Бору као сарадник у настави, а од 2010. године у звању асистента на студијском програму Технолошко инжењерство. У оквиру наставне активности тренутно је ангажована на основним академским студијама на следећим предметима: Физичка хемија, Основи инструменталних метода и Заштита животне средине. На основу анонимно спроведене анкете у циљу оцењивања рада наставника и сарадника добила је просечну оцену 4,63.

1.2. Сечено научно-истраживачко искуство

Кандидаткиња Маја Нујкић је уписала докторске академске студије 2010. године на студијском програму Технолошко инжењерство, где је положила све испите са просечном оценом 9,66 и стекла право да пријави тему за израду докторске дисертације.

Списак положених испита:

1. Одабрана поглавља хемијске кинетике (15 ЕСПБ)
2. Наука о материјалима (15 ЕСПБ)
3. Теорија корозионих процеса (15 ЕСПБ)
4. Заштита животне средине (15 ЕСПБ)
5. Третман чврстог отпада (15 ЕСПБ)
6. Докторска дисертација-дефинисање теме (15 ЕСПБ) (Семинарки рад са теоријским основама за дефинисање теме под називом: „Тешки метали у воћним врстама са контаминираних подручја“)

Током мастер и докторских студија учествовала је на више домаћих и међународних конференција, које се баве актуелним проблемима из области биомониторинга и заштите животне средине. Аутор је или коаутор више радова саопштених на националним и међународним конференцијама и аутор или коаутор неколико радова штампаних у часописима са SCI листе.

1.2.1 Списак објављених и саопштених радова

Радови објављени у часописима међународног значаја (M20):

✓ **Публиковани радови у врхунском међународном часопису категорије (M21):**

1. Alagić S. Č., Tošić S. B., Dimitrijević M. D., Antonijević M. M., Nujkić M. M.,: *Assessment of the quality of polluted areas based on the content of heavy metals in different organs of the grapevine (Vitis vinifera) cv. Tamjanika*, Environmental Science and Pollution Research, 22 (2015) 7155–7175. (IF (2014)=2,828 (Environmental Sciences 54/223)) ISSN 0944-1344

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-014-3933-1#/page-1>

2. Tošić S., Alagić S., Dimitrijević M., Pavlović A., **Nujkić M.**, *Plant parts of the apple tree (Malus spp.) as possible indicators of heavy metal pollution*, Ambio: a journal of the human environment, (2015), DOI 10.1007/s13280-015-0742-9. (IF (2014) = 2,641 (Engineering, Environmental (13/47), Environmental Sciences 64/223))
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13280-015-0742-9#/page->

✓ **Публиковани радови у истакнутом међународном часопису категорије (M22):**

1. Dimitrijević M. D., **Nujkić M. M.**, Alagić S. Č., Milić S., Tošić S. B.: *Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex*, International Journal of Environmental Science and Technology, 13 (2016) 615-630.(IF (2014)=2,190 (Environmental Sciences 86/223))
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13762-015-0905-z>
2. **Nujkić M.**, Dimitrijević M., Alagić S., Tošić S., Petrović J.: *Impact of metallurgical activities on the content of trace elements in the spatial soil and plant parts of Rubus fruticosus L.*, Environmental Science Processes & Impacts, (2016), doi: 10.1039/c5em00646e.(IF (2014)=2,171 (Environmental Sciences 87/223))
<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2016/em/c5em00646e>
3. Antonijević M., Dimitrijević M., Milić S. and **Nujkić M.**, *Metal concentrations in the soils and native plants surrounding the old flotation tailings pond of the Copper Mining and Smelting Complex Bor (Serbia)*, Journal of Environmental Monitoring, 14 (2012) 866-877. (IF (2014)=2,171 (Environmental Sciences 87/223). (ISSN 1464-0325)
<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2012/em/c2em10803h>

✓ **Публиковани радови у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком(M24):**

1. Ljubić D., Stamenović M., Smithson C., **Nujkić M.**, Međo B., Putić S., *Time - temperature superposition principle – Application of WLF equation in polymer analysis and composites*, Zaštita materijala, 4 (2014) 395-400. (IF (2014) = 0.815 (ISSN 0351-9465))
<http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0351-9465/2014/0351-94651404395L.pdf>
2. Alagić S. Č., **Nujkić M. M.**, Dimitrijević M. D., *Strategije biljaka u borbi protiv fitotoksičnih koncentracija metala kao ključni preduslov uspješne fitoremedijacije: Ekskluderi i hiperakumulatori, deo II*, Zaštita materijala, 4 (2014) 435-440. (IF (2014) = 0.815(ISSN 0351-9465))
http://idk.org.rs/wp-content/uploads/2015/04/z-m_broj_4_13.pdf
3. Ljubić D., Stamenović M., Smithson C., **Nujkić M.**, Petrovic J., Putic S., *Organoclay-Polymer Nanocomposites*, Zaštita materijala, 2 (2014) 127-132. (IF (2014) = 0,815(ISSN 0351-9465)
http://idk.org.rs/wp-content/uploads/2015/04/zastita_materijala_broj_2_2014_02.pdf
4. Brkić D., Ljubić D., **Nujkić M.**, Stamenović M., *Poly(lactic acid) modification for the sustainable use of bio-plastic packaging*, Ecologica, 76 (2014) 773-778. (ISSN 0354-3285)

5. Alagić S. Č., Dimitrijević M. D., Tošić S. B., Milić S., **Nujkić M. M.**: *Sadržaj gvožđa u plodovima jabuka i kupina koje prirodno rastu u neposrednoj blizini topionice bakra u Boru*, Ecologica, 22 (2015) 503-507.(ISSN 0354-3285).
<http://www.ecologica.org.rs/wp-content/uploads/2015/10/ECOLOGICA-79-SADRZAJ.pdf>

✓ **Публиковани радови у зборницима међународних научних скупова у оквиру категорије (M30):**

✓ **Радови саопштени на међународним скуповима штампани у целини (M33):**

1. Antonijević M., Milić S., Dimitrijević M., **Nujkić M.**, *Heavy metal concentrations in soils and native plants surrounding old flotation tailings of Mining and smelting complex Bor (Serbia)*, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Eds. D. Marković, D. Živković and S. Nestorović, Kladovo, Serbia, October 12-15, 2011, p. 549. (ISBN: 978-86-6305-012-9)
2. Dimitrijević M., Alagić S., Tošić S., **Nujkić M.**, *Heavy metal distribution in the topsoil from different locations near copper smelter in Bor (East Serbia)*, 46rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Eds. N. Štrbac, D. Živković and S. Nestorović, Bor Lake, Serbia, October 01-04, 2014, p. 273-276. (ISBN: 978-86-6305-012-9)
3. Dimitrijević M., Alagić S., **Nujkić M.**, Milić S., *Impact of metallurgical activities on the content of heavy metals in spatial soil and plant parts of peach growing near Bor lake*, 46rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Eds. N. Štrbac, D. Živković and S. Nestorović, Bor Lake, Serbia, October 01-04, 2014, p. 277-280. (ISBN: 978-86-6305-012-9)
4. Ljubić D., Stamenović M., Petrovic J., Shera J. N., Jovanović O., **Nujkić M.**, *Biodegradable Packaging from Polyethylene and Life-Cycle Assessment*, XX International Scientific and professional Meeting "Ecological truth" "Eco-Ist" 2012, str. 221. (ISBN: 978-86-6305-021-1).
5. Alagić S., Dimitrijević M., **Nujkić M.**: *Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons – A hazard from some foodstuffs*. XXI Međunarodni Naučno-stručni skup "EKOLOŠKA ISTINA"/International Scientific and Professional Meeting (2013) "Ecological Truth", ECO-IST'13. 4.-7. jun, Hotel "Jezero" Borsko jezero, Bor, Serbia, Zbornik radova/Proceedings, p. 391-397 (ISBN: 978-86-6305-021-1).
6. Stamenovic M., Ljubic D., Brkic D., **Nujkic M.**, Petrovic J., Putic S., *Structure and properties of biodegradable starch-polyurethane blends*, XXII Međunarodni Naučno-stručni skup "Ekološka Istina"/International Scientific and Professional Meeting (2014) "Ecological Truth", ECO-IST'14. 10-13. jun, Hotel "Jezero" Borsko jezero, Bor, Serbia, Zbornik radova/Proceedings, p. 190-195 (ISBN: 978-86-6305-021-1).

✓ **Радови саопштени на међународним скуповима штампани у изводу (M34):**

1. Alagić S. Č., Dimitrijević M. D., Tošić S. B., Milić S., **Nujkić M. M.**: *Iron content in fruits of the apple and blackberry which naturally grow in the close proximity of the copper smelter*

in Bor. International Scientific Conference on the environment and adaption of industry to climate change, Belgrade, Book of Abstracts, 22-24.4.2015., p.185
ISBN: 978-86-8689061-07-9
<http://www.ecologica.org.rs/wp-content/uploads/2015/04/PROGRAM-RADA-2015.pdf>

✓ **Публиковани радови у часописима националног значаја (M50):**

✓ **Рад у водећем часопису националног значаја (M51):**

1. Alagić S. Č., Tošić S. B., Dimitrijević M. D., **Nujkić M. M.**, *Iron Content in the Fruits of the Grapevines and Peach Trees Growing Near the Mining and Smelting Complex Bor, East Serbia*, Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology, 13 (2015) 99-107.
ISSN:0354-4656
<http://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUPhysChemTech/article/view/733>

✓ **Публиковани радови у часопису националног значаја (M52):**

1. Dimitrijević M., **Nujkić M.**, Milić S., *Obradak selihrudničkih vodakrečom*, Bakar, 37 (2012) 45 – 56. ISSN:0351-0212
http://www.irmbor.co.rs/images/izdavastvo/casopisi/arhbakar/bakar1_12.pdf

✓ **Публиковани радови у зборницима скупова од националног значаја у оквиру категорије (M60):**

✓ **Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини (M61):**

1. Antonijević M., Dimitrijević M., Milić S., **Nujkić M.**, *Distribucija teških metala u samoniklim biljkama oko starog flotacijskog jalovišta Rudnika bakra Bor*, 6. Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Urednici: G.D. Bogdanović i M.Ž. Trumić, Soko Banja, 18.-21. septembar 2011. godine, str. 339. ISBN 978-86-80987-80-4

✓ **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):**

1. Antonijević M., Dimitrijević M., Milić S., **Nujkić M.**, *Kinetička ispitivanja degradacije fenola i azo boja u otpadnim vodama primenom foto-fentonovog reagensa*, 7. Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Urednici: G.D. Bogdanović i M.Ž. Trumić, Soko Banja, 05.-07. septembar 2012. godine, str. 454. ISBN 978-86-80987-80-4
2. Stanković Z., Karović M., **Nujkić M.**, *Prečišćavanje vode primenom reversne osmoze*, XVII, Naučno-stručni skup Ekološka istina, Kladovo 2009, Zbornik radova, 421-424. (ISBN 978-86-80987-69-9).

Цитираност објављеног рада у часописима:

Antonijević M., Dimitrijević M., Milić S. and **Nujkić M.**, *Metal concentrations in the soils and native plants surrounding the old flotation tailings pond of the Copper Mining and Smelting Complex Bor (Serbia)*, Journal of Environmental Monitoring, 14 (2012) 866-877. (IF (2014)=2,171 (Environmental Sciences 87/223). (ISSN 1464-0325) <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2012/em/c2em10803h>

Citiranost:

1. Randelović D., Stanković S., Mihailović N., Leštan D., Remediation of Copper from Copper Mine Wastes and Contaminated Soils Using (S,S)-Ethylenediaminedisuccinic Acid and Acidophilic Bacteria, Bioremediation Journal, 19, 2015, 231-238.
2. Kanzler M., Böhm C., Freese D., Impact of P fertilisation on the growth performance of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in a lignite post-mining area in Germany, Source of the Document Annals of Forest Research, DOI: 10.15287/afr.2015.303
3. Zhao S., Duo L., Bioaccumulation of Cadmium, Copper, Zinc, and Nickel by Weed Species from Municipal Solid Waste Compost, Polish Journal of Environmental Studies Vol. 24, (2015), 413-417, DOI: 10.15244/pjoes/28960
4. Jiao W., Ouyang W., Hao F., Liu B., Wang F., Geochemical variability of heavy metals in soil after land use conversions in Northeast China and its environmental applications, Environmental Science Processes & Impacts, 2014, 16, 924.
5. Guterres J., Rossato L., Pudmenzky A., Doley D., Whittaker M., Schmidt S., Micron-size metal-binding hydrogel particles improve germination and radicle elongation of Australian metallophyte grasses in mine waste rock and tailings, Journal of Hazard. Mater. 248-249 (2013) 442-450.

1.3. Оцена подобности кандидата за радна предложеној теми

На основу претходно предочених чињеница да је кандидаткиња положила све испите на докторским студијама, као и на основу садржине саопштених и објављених радова, Комисија је установила да кандидаткиња Маја Нујкић има научно-стручну усмереност ка области којој припада предложена тема (технолошко инжењерство), те се оцењује подобном за рад на предложеној теми. Комисија закључује да кандидаткиња Маја Нујкић поседује све потребне квалификације и испуњава формалне услове за одобравање израде докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

У свету се данас, захваљујући убрзаној урбанизацији и индустријализацији, у животну средину разним путевима испушта велика количина штетних материја међу

којима велики удео имају и тешки метали. Сви тешки метали (есенцијални и неесенцијални) при већим концентрацијама испољавају токсичне ефекте и уколико се укључе у ланац исхране представљају велику опасност по здравље људи и животиња. С обзиром да тешки метали представљају потенцијални ризик у производњи квалитетне хране, у свету и код нас, одређивања њиховог садржаја, дистрибуције и мобилности како у руралним тако и у урбаним срединама има велики значај. Рудници и топионице односно рударско-металуршка производња базних метала препозната је као главни извор уласка тешких метала у животну средину. Да би се указало на потенцијалне ризике и опасности и спровеле превентивне мере заштите вршена су бројна истраживања на утврђивању садржаја тешких метала како у земљишту тако и у биљним врстама које расту у зони дејства полутаната из рудника и топионица. Бројна истраживања су потврдила да и на земљиштима која су више или мање контаминирана тешким металима неке биљке успешно расту и развијају се. Најчешће је реч о самониклим сортма које су се адаптирале на еколошки стрес и у којима је значајно повећана концентрација тешких метала које усвајају из окружења (земљишта, воде и ваздуха). Ове биљке су предмет интензивних истраживања са аспекта фиторемедијације и биомониторинга.

У складу са тим предмет овог истраживања је утврђивање могућности да се воћне врсте (дивља купина, винова лоза, виноградарска бресква и јабука) које расту на подручју контаминираним рударско-металуршким активностима искористе у биомониторингу тешких метала, као и да се утврде извори тешких метала (антропогени/природни).

2.2. Циљеви истраживања

Примарни циљ ове докторске дисертације био је да се утврди садржај тешких метала (бакра, цинка, олова, кадмијума, арсена и никла) у земљишту и биљним деловима (корену, стаблу, листу и плоду) четири воћне врсте: дивље купине, винове лозе, виноградарске брескве и јабуке.

На основу садржаја тешких метала у земљишту и воћним врстама у индустријском, урбаним и руралним деловима општине Бор и контролном незагађеном месту одредиће се порекло испитиваних метала (антропогено или литогено). Ово ће бити урађено израчунавањем различитих фактора (фактор обогаћења, биоконцентрациони фактор, транслокациони фактор...) и уз коришћење различитих метода статистичке анализе (корелациона, факторска и кластер анализа).

На основу добијених резултата утврдиће се могућност коришћења испитиваних воћних врста у биомониторингу тешких метала и указаће се на то која је воћна врста најподложнија контаминацији тешким металима.

Резултати који буду добијени у току израде ове докторске дисертације биће публиковани у форми научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним скуповима.

2.3. Освртна релевантне библиографске изворе

Коришћењем биљних врсти у тзв. пасивном биомониторингу могу се добити комплетни подаци о загађењу ваздуха, земљишта и самих биљака које су укључене у ланац исхране. Одређивање садржаја тешких метала у биљним врстама, посебно вишегодишњим, и то у појединим биљним деловима (корен, стабло, лист, плод) пружа потпунији увид у биодоступност тешких метала и у кумулативно загађење којем су биљке изложене у контаминираним областима. Прегледом литературе установљени су релевантни референтни извори од значаја за испитивану проблематику:

1. Li Y., Wang Y. B., Gou X., Su Y. B., Wang G.,: Risk assessment of heavy metals in soils and vegetables around non-ferrous metals mining and smelting sites, Baiyin, China, *Journal of Environmental Sciences*, 18 (2006) 1124–1134.
2. Malmstrom M. E., Gleisner M., Herbert R. B.,: Element discharge from pyritic mine tailings at limited oxygen availability in column experiments, *Applied Geochemistry*, 21 (2006) 184–202.
3. Gonzalez R. C., Gonzalez-Chavez M. C. A.,: Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes, *Environmental Pollution*, 144 (2006) 84-92.
4. Mingorance M. D., Valdés B., Rossini Oliva S.,: Strategies of heavy metal uptake by plants growing under industrial emissions, *Environment International*, 33 (2007) 514–520.
5. Rashed M. N.,: Monitoring of contaminated toxic and heavy metals, from mine tailings through age accumulation, in soil and some wild plants at Southeast Egypt, *Journal of Hazardous Materials*, 178 (2010) 739–746.
6. Mehes-Smith M., Nkongolo K. K., Narendrula R., Cholewa E.,: Mobility of heavy metals in plants and soil: a case study from a mining region in Canada, *American Journal of Environmental Science*, 9 (2013) 483-493.
7. Milošević T., Đurić M., Milošević N.,: Accumulation of Heavy Metals in Flowers of Fruit Species, *Water Air Soil Pollution*, (2014) 225:2019. doi 10.1007/s11270-014-2019-5.
8. Baldi E., Marcolini G., Quartieri M., Sorrenti G., Toselli M.,:Effect of organic fertilization on nutrient concentration and accumulation in nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica*) trees: The effect of rate of application, *Scientia Horticulturae*, 179 (2014) 174–179.
9. El-Jendoubi H., Abadía J., Abadía A.,: Assessment of nutrient removal in bearing peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) based on whole tree analysis, *Plant Soil*, 369 (2013) 421–437.
10. Wang Q., Liu J., Cheng S.,: Heavy metals in apple orchard soils and fruits and their health risks in Liaodong Peninsula, Northeast China, *Environmental Monitoring and Assessment*, (2015) 187:4178.

11. Skordas K., Papastergios G., Filippidis A.,: Major and trace element contents in apples from a cultivated area of central Greece, *Environmental Monitoring and Assessment*, 185 (2013) 8465–8471.
12. Vystavna Y., Rushenko L., Diadin D., Klymenko O., Klymenko N.,: Trace metals in wine and vineyard environment in southern Ukraine, *Food Chemistry*, 146 (2014) 339–344.
13. Kubova J., Matus P., Bujdos M., Hagarova I., Medved J.,:Utilization of optimized BCR three-step sequential and dilute HCl single extraction procedures for soil–plant metal transfer predictions in contaminated lands, *Talanta*, 75 (2008) 1110–1122.
14. Murphy A. P., Coudert M., Barker J.,: Plants as biomarkers for monitoring heavy metal contaminants on landfill sites using sequential extraction and inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometry (ICP-AES), *Journal of Environmental Monitoring*, 2 (2000) 621–627.
15. Massa N., Andreucci F., Poli M., Aceto M., Barbato R., Berta G.,: Screening for heavy metal accumulators amongst autochthonous plants in a polluted site in Italy, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73 (2010) 1988–97.
16. Yoon J., Cao X., Zhou Q., Ma L. Q.,: Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site, *Science of the Total Environment*, 368 (2006) 456–64.
17. Li M. S., Yang S. X., Heavy Metal Contamination in Soils and Phytoaccumulation in a Manganese Mine Wasteland, South China, *Air, Soil and Water Research*, 1 (2008) 31–41.
18. Arık F., Yaldız T., Heavy Metal Determination and Pollution of the Soil and Plants of Southeast Tavşanlı (Kutahya, Turkey), *Clean – Soil, Air, Water*, 38 (2010) 1017–1030.
19. Todić S., Beslić Z., Lakić N., Tesić D., Lead, Mercury and Nickel in Grapevine, *Vitis vinifera* L. in Polluted and Nonpolluted Regions, *Bulletin Environmental Contamination Toxicology*, 77 (2006) 665–670.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Полазне хипотезе којима је дефинисан предмет истраживања проистекле су из анализирања релевантне литературе и реалне еколошке ситуације у општини Бор. Наиме, при рударско-металуршкој производњи бакра емитују се велике количине загађујућих материја у ваздух, воду и земљиште. Више од 100 година рударско-металуршке производње бакра у општини Бор (Србија) оставило је очигледне последице у животној средини што је довело до повећаног броја оболелих и смањења животног века становништва. Конвенционалним мониторингом загађења ваздуха у Бору утврђено је да највеће загађење потиче од бакра и арсена, повремено од кадмијума и других тешких метала. Међутим, биомониторинг се већ дужи низ година користи у разним еколошким истраживањима, али и као комплементарна метода класичним инструменталним мерењима загађења животне средине.

Полазне хипотезе могу се дефинисати на следећи начин:

- Коришћењем биљних врсти у тзв. пасивном биомониторингу могу се добити комплетнији подаци о загађењу ваздуха, земљишта и самих биљака које су укључене у ланац исхране.
- Одређивањем садржаја тешких метала у биљним врстама, посебно вишегодишњим, и то у појединим биљним деловима (корен, стабло, лист, плод) пружа потпунији увид у биодоступност тешких метала и у кумулативно загађење којем су биљке изложене.
- Воћне врсте су слабо коришћене као биомонитори, а истраживања која су спроведена била су везана махом за пољопривредно земљиште и одређивање садржаја тешких метала у цвету, листу и плоду појединих врста, а као последица примене пестицида.
- Од четири испитиване воћне врсте само је дивља купина детаљније коришћена у биомониторингу док су остале три воћне врсте мање испитиване као биомонитори.
- Садржај тешких метала у плодовима воћних врсти може указати на безбедност употребе ових плодова са контаминираних подручја.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Репрезентативни узорци биљног материјала и земљишта добиће се коришћењем стандардних метода за узорковање и припрему испитиваних материјала. За одређивање физичко-хемијских карактеристика земљишта користиће се методе кондуктометрије, гравиметрије и рН-метрије. Сви узорци раствараће се методом микроталасне дигестије. Комплетна квантитативна хемијска анализа урадиће се методом оптичке емисионе спектрометрије са индуковано спрегнутом плазмом.

Основни критеријуми за избор локација на којима ће се вршити узорковање били су удаљеност од доминантног извора загађења, положај у односу на доминантне правце ветрова и присуство довољног броја биљних - воћних врста. Сам избор воћних врста био је условљен њиховим присуством на већем броју контаминираних локација. Величина и конструкција узорака обавиће се по процедурама које су прописане и препоручене у литератури из области биомониторинга и фиторемедијације.

Експериментална истраживања у оквиру ове докторске дисертације биће обављена на Техничком факултету у Бору и на департману за хемију Природно-математичког факултета у Нишу.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

У току израде наведене докторске дисертације очекујесе да ће се остварити следећи научни доприноси:

- Одредиће се садржај тешких метала у биљним деловима дивље купине,
- Одредиће се садржај тешких метала у биљним деловима винове лозе,
- Одредиће се садржај тешких метала у биљним деловима виноградарске брескве,
- Одредиће се садржај тешких метала у биљним деловима јабуке

- Утврдиће се у којој мери и који биљни делови (корен, стабло, лист, плод) најбоље репрезентују загађење путем атмосферске депозиције и из земљишта,
- Утврдиће се извори загађења тешким металима као и интензитет загађености на различитим удаљеностима од топионице бакра и на различитим правцима ветрова,
- Указаће се на стање животне средине у областима које су директно или индиректно изложене дејству полутаната из рударско-металуршке производње
- Садржај тешких метала у плодовима испитиваних воћних врста указаће на евентуални ризик од њихове конзумације.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада на дисертацији, обављаће се по следећим фазама:

- проучавање релевантних извора литературе
- дефинисање предмета и циљева истраживања,
- избор локација на којима ће се вршити узорковање биљних врста и земљишта на коме расту
- избор биљних - воћних врста и узорковање
- припрема земљишта и биљног материјала (сушење и млевење узорака),
- одређивање физичко-хемијских карактеристика земљишта,
- микроталасно растварање биљних и земљишних узорака
- хемијска анализа узорака
- обрада и дискусија добијених резултата
- закључна разматрања

6.2. Структура рада

Докторска дисертација садржаће више поглавља сврстаних у целину. Оквирна структура рада биће представљена следећим поглављима:

1. Уводни део
2. Преглед литературе у испитиваној области
3. Циљ рада
4. Експериментални део
5. Резултати и дискусија
6. Закључци
7. Литература
8. Прилози
9. Биографија кандидата и преглед радова објављених из оквира докторске дисертације

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве и образложења предложене теме докторске дисертације, комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидаткиње Маје Нујкић, дипл. инж. технолошког инжењерства - мастер, закључује да кандидаткиња испуњава све законске и суштинске услове за израду предложене докторске дисертације. Такође, комисија закључује да пријављена тема по предмету истраживања, циљевима, садржају и очекиваним научним доприносима, представља значајно подручје истраживања и као таква може бити предмет докторске дисертације. Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да се кандидаткињи Маји Нујкић одобри израда докторске дисертације под називом: **„Биомониторинг тешких метала у областима загађеним рударско-металуршким активностима коришћењем воћних врста: дивља купина, винова лоза, виноградарска бресква и јабука“**. Такође, комисија предлаже да се за ментора именује проф. др Миле Димитријевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, који испуњава све законом предвиђене услове.

У Бору, априла 2016. године

КОМИСИЈА:

Др Миле Димитријевић, ванредни професор
Технички факултет у Бору

Др Слађана Алагић, доцент
Технички факултет у Бору

Др Снежана Милић, ванредни професор
Технички факултет у Бору

Др Снежана Тошић, ванредни професор
Природно-математички факултет у Нишу

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: Маја Нујкић, дипл. инж. Технолошког инжењерства - мастер

Име и презиме ментора: Проф. др Миле Димитријевић

Звање: ванредни професор

Установа у којој је запослен: Технички факултет у Бору Универзитета у Београду

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI)

листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **M.D. Dimitrijević**, M.M. Nujkić, S.Č. Alagić, S.M. Milić, S.B. Tošić, Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13 (2016) 615-630.
2. M. Nujkić, **M. Dimitrijević**, S. Alagić, S. Tošić, J. Petrović, Impact of metallurgical activities on the content of trace elements in the spatial soil and plant parts of *Rubus fruticosus* L., *Environmental Science Processes & Impacts*, 18 (2016) 350-360.
3. **Mile Dimitrijević**, Daniela Urošević, Zoran Janković, Snežana Milić, Recovery of copper from smelting slag by sulphation roasting and water leaching, *Physicochem. Probl. Miner. Process.* 52(1) (2016) 409–421.
4. Slađana Č. Alagić, Snežana B. Tošić, **Mile D. Dimitrijević**, Milan M. Antonijević, Maja M. Nujkić, Assessment of the quality of polluted areas based on the content of heavy metals in different organs of the grapevine (*Vitis vinifera*) cv Tamjanika. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(9) (2015) 7155-7175.
5. S. Tošić , S. Alagić, **M. Dimitrijević**, A. Pavlović, M. Nujkić,: Plant parts of the apple tree (*Malus* spp.) as possible indicators of heavy metal pollution, *Ambio: a journal of the human environment*, (2015),

6. D.M. Urošević, **M.D. Dimitrijević**, Z.D. Janković, D.V. Antić, Recovery of copper from the copper slag and copper slag flotation tailings by oxidative leaching, Physicochem. Probl. Miner. Process. 51(1) (2015) 73–82. IF 0,789
7. M. M. Antonijević, **M. D. Dimitrijević**, S. M. Milić and M. M. Nujkić, Metal concentrations in the soils and native plants surrounding the old flotation tailings pond of the Copper Mining and Smelting Complex Bor (Serbia), Journal of Environmental Monitoring, 14 (2012) 866-877. IF 1,962
8. V.Tasić, N. Milošević, R. Kovačević, M. Jovašević-Stojanović, **M. Dimitrijević**, Indicative leveles of PM in the ambient air in the surrounding villages of the Copper Smelter Complex Bor, Serbia, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly, 18(4)(2012)643-652. IF 0,574

Датум: 22.03.2016.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Драгана Живковић