

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:

Милоша (Жељко) Папића

КАНДИДАТ: **Милош (Жељко) Папић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА ЧАЧАНСКЕ КОТЛИНЕ

Из научне области: **Инжењерски менаџмент**

Универзитет је дана **07.07.2014.** године својим актом под бројем **61206-2711/2014** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА ЧАЧАНСКЕ КОТЛИНЕ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Милоша (Жељко) Папића

образована је на седници одржаној **25.09.2014.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-19-5.3**, у саставу:

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

1. др Милован Вуковић, ред. професор, инжењерски менаџмент, Технички Факултет у Бору, ментор
2. др Ђорђе Николић, доцент, инжењерски менаџмент, Технички Факултет у Бору, члан
3. др Љиљана Такић, доцент, хемијско инжењерство, Технолошки факултет Лесковац, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **11.12.2014.** године, под бројем: **VI/4-21-6.1..**

Декан Факултета

Проф. др Милан Антонијевић

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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-21-7.1.
Бор, 12. 12. 2014. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 11. 12. 2014. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Милоша Папића**, дипл. проф. технике и информатике - мастер под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 7. јула 2014. 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:

M23-Рад у међународном часопису

1. **Рапић, М.**, Vuković, M., Bikit, I., Mrđa, D., Forkapić, S., Bikit, K., Nikolić, Đ.: Multi-criteria analysis of soil radioactivity in Čačak basin, Serbia, *Romanian Journal of Physics*, Vol 59, No 7-8, 2014, pp. 846-861. ISSN: 1221-146X, IF: 0,745
2. **Рапић, М.**, Vuković, M.: Multivariate analysis of contamination of alluvial soils with heavy metals in Čačak, Serbia, *Romanian Journal of Physics*, Vol xx, No x, 2014, pp. xxx-xxx. ISSN: 1221-146X, IF: 0.745 (**прихваћен за објављивање**) http://www.nipne.ro/rjp/accepted_papers.html

IV Именовани ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Милован Вуковић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Ђорђе Николић, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
3. др Љиљана Такић, ванредни професор Технолошког факултета у Лесковцу - члан.

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:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

НАСТАВНО–НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет:Извештај Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата М.Sc. Милоша Папића, дипл. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору број VI/4-19-5.3 од 26.9.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације М.Sc. Милоша Папића, дипл. инж. под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине**“. Након прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације је: **Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине**, која је написана на 199 страна и састоји се од седам поглавља; на крају је дата биографија аутора, као и потребни прилози.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат М.Sc. Милош Папић, дипломирани инжењер индустријског менаџмента, уписао је школске 2010/2011. године докторске академске студије на Техничком факултету у Бору на студијском програму Инжењерски менаџмент.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-14-12 од 21. фебруара 2014. године именована је комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-17-5 од 22. маја 2014. године усвојен је извештај комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 7. јула 2014. године донело је одлуку, број 61206-2711/2014, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области *техничке науке*, односно ужој научној области *инжењерски менаџмент* за коју је Технички факултет у Бору акредитован.

1.4. Биографски подаци о кандидату

Милош Папић је рођен 20. јуна 1986. године у Чачку где је завршио Основну школу „Вук Караџић“ 2001. године, а потом и Чачанску гимназију 2005. године. Факултет техничких наука Универзитета у Крагујевцу завршава 2009. године са просечном оценом 8.50, на смеру Индустријски менаџмент и тиме стиче звање *дипломирани инжењер индустријског менаџмента за производно информатички менаџмент*. Дипломски рад под називом „Базе података као подршка индустријском менаџменту“ одбранио је 7. јула 2009. године са оценом 10.

Након завршених основних студија уписује мастер академске студије на истом факултету, на смеру *Техника и информатика*. Завршни мастер рад под називом „Примена тестова знања у предмету Рачунарство и информатика“ одбранио је 27. септембра 2010. године са оценом 10 (просечна оцена у току студија 9,43), чиме стиче звање *мастер професор технике и информатике*. Од школске 2010/2011. године је студент докторских академских студија на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду.

Запослен је на Факултету техничких наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу у звању асистента.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на 199 страна и састоји се од шест поглавља, закључка, и осталих пратећих садржаја:

1. УВОД
 2. ЗЕМЉИШТЕ КАО ЕКОЛОШКИ РЕСУРС И МЕТОДЕ ПРАЋЕЊА ЊЕГОВОГ КВАЛИТЕТА
 3. ЗАКОНОДАВНИ ОКВИРИ ВЕЗАНИ ЗА ЗЕМЉИШТЕ
 4. ПРИРОДНИ И ДРУШТВЕНИ ЧИНИОЦИ РАЗВОЈА ГРАДА ЧАЧКА
 5. МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП
 6. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА
 7. ЗАКЉУЧАК
- ЛИТЕРАТУРА
БИОГРАФИЈА
ПРИЛОГ 1 – Изјава о ауторству
ПРИЛОГ 2 – Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада
ПРИЛОГ 3 – Изјава о коришћењу

Дисертација је илустрована са 19 слика и садржи 56 табела, а литературни преглед садржи податке о 210 референци.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу**, односно уводном делу, изложена су разматрања о предмету истраживања; дат је преглед и анализа досадашњих истраживања; наведен значај и сложеност предмета истраживања; приказани општи и специфични циљеви, основне и помоћне хипотезе и методе истраживања које ће се користити у раду, као и научни доприноси који се од дисертације очекују. Кандидат у овом поглављу, најпре, указује на чињеницу о тренутном броју становника у свету који је у сталном порасту, а са друге стране да се укупна пољопривредна површина у свету смањује, као и да квалитет земљишта опада. На квалитет земљишта, како се истиче у поглављу, значајан утицај има смањење количине хемијских елемената у земљиштима, а нарочито биолошки неопходних елемената са једне, као и загађење земљишта радионуклидима и опасним и штетним материјама (тешким металима и неким есенцијалним елементима), с друге стране. Наводи се да је повећању ризика од загађења земљишта допринео развој савременог стила живота, а посебно развој индустрије. Посебно се истиче да је земљиште, као круцијални фактор животне средине, недовољно проучавано у смислу непостојања систематског мониторинга његовог квалитета, те непостојања адекватне законске регулативе. У оквиру поглавља се указује на корисност метода вишекритеријумске анализе (пре свега, PROMETHEE) у смислу добијања поретка с обзиром на доприносе појединих загађујућих материја у укупном загађењу земљишта. Разматра се примена кластер анализе која ће бити употребљена за груписање сличних локација према садржају одређене групе, односно свих елемената заједно, чиме би се употпуниле слике које ће се евентуално добити преко GAIA равни.

У **поглављу 2** се обрађује земљиште као еколошки ресурс и приказане су методе праћења његовог квалитета. Дате су различите дефиниције земљишта из литературе и посебно су разматрани плодност и загађење земљишта. Тако је плодност земљишта разматрана у смислу присуства основних хемијских параметара који се иначе користе за утврђивање плодности (садржај хумуса и органске материје), садржај биљкама приступачних форми биогених елемената – азота (N), фосфора (P_2O_5) и калијума (K_2O) – као и хемијска реакција земљишта; док је загађење разматрано кроз присуство најзначајнијих примордијалних и антропогених радионуклида (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K и ^{137}Cs) и опасних и штетних материја у земљишту (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni, F, Cu, Zn и B) као најчешћих загађивача. На крају другог поглавља су наведене класификације земљишта.

У **поглављу 3** је дат преглед домаћих и светских законодавних оквира везаних за земљиште. Приказане су све уредбе, правилници и закони у којима се разматра земљиште и поново је истакнут недостатак легислативе у овој области.

Поглавље 4 је посвећено природним и друштвеним чиниоцима града Чачка као испитиваног подручја кроз географски положај, геоморфологију, рељеф, климу, хидрологију, земљиште, становништво и привреду. На крају поглавља је дат преглед привредних субјеката који се налазе у близини места на којима је вршено узорковање а делатност им је таква да се у њиховој близини могу очекивати повећане концентрације одређених контаминаната. У табели су такође приказани могући контаминантни који се могу јавити услед наведених делатности.

Поглавље 5 се односи на прикупљање података кроз узорковање и методологије мерења категорија елемената, и обраду података кроз вишекритеријумску анализу и мултиваријационе статистичке технике. Приказане су тачне позиције сваке од локација на којима је вршено узорковање и описан је ток и поступак узорковања, односно начин узимања и припреме узорака за анализу земљишта. Након тога су детаљно представљени стандардни методи одређивања садржаја елемената у земљишту, односно мерења основних параметара плодности, радионуклида и опасних и штетних материја у земљишту. У другом делу поглавља су укратко изложене теоријске основе метода које су коришћене – PROMETHEE/GAIA за рангирање локација; АХП и Ентропија за додељивање тежина

критеријумима; и Кластер анализе за груписање сличних локација. Указано је такође на примере коришћења комбинација ових метода и техника у области еколошког менаџмента.

У поглављу 6 су резултати истраживања систематизовани и продискутовани према ставкама обраде података из претходног поглавља. Дакле, за сваку категорију анализираних елемената су представљени резултати садржаја истих; резултати рангирања локација према садржају истих; корелације између елемената и на крају резултати кластер анализе за дату категорију елемената. На крају поглавља су приказани резултати рангирања локација и кластер анализе за све елементе заједно, као и корелације свих елемената.

У закључку правилно изведени одговарајући закључци; представља се преглед и анализа доприноса, као и предвиђени правци даљег истраживања и деловања.

На крају рада је дат списак коришћене **литературе** 210 литерарних, претежно новијих извора. Новија литература омогућава стицање увида у савремене правце истраживања везане за проучавање квалитета земљишта.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Први и основни корак у решавању било ког проблема представља анализа тренутног стања. Када је реч о проблемима из домена заштите животне средине који у прошлости нису довољно проучавани и за које нема адекватних података нити постоји развијен систем мониторинга, сваки документовано прикупљен податак доприноси формирању базе података на основу које се касније могу пратити промене и вршити различите анализе и предвиђања.

У великом броју радова у часописима са JCR–SCI листе предочени су резултати присуства карактеристичних полутаната у земљиштима како урбаних тако и руралних средина, као и неких карактеристичних локација у смислу индустријских постројења, те локација на којима је у ближој и даљој прошлости забележено загађење услед антропогеног деловања.

Прикупљени подаци о количинама анализираних елемената у овој дисертацији и начин на који су подаци интерпретирани и обрађени представљају добру базу за извођење обимнијих и сложенијих анализа односно прикупљања актуелних података у циљу формирања централизоване базе података која би допринела интеграцији наше земље у Европску унију и помоћу које би се могла вршити предвиђања и анализе.

Изнесене чињенице учвршћују уверење да је одабрано истраживачко питање у овој дисертацији више него актуелно о чему сведоче резултати сличних истраживања објављени у престижним међународним часописима. Оригиналност се, притома, огледа у специфичној комбинацији метода у разматрању квалитета земљишта.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације коришћено је преко 200 литературних извора; углавном се ради о научним радовима новијег датума који су објављени у часописима са JCR листе, извештајима домаћих и страних агенција, као и законским актима, уредбама и правилницима. Цитирани извори су у сагласности са постављеним истраживачким питањем у овој дисертацији.

Među važnije radove koji su neposredno usmeravali ovo istraživanje mogu se navesti oni u kojima je razmatran problem загађења земљишта радионуклидима и тешким металима, радови аутора који су применили PROMETHEE/GAIA методу, односно мултиваријационе статистичке технике у својим истраживањима везаним за земљиште, као и радови о земљишту на територији Србије и града Чачка. У наставку овог извештаја су, у том смислу, наведени најзначајнији литературни извори са становишта ове дисертације:

Европске и домаће директиве, правилници, уредбе и извештаји који се тичу проблематике земљишта, мониторинга, категоризације и прописивања стандарда о квалитету земљишта, као и одређивања индикатора његовог квалитета, пружају значајну потпору овом истраживању:

- [1] European Commission (EC). Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions, Thematic Strategy for Soil Protection COM(2006)231, Brussels, Belgium: European Union, 2006.
- [2] European Commission (EC). Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions, Towards a Thematic Strategy for Soil Protection COM(2002)179, Brussels, Belgium: European Union, 2002.
- [3] IAEA-TECDOC-1415, Soil sampling for environmental contaminants, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2004.
- [4] The European environment – state and outlook 2010 – Soil (SOER 2010), EEA and JRC, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010
- [5] The State of Soil in Europe – a contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report – SOER 2010, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012
- [6] UKEA; 2009. Human health toxicological assessment of contaminants in soil, Science Report SC050021/SR2. United Kingdom Environment Agency, Bristol, United Kingdom
- [7] UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nation Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation, United Nation, New York
- [8] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (2010). Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Volume 1, New York, United Nations
- [9] Закон о заштити животне средине, („Службени гласник РС“ br. 135/04)
- [10] Закон о пољопривредном земљишту, („Службени гласник РС“ br. 62/06)
- [11] Извештај о станју земљишта у Републици Србији у периоду 2006-2008, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Београд, 2009.
- [12] Извештај о станју земљишта у Републици Србији за 2011. годину, Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, Београд, 2012.
- [13] Извештај о станју земљишта у Републици Србији за 2012. годину, Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, Београд, 2013.
- [14] Извештај о нивоу излагања становништва јонизујућим зрачењима из животне средине у Републици Србији у 2010. години, Агенција за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије
- [15] Годишњи извештај о излагању становништва јонизујућем зрачењу у 2011. год., Агенција за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије
- [16] Уредба о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцену ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма, („Сл. гласник РС“, br. 88/2010)
- [17] Правилник о дозволjenim количинама опасних и штетних материја у земљишту и водиза наводњавањем и методама њиховог испитивања, („Сл. гласник РС“, br. 23/94)

- [18] Uredba o sadržini i načinu vođenja informacionog sistema zaštite životne sredine, metodologiji, strukturi, zajedničkim osnovama, kategorijama i nivoima sakupljanja podataka, kao i o sadržini informacija o kojima se redovno i obavezno obaveštava javnost, ("Sl. glasnik RS", br. 112/2009)

PROMETHEE/GAIA методу вишекритеријумске анализе су у својим радовима који су из области овог истраживања, користили аутори:

- [19] Mostert, M., Ayoko, G., Kokot, S. Application of chemometrics to analysis of soil pollutants, *Trends in Analytical Chemistry*, 29 (2010) 430 – 445
- [20] Mostert, M., Ayoko, G., Kokot, S., 2012. Multi-criteria ranking and source identification of metals in public playgrounds in Queensland, Australia. *Geoderma*, 173-174, 173-183.
- [21] Munda, G., Nijkamp, P., Rietveld, P. (1995). Application of chemometrics to analysis of soil pollutants. *European Journal of Operational Research*, 82, 1, 79-97
- [22] Linkov, L., Satterstrom, F.K., Kiker, G., Seager, T.P., Bridges, T., Gardner, K.H., Rogers, S.H., Belluck, D.A., Meyer, A., Multicriteria Decision Analysis: A comprehensive Decision Approach for Management of Contaminated Sediments, *Risk Analysis* 26 (1), (2006a) 61-78.
- [23] Briggs, Th., Kunsch, P.L., Mareschal, B., Nuclear waste management: An application of the multicriteria PROMETHEE methods, *European Journal of Operational Research* 44 (1990) 1-10.
- [24] Đ. Nikolić, N. Milošević, Z. Živković, I. Mihajlović, R. Kovačević, N. Petrović, Multi-criteria analysis of soil pollution by heavy metals in the vicinity of the Copper Smelting Plant in Bor (Serbia), *Journal of Serbian Chemical Society*, 76 (2011) 625–641
- [25] W. Al-Shiekh Khalila, A. Goonetilleke, S. Kokot, S. Carroll, Use of chemometrics methods and multicriteria decision-making for site selection for sustainable on-site sewage effluent disposal, *Analytica Chimica Acta*, 506 (2004) 41-56
- [26] Keller, H.R., Massart, D.L., Brans, J.P., Multicriteria decision making: A case study, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 11 (1991) pp. 175-189
- [27] Agarski, B., Budak, I., Kosec, B., Hodolic, J. (2012). An Approach to Multi-criteria Environmental Evaluation with Multiple Weight Assignment, *Environmental Modeling and Assessment*, 17, 255

Мултиваријабилне статистичке методе су на решавање проблема везаних за земљиште примењивали:

- [28] Amaya Franco-Uría, Cristina López-Mateo, Enrique Roca, Maria Luisa Fernández-Marcos, Source identification of heavy metals in pastureland by multivariate analysis in NW Spain, *Journal of Hazardous Materials* 165 (2009) 1008–1015
- [29] Abubakr M. Idris, Combining multivariate analysis and geochemical approaches for assessing heavy metal level in sediments from Sudanese harbors along the Red Sea coast, *Microchemical Journal* 90 (2008) 159–163
- [30] C. Mico, L. Recatala, M. Peris, J. Sanchez, Assessing heavy metal sources in agricultural soils of an European Mediterranean area by multivariate analysis, *Chemosphere* 65 (2006) 863–872
- [31] Jinling Li, Ming He, Wei Han, Yifan Gu, Analysis and assessment on heavy metal sources in the coastal soils developed from alluvial deposits using multivariate statistical methods, *Journal of Hazardous Materials* 164 (2009) 976–981
- [32] Sollitto, D., Romic, M., Castrignanò, A., Romic, D., Bakic, H. Assessing heavy metal contamination in soils of the Zagreb region (Northwest Croatia) using multivariate geostatistics, *Catena* 80 (2010) 182–194
- [33] Limei Cai, Zhencheng Xu, Mingzhong Ren, Qingwei Guo, Xibang Hu, Guocheng Hu, Hongfu Wan, Pingan Peng, Source identification of eight hazardous heavy metals in agricultural soils of Huizhou, Guangdong Province, China, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78 (2012) 2–8

- [34] Hanesch, M., Scholger, R., Dekkers, M.J. The application of fuzzy C-means cluster analysis and non-linear mapping to a soil data set for the detection of polluted sites, *Phys. Chem. Earth (A)*, Vol. 26, No. 11-12, pp. 885-891, 2001
- [35] Facchinelli, A., Sacchi, E., Mallen, L. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils, *Environmental Pollution*, Volume 114, Issue 3, October 2001, Pages 313–324

Загађeње земљишта радионуклидима и тешким металима су између осталих истраживали:

- [36] Gunawardena, J., Egodawatta, P., Ayoko, G.A., Goonetilleke, A., 2012. Role of traffic in atmospheric accumulation of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Atmospheric Environment*, 54, 502-510.
- [37] Ilic, I., Bogdanovic, D., Zivkovic, D., Milosevic, N., Todorovic, B., 2011. Optimization of heavy metals total emission, case study: Bor (Serbia). *Atmospheric Research*, 101, 1-2, 450-459.
- [38] Yisa, J. Heavy Metals Contamination of Road-Deposited Sediments, *American Journal of Applied Sciences* 7 (9): 1231-1236, 2010
- [39] Pekey, H., Heavy metal pollution assessment in sediments of the Izmit Bay, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment* (2006) 123: 219–231
- [40] Mariagrazia D’Emilio, Rosa Caggiano, Maria Macchiato, Maria Ragosta, Serena Sabia, Soil heavy metal contamination in an industrial area: analysis of the data collected during a decade, *Environ. Monit. Assess.* (2013) 185:5951–5964
- [41] Grzebisz, W., Cieřła, L., Komisarek, J., Potarzycki, J. Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils, *Polish J. Environ. Stud.* 11(5), 493, 2002.
- [42] Grigalavičienė, I., Rutkoviėnė, V., Marozas, V. The Accumulation of Heavy Metals Pb, Cu and Cd at Roadside Forest Soil, *Polish J. Environ. Stud.* 14(1), 109, 2005.
- [43] Dube, A., Zbytniewski, R., Kowalkowski, T., Cukrowska, E., Buszewski, B. Adsorption and Migration of Heavy Metals in Soil, *Polish J. Environ. Stud.* 10 (1), 1, 2001.
- [44] Aydinalp, C., Marinova, S. Distribution and Forms of Heavy Metals in Some Agricultural Soils, *Polish J. Environ. Stud.* 12(5), 629, 2003.
- [45] Buszewski, B., Jastrębska, A., Kowalkowski, T., Górna-Binkul A. Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the Area of Toruń, Poland, *Polish Journal of Environmental Studies* 9(6), 511, 2000.
- [46] Guo, Y.B, Feng, H., Chen, C., Jia, C.J., Xiong, F., Lu, Y. Heavy Metal Concentrations in Soil and Agricultural Products Near an Industrial District, *Polish Journal of Environmental Studies* 22(5), 1357, 2013.
- [47] Bekteshi, A., Bara, G. Uptake of Heavy Metals from *Plantago major* in the Region of Durres, Albania, *Polish Journal of Environmental Studies* 22(6), 1881, 2013.
- [48] M.A. Arshad, S. Martin, Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88 (2002) 153–160
- [49] G.Dugalić, D. Krstić, M. Jelić, D. Nikezić, B. Milenković, M. Pucarević, T. Zeremski-Škorić, Heavy metals, organics and radioactivity in soil of western Serbia, *Journal of Hazardous Materials*, 177 (2010) 697–702
- [50] I. Đalović, D. Jocković, G. Dugalić, G. Bekavac, B. Pupar, S. Šeremešić, M. Jocković, Soil acidity and mobile aluminum status in pseudogley soils in the Cacak–Kraljevo Basin, *Journal of Serbian Chemical Society*, 77 (2012) 833–843
- [51] Mohanty, A.K., Sengupta, D., Das, S.K., Vijayan, V., Saha, S.K., Natural radioactivity in the newly discovered high background radiation area on the eastern coast of Orissa, India, *Radiation Measurements*, 38 (2004), 2, pp. 153 – 165

- [52] Boukhenfouf, W., Boucenna, A., The radioactivity measurements in soils and fertilizers using gamma spectrometry technique, *Journal of Environmental Radioactivity*, 102 (2011), 4, pp. 336 – 339
- [53] Zhu, Y.G. Shaw, G., Soil contamination with radionuclides and potential remediation, *Chemosphere*, 41 (2000), 1-2, pp. 121–128
- [54] Bikit, I., Slivka, J., Conkic, Lj., Krmar, M., Veskovic, M., Zikic-Todorovic, N., Varga, E., Curcic, S., Mrdja, D., Radioactivity of the soil in Vojvodina(northern province of Serbia and Montenegro), *Journal of Environmental Radioactivity*, 78 (2005), 1, pp. 11–19
- [55] Antovic, N.,Boskovic, D., Svrkota, N., Antovic, I., Radioactivity in soil from Mojkovac, Montenegro, and assessment of radiological and cancer risk, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, 27(2012), 1, pp. 57–63
- [56] Kovacs, T., Szeiler, G., Fabian, F., Kardos, R., Gregoric,A., Vaupotic, J., Systematic survey of natural radioactivity of soil in Slovenia,*Journal of Environmental Radioactivity*, 122 (2013),pp. 70 – 78
- [57] Degerlier, M., Karahan, G., Ozger, G., Radioactivity concentrations and dose assessment for soil samples around Adana, Turkey, *Journal of Environmental Radioactivity*, 99 (2008), 7, pp. 1018 – 1025
- [58] Sahoo, S. K.,Fujimoto, K.,Celikovic, I., Ujic, P., Zunic, Z., Distribution of uranium, thorium, and isotopic composition of uranium in soil samples of south Serbia: evidence of depleted uranium, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, 19(2004), 1, pp. 26 – 30
- [59] Papaefthymiou, H., Athanasopoulos, D., Papatheodorou, G., Iatrou, M., Geraga,M., Christodoulou, D., Kordella, S., Fakiris, E., Tsikouras, B., Uranium and other natural radionuclides in the sediments of a Mediterranean fjord-like embayment, Amvrakikos Gulf (IonianSea), Greece, *Journal of Environmental Radioactivity*, 122 (2013), pp. 43 – 54
- [60] Grdović, S., Vitorović, G., Mitrović, B., Andrić, V., Petrujkić, B., Obradović, M., Natural and anthropogenic radioactivity of feedstuffs, mosses and soil in the Belgrade environment, Serbia, *Archives of Biological Sciences*, 62 (2010), 2, pp. 301-307
- [61] Pantelic, G., Vuletic, V., Eremic – Savkovic, M., Javorina, LJ., Tanaskovic, I., Radioecological monitoring in Serbia, *Arhiv veterinarske medicine*, 2 (2009), 2, pp. 59-69
- [62] Dragovic, S., Mihailovic, N., Gajic, B., Heavy metals in soils: Distribution, relationship with soil characteristics and radionuclides and multivariate assessment of contamination sources, *Chemosphere*, 72 (2008), 3, pp. 491–495
- [63] Ele Abiama, P., Owono Ateba, P., Ben-Bolie, G.H., Ekobena, F.H.P., El Khoukhi, T., High background radiation investigated by gamma spectrometry of the soil in the southwestern region of Cameroon, *Journal of Environmental Radioactivity*, 101 (2010), 9, pp. 739-743
- [64] Ramola, R.C., Gusain, G.S., Manjari, B., Yogesh, P., Ganesh, P., Ramachandran, T.V.,²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K contents in soil samples from Garhwal Himalaya,India, and its radiological implications. *Journal of Radiological Protection*28 (2008) pp. 379
- [65] De Miguel, E., Iribarren, I., Chacon, E., Ordonez, A., Charlesworth,S.,Risk-based evaluation of the exposure of children to trace elements in playgrounds in Madrid (Spain) *Chemosphere* 66 (2006) pp. 505-513.
- [66] GuitaoShi, ZhenlouChen, ShiyuanXu, JuZhang, LiWang, ChunjuanBi, JiyanTeng, Potentially toxic metal contamination of urbansoil sand roadside dust in Shanghai, China, *Environmental Pollution* 156 (2008) pp. 251-260
- [67] Herngrena, L., Goonetilleke, A., Ayoko, G.,Analysis of heavy metals in road-deposited sediments, *Analytica Chimica Acta*, 571 (2006) pp. 270-278
- [68] Petrović – Gegić, A., Vojinović – Miloradov, M., Sabo – Cehmajster, K., Ileš, F. Absorption of essential and toxic elements in various fruit and vegetable sorts in the flooded area of the Tisa river, *Hem. Ind.* 61 (5a) (2007) 321 – 325

- [69] Jakšić, S., Vučković, S., Vasiljević, S., Grahovac, N., Popović, V., Šunjka, D., Dozet, G. Accumulation of heavy metals in *Medicago sativa* L. and *Trifolium pratense* L. at the contaminated fluvisol, *Hem. Ind.* 67 (1) (2013) 95–101

Радови у којима су се аутори бавили садржајем основних параметара плодности на територији Чачка и околине, као и самим земљиштем у Србији:

- [70] Paunović, A., Mandić, M., Stevović, V., Mandić, L., Mogućnosti proizvodnje organskog ratarstva na teritoriji opštine Čačak, *Tractors and Power Machines*, 10 (2005) 484-493
- [71] Mitrović, O., Gavrilović-Damnjanović, J., Blagojević, M., Hemijske osobine zemljišta u proizvodnim zasadima maline, *Jugoslovensko voćarstvo* 38 (2004) 171-175
- [72] Hadižc, V., Nešić, Lj., Belić, M., Furman, T., Savin, L. Zemljišni potencijal Srbije, *Tractors and Power Machines*, 7:4 (2002) 43-51

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овој дисертацији примењене су опште прихваћене методе мерења и обраде, односно рангирања резултата применом савремених линеарних модела лиценцираног софтверског пакета SPSS (верзија 20), као и софтвера Visual Promethee (верзија 1.3).

Вишекритеријумско рангирање мерних места, на основу садржаја анализираних елемената обављено је применом комбинације метода PROMETHEE/GAIA, и Аналитичких Хијерархијских Процеса и Ентропије за дефинисање тежина критеријума. Метода рангирања коначног скупа алтернатива PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation), која обухвата PROMETHEE I за парцијално и PROMETHEE II за комплетно рангирање алтернатива, примерена је постављеном истраживачком питању.

Уз то, моделовање помоћу GAIA визуелизације пружа потребне информације доносиоцу одлуке о конфликтним карактерима критеријума и њиховом тежинском утицају на коначни резултат. GAIA раван је дефинисана векторима који произлазе из матрице коваријанси, формиране анализом главних компонената (PCA анализа).

Кластер анализа је примењена ради груписања сличних локација према садржају категорија елемената, а потом и свих елемената заједно.

Корелације између елемената су, с обзиром на нормалност расподеле резултата, одређене применом Пирсоновог теста линеарне корелације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих се дошло у овој дисертацији имају свој практични значај. Степен применљивости добијених резултата зависи, међу другим факторима, и од актуелног приступа у управљању заштитом животне средине у Републици Србији.

Резултати добијени у овом раду могу послужити као референтна основа за будуће компаративне анализе, односно испитивања промена у квалитету земљишта овог краја. Примењени начини анализе резултата могу се применити на било које друго испитивано подручје.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, њихово тумачење, те проистекли и објављени научни радови указују на способност кандидата М. Sc. Милоша Папића, дипломираног инжењера индустријског менаџмента, за самостални научни рад као и за активно учешће у тимском раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Комбинацијом PROMETHEE/GAIA метода вишекритеријумске анализе и техника за додељивање тежина критеријумима (АХП и Ентропија) дошло се до оригиналног модела рангирања 30 локација са утврђеним релативним доприносом сваког од анализираних елемената на квалитет земљишта у оквиру испитиваног подручја;
- Кластер анализом су дефинисани кластери за сваку групу елемената посебно, као и за све елементе заједно. Утврђено је да појединачне локације значајно одступају од осталих кластера код кластер анализе за радионуклиде и опасне и штетне материје. То су локације 6 и 19 респективно. Иначе, показало се да су локације груписане у 5 кластера када се ради о основним параметрима плодности и радионуклидима, односно 4 кластера када је реч о опасним и штетним материјама;
- Корелације између свих елемената су биле позитивне што значи да сви елементи заједно и опадају и расту. Најјача позитивна корелација је, као што је очекивано, добијена између хумуса и азота (1), а затим између радијума и торијума (0.855);
- Резултати *t*-теста казују да није пронађена статистички значајна разлика у садржају опасних и штетних материја и радионуклида између локација које се налазе у урбаном (индустријском) делу града у односу на локације које се налазе на сеоском подручју;
- Према садржајима опасних и штетних материја који су измерени на свим локацијама, може се тврдити да није дошло ни до каквих антропогених загађења, те да су сви елементи природног порекла – потичу од матичног супстрата (стене). Ово се односи и на никал чије су вредности, иако нешто више од граничних, уобичајене за регион Централне Србије;
- С обзиром на то да за радионуклиде не постоје законски утврђене граничне вредности те максимално дозвољене количине, вредности њихових садржаја су упоређени са вредностима садржаја измерених у региону. Једини елемент који одступа у негативном смислу је цезијум (¹³⁷Cs) чија је вредност на локацији 6 (Пријевор) била 156,2 Bq/kg. Знајући да је једини извор овог елемента у ближој прошлости био инцидент у Чернобиљу, те да је вертикална миграција овог елемента спора, може се тврдити да се на наведеној локацији он још увек налази у ораничном хоризонту земљишта;
- Резултати садржаја основних параметара плодности показују да је алувијално земљиште чачанске котлине, иако се као такво сврстава у песковита, односно лакша земљишта – за која се сматра да имају нижи садржај истих – плодније у односу на остатак чачанског краја и региона Централне Србије генерално.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Докторска дисертација садржи обиље примарних података који су добијени узорковањем и мерењем на унапред дефинисаним карактеристичним тачкама. Овакав начин мерења концентрације опасних и штетних материја, као и основних параметара плодности, представља основу управљања квалитетом земљишта, израженим кроз квантитативне показатеље.

Пракса детаљног информисања грађана о квалитету пољопривредног земљишта заживела је недавно и у неким градовима Републике Србије. Изворе ових информација представљају годишњи извештаји о стању земљишта као интегрални делови извештаја о стању животне средине који објављује Агенција за заштиту животне средине од 2006. године. Пошто је укупан број места на којима се обавља узорковање, односно квантитативно изражава квалитет земљишта, релативно мали у односу на територију Србије, очигледно је да постоји потреба за додатним истраживањима, односно проширењем испитиваног подручја.

Дисертација у том смислу представља видан помак у истраживању овог феномена јер се проблему квалитета земљишта, условљеним присуством корисних а одсуством штетних елемената, приступа на један свеобухватан начин.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација докторске дисертације је у складу са позитивним законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду међу којима се предвиђа и објављивање најмање једног рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би кандидат требало да буде први аутор. Кандидат Милош Папић је, до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану, добио потврду о објављивању једног рада у часопису са IF, а који се налази на SCI-JCR листи. Такође, кандидат има један рад који је прихваћен за објављивање у међународном часопису категорије M23, један рад објављен у националном часопису категорије M52, те један рад који је саопштен на међународној конференцији и који ће бити штампан у зборнику радова. Из дисертације, као део дисертације, објављени су следећи радови:

Рад у часопису међународног значаја:

(M-23)

1. **Папић, М.,** Vuković, M., Bikit, I., Mrđa, D., Forkapić, S., Bikit, K., Nikolić, Đ.: Multi-criteria analysis of soil radioactivity in Čačak basin, Serbia, *Romanian Journal of Physics*, Vol 59, No 7-8, 2014, pp. 846-861. ISSN: 1221-146X, IF: 0,745
2. **Папић, М.,** Vuković, M.: Multivariate analysis of contamination of alluvial soils with heavy metals in Čačak, Serbia, *Romanian Journal of Physics*, Vol xx, No x, 2014, pp. xxx-xxx. ISSN: 1221-146X, IF: 0.745 (прихваћен за објављивање)
http://www.nipne.ro/rjp/accepted_papers.html

Рад у часопису националног значаја:

(M-52)

1. **Папић, М.,** Vuković, M., Dugalić, G., Radojičić, M., Mitrović, O.: *Multi-criteria analysis of soil fertility on the territory of municipality of Čačak*, *Zemljište i Biljka*, Vol 62, No 3, 2013, pp. 113-125. ISSN: 0514-6658

Рад на међународној конференцији:

(M-33)

1. **Папић, М.,** Vuković, M.: *Analysis of fertility as an Aspect of Sustainable Development of Soil in Čačak Basin*, *Environmental Management and Material Flow Management – EMFM 2014*, *Proceedings*, pp. xxx-xxx, ISSN: xxxx-xxxx, 31.10. – 2.11. 2014., Bor, Srbija

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидата М.Сс. Милоша Папића, дипл. инж., садржи бројне оригиналне резултате који омогућавају надоградњу постојећих сазнања садржаних у коришћеним литературним изворима. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на комбинацију метода вишекритеријумске анализе и техника за објективно додељивање тежина критеријумима, а у циљу свеобухватне процене квалитета земљишта на наведеним локацијама на територији града Чачка, које до сада у том погледу нису биле испитиване.

Од тренутно два објављена рада из докторске дисертације један је објављен у часопису са JCR листе категорије M23, што потврђује солидан квалитет остварених резултата у овом докторском раду.

Сагледавајући квалитет овог рада Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидат Милош Папић испуњава све законске и остале услове за одбрану урађене докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, те да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Техничког факултета у Бору и Критеријумима које је прописао Универзитет у Београду.

Имајући у виду предочене чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Милоша Папића под називом: „Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине“ и да исти упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да након тога кандидата позове на јавну одбрану.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Милован Вуковић, редовни професор Универзитета у Београду,
Технички факултет у Бору

Др Ђорђе Николић, доцент Универзитета у Београду, Технички факултет
у Бору

Проф. др Љиљана Такић, ванредни професор Универзитета у Нишу,
Технолошки факултет у Лесковцу