

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:

„Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине“

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Милош (Жељко) Папић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

Технички факултет у Чачку

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 **22.05.2014.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић

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/4-17-5
Бор, 22. 05. 2014. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 22. 05. 2014. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме, кандидата и ментора, докторске дисертације кандидата **Милоша Папића**, дипл. проф. технике и информатике - мастер. Извештај је сачинила Комисија у саставу: др Милован Вуковић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – ментор, др Ђорђе Николић, доцент Техничког факултета у Бору – члан; др Љиљана Такић, ванредни професор Технолошког факултета у Лесковцу - члан.

II Одобрава се именованом израда докторске дисертације под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине**“.

III За ментора се именује др Милован Вуковић, 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
- именованом
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата М.Сс. Милоша Папића, дипл. инж. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору број VI/4-14-12 од 21.2.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата М.Сс. Милоша Папића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине**“. Предложена тема спада у научно поље Техничко-технолошких наука и научној области инжењерског менаџмента за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме на сва три нивоа студија. На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи:

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Милош Папић је рођен 20. јуна 1986. године у Чачку где је завршио Основну школу „Вук Караџић“ 2001. године, а потом и 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 7.7.2009. године са оценом 10. Након завршених основних студија уписује мастер академске студије у трајању од годину дана на истом факултету, на смеру Техника и информатика. Завршни мастер рад под називом „Примена тестова знања у предмету Рачунарство и информатика“ је одбранио 27.9.2010. 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, где је успешно положио све предвиђене испите студијског програма инжењерски менаџмент и 4.12.2013. године одбрано семинарски рад у оквиру специјалног курса теоријске основе докторске дисертације (тема: „Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине“).

Аутор је бројних истраживачких и научних радова из области образовања, информационих система и база података, еколошког менаџмента, менаџмента знања, маркетинга и предузетништва. Један је од реализатора и коаутора семинара „Хипермедија у настави“, акредитованог код Завода за унапређивање образовања и васпитања, Београд, 2011. (КАТАЛОГ програма сталног стручног усавршавања наставника, васпитача, стручних сарадника и директора за школску 2011/2012. годину, страна 98., ISBN: 978-86-87137-46-2).

Током завршне године основних студија кандидат је био ангажован као студент демонстратор. Након тога је, током мастер студија, радио као сарадник на катедри за Предузетнички менаџмент Факултета техничких наука у Чачку. У звање асистента први пут је изабран 19.5.2011. године, а реизабран 20.5.2014. године.

1.2. Сечено науиностраживачко искуство

Кандидат Милош Папић, уписао је школске 2010/2011. године докторске академске студије на Техничком факултету у Бору на студијском програму Инжењерски менаџмент. У циљу реализације наставног плана и програма положио је следеће изборне предмете:

СЕМ.	НАЗИВ ПРЕДМЕТА	ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК	ЕСПБ	ОЦЕНА
I	Методологија научно-истраживачког рада	Проф. др Милован Вуковић	15	10 (десет)
I	Маркетинг	Проф. др Дејан Ризнић	15	10 (десет)
II	Менаџмент знања	Проф. др Драгана Живковић	15	10 (десет)
II	Систем квалитета	Др Бисерка Трумић	15	9 (девет)
III	Квантитативне методе	Проф. др Драган Манасијевић	15	10 (десет)
III	Докторска дисертација – теоријске основе	Проф. др Милован Вуковић	15	10 (десет)
IV	Докторска дисертација – студијски истраживачки рад 1	Проф. др Милован Вуковић	30	

Кандидат је 4. децембра 2013. године, одбранио семинарски рад у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације, под називом „Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине“. Кандидат је, поред осталих научних радова, послао три рада (односе на тему предложене докторске дисертације) у домаће и часописе међународног значаја (категирија М23 и М52):

Рад у часопису међународног значаја:

(М-23)

1. **Рарић, 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 9-10, 2014, pp. xxx-xxx. ISSN: 1221-146X, IF: 0.526 (прихваћен за објављивање 8.5.2014.)
http://www.nipne.ro/rjp/accepted_papers.html
http://www.nipne.ro/rjp/docs/accepted_papers.pdf
2. **Рарић, М.,** Vuković, M.: *Multi-criteria and multivariate analysis of contamination of alluvial soils with heavy metals in municipality of Čačak, Serbia*, Hemijska Industrija, Vol xx, No x, 2014, pp. xxx-xxx. ISSN: 0367-598X, IF: 0.463 (рецензија у току)

Рад у часопису националног значаја:

(М-52)

1. **Рарић, М.,** Vuković, M., Dugalić, G., Radojčić, 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. xxx-xxx. ISSN: 0514-6658 (прихваћен за објављивање)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходних чињеница, Комисија констатује да кандидат испуњава формалне услове за рад на изради докторске дисертације као и научно-стручну усмереност из области којој припада предложена тема (Инжењерски менаџмент) те се оцењује подобним за рад на предложеној теми. Ове закључке Комисија изводи на основу чињенице да је кандидат положио све испите на докторским студијама и на основу садржине саопштених и публикованих радова.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Фактор заштите животне средине је један од најзначајнијих критеријума за интеграцију наше земље у европску заједницу. Према том циљу наука са својим теоријско–практичним достигнућима максимално може допринети стабилизацији стања; отуда ће поједини правци стручног усавршавања

из ове области отворити широку перспективу у интердисциплинарној размени информација и међународној комуникацији.

Светска популација ће до 2020. године нарасти до те мере која ће условити повећање количине произведене хране (по неким проценама 50%), како би се постигла глобална обезбеђеност храном. Чињеница је такође да се 90% хране за човечанство обезбеђује обрадом земљишта. Сагледавање ових чињеница је само по себи довољно да се схвати колики је значај очувања квалитета земљишта. Све већа популарност органске производње у свету, такође, иде у прилог томе.

Земљишта у урбано-индустријским регионима показују велике разлике у односу на земљишта у природним срединама. Урбана земљишта су често изложена антропогеним утицајима због веће густине насељености, интензитета саобраћаја, близине индустрије итд. Дуготрајно уношење загађујућих супстанци у земљиште може довести до смањења његовог пуферског капацитета, што за последицу може имати трајну контаминацију земљишта и подземних вода. Постоји неколико путања којима контаминанти из урбаног земљишта могу доспети у људски организам. Најважнија од њих је преко уобичајених људских активности када човек долази у контакт са земљиштем боравећи у парковима, на игралиштима, стамбеним зонама, комерцијалним и другим објектима. Друга по значају путања је јесте земљиште – корисне биљке – човек, када човек долази у додир са контаминантима посредно преко биљака које гаји на загађеним земљиштима. Значај познавања квалитета урбаног земљишта са становишта садржаја органских и неорганских загађујућих супстанци огледа се у могућности процене ризика, лоцирања и санације загађених области као и градско планирање у смислу идентификације и измештања извора загађења.

Данас су земљишта на многобројне начине угрожена. Стога је њихово проучавање и заштита један од најважнијих задатака за науку, политику заштите животне средине (и остале јавне политике) и читаво друштво. Редовно праћење загађења земљишта представља неопходан предуслов очувања квалитетног живота али и опстанка живог света. Испитивање контаминантности земљишта опасним и штетним супстанцама постаје све неопходније са повећањем емисије загађујућих супстанци из индустријских постројења, продуката сагоревања фосилних горива у индустрији, саобраћају и домаћинствима, повећаном хемизацијом у пољопривреди и другим активностима којима се ремети основна функција земљишта – да омогући успешно гајење биљака.

Један од важнијих аспеката загађења земљишта је његова радиоактивност која је условљена присуством радиоактивних елемената односно радионуклида и то најчешће примордијалних (^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) и антропогеног (^{137}Cs). Поред радионуклида као загађујуће супстанце јављају се и тешки метали који доспевају у земљиште испуштањем из фабрика, изливањем депонија, неправилном употребом минералних ђубрива и, наравно, из саобраћаја.

Најзначајнији тешки метали са аспекта загађења пољопривредног земљишта који могу да оштете или промене његову производну способност односно плодност су према Правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања, подељени у две групе и то: опасни (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni и F) и штетни (Cu, Zn и B).

Са становишта управљања квалитетом земљишта, најважнија особина земљишта је плодност. Поседовањем плодности, земљиште представља основно средство пољопривредне производње. Коришћењем земљишта често долази до поремећаја равнотеже појединих састојака што неминовно доводи до његовог оштећења. Такође, мења се педогенеза, непосредно се утиче на особине земљишта, његове режиме и плодност, као и природне факторе који одређују педогенезу. Јак утицај на земљиште имају начини обраде, примена ђубрива и средстава за хемијске мелиорације.

Плодност је способност земљишта да обезбеди биљке током целог вегетационог периода неопходним хранљивим материјама, водом, ваздухом, топлотом и другим факторима живота за добијање максималног приноса.

Многи агрохемичари под појмом плодности подразумевају садржај биљкама доступних хранљивих материја у земљишту. На тај начин, високим нивоом плодности се сматра висок садржај органске материје, односно хумуса; висок садржај биљкама приступачних форми азота, фосфора и калијума; као и реакција блиска неутралној.

Рационално и правилно коришћење земљишта, као основног средства биљне производње, није могуће без изучавања његових агропроизводних карактеристика. Познавање земљишта и изучавање његових особина има велики значај у спровођењу хемизације и ефективном коришћењу минералних ђубрива у пољопривредној производњи.

Педолошки састав на територији града Чачка је разноврстан. Највише су заступљена алувијална земљишта, смонице, гајњаче и параподзоли. Алувијална земљишта су настала наносима

река, а заступљена су у чачанској котлини поред реке Западне Мораве на простору који представља најплоднији део ове котлине.

Према попису из 2002. године град Чачак (тада општина Чачак) има 117.072 становника, од тога на подручју града живи 73152, а на сеоском подручју 43920 становника. Пољопривредом се бави скоро 40% становништва града.

Поред разноликог педолошког састава, град Чачак поседује јако развијену биолошку разноврсност. Осим тога, присутна је и вероватно најразноврснија пољопривредна производња на територији Србије. Површина чачанске општине према подацима Републичког завода за статистику износи 636 km²; од тога на урбано подручје отпада 45 km² (7%), на шумско 158 km² (25%), а на пољопривредно 433 km² (68%), односно 44.060 ha.

На основу изнетих података за град Чачак може се закључити колико је квалитет земљишта заправо битан фактор за становништво овог краја. Стога је и предмет овог истраживања управо утврђивање квалитета земљишта чачанске котлине у смислу анализе основних хемијских параметара који се користе за утврђивање плодности, као и најчешћих загађујућих супстанци – радионуклида и тешких метала.

Резултати до којих ће се доћи у овом истраживању требало би да буду од великог значаја јер се земљишту у нашој земљи поклања мало пажње. То се може тврдити и на основу малог броја законских аката који уређују ову област. У периоду од 2006. до 2009., као и у 2011., од стране државе вршена су систематска мерења елемената који ће бити анализирани и у овом истраживању. Ипак, Чачак није био обухваћен ни једним од ових мерења. Финансијска ситуација у земљи је таква да наредних година можда неће бити средстава за наставак мерења. То је на пример случај са мониторингом радиоактивности. Наиме, не постоје никакви резултати за 2012. годину што је директна последица лоше финансијске ситуације у надлежним институцијама и у држави генерално.

За рангирање и утврђивање најкритичнијих локација у односу на ниво концентрације штетних елемената у земљишту примениће се метода вишекритеријумског доношења одлука – MCDM. У вишекритеријумској анализи користиће се PROMETHEE/GAIA метода,

Вишекритеријумском анализом параметара у земљишту биће формирана листа загађивача у односу на анализирани локације што ће представљати основу за даље деловање.

Корелације између елемената који ће бити анализирани на наведеним локацијама ће бити утврђене помоћу Пирсоновог теста корелације, а груписање сличних елемената путем кластер анализе. Кластер анализа ће се користити у још једној варијанти а то је груписање локација према заједничким параметрима. Тиме ће се употпунити резултати приказани преко GAIA равни.

2.2. Циљеви истраживања

Основни циљ овог истраживања је да се свеобухватно, помоћу вишекритеријумске анализе и мултиваријационих статистичких техника, сагледа тренутно стање квалитета земљишта чачанске котлине.

Из њега проистичу остали специфични циљеви:

- Да се одреде критичне тачке уколико их има и да се сагледају евентуални узроци таквих резултата;
- Да се утврди да ли су до евентуално повишених резултата довеле људске делатности или су корелације између категорија загађивача и органских материја такве да се могу приписати природним факторима;
- Да се дефинишу евентуалне корективне, а затим и превентивне мере.

Са становишта утицаја на стварање еколошки здраве средине за живот, овај рад би требало да укаже на значај праћења, очувања и унапређења квалитета земљишта. Научне методе примењене у овом раду и резултате анализа, у перспективи би требало посматрати као допринос Републике Србије европским интеграцијама у области заштите земљишта, као интегралног дела животне средине.

Циљеви општег карактера које би овај рад могао да испуни су:

- Да се истакне значај потребе праћења квалитета земљишта као виталног ресурса од кога директно зависи опстанак живота;
- Да се допринесе напорима републичке Агенције за заштиту животне средине у истраживању овог недовољно истраженог феномена.
- Да се допринесе напорима Републике Србије у усклађивању законодавних оквира из домена управљања и заштите земљишта.

2.3. Осврtnа релевантна библиографска изворе

Полазна литература за ово истраживање је подељена у четири дела. У првом делу је дат преглед домаћих и европских законских оквира, правилника и извештаја везаних за земљиште. У другом делу су наведени прегледни радови о PROMETHEE/GAIA методи, а одмах затим и радови аутора који су применили поменућу методу у својим истраживањима везаним за земљиште. У трећем делу је наведена литература о мултиваријационим статистичким техникама а потом и радови у којима се оне примењује на еколошке проблеме. У четвртном делу су приказани радови где је истраживано загађење земљишта радионуклидима и тешким металима, као и радови о земљишту на територији Србије и Чачка.

Директиве ЕУ и Републике Србије, 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 подршку 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 Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation, United Nations, 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“ бр. 135/04)
- [10] Закон о пољопривредном земљишту, („Службени гласник РС“ бр. 62/06)
- [11] Извештај о стању земљишта у Републици Србији у периоду 2006-2008, Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Београд, 2009.
- [12] Извештај о стању земљишта у Републици Србији за 2011. годину, Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине, Београд, 2012.
- [13] 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
- [14] Годишњи извештај о излагању становништва јонизујућем зрачењу у 2011. год., Агенција за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије
- [15] Уредба о програму системског праћења квалитета земљишта, индикаторима за оцелу ризика од деградације земљишта и методологији за израду ремедијационих програма, („Сл. гласник РС“, бр. 88/2010)
- [16] Правилник о дозволеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и водизавању и методама њиховог испитивања, („Сл. гласник РС“, бр. 23/94)
- [17] Уредба о садржини и начину вођења информационог система заштите животне средине, методологији, структури, заједничким основима, категоријама и нивоима сакупљања података, као и о садржини информација о којима се редовно и обавезно обавештава јавност, („Сл. гласник РС“, бр. 112/2009)

У изради дисертације ће се користити PROMETHEE/GAIA метода вишекритеријумског одлучивања:

- [18] J.P. Brans, B. Mareschal, The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid, *Decision Support Systems*, 12 (1994) 297-310
- [19] J.P. Brans, Ph. Vincke, B. Mareschal, How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research* 24 (1986) 228-238
- [20] J.P. Brans & Ph. Vincke (1985). A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), 647-656.
- [21] J.P. Brans, B. Mareschal & Ph. Vincke (1984). PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis. In J. P. Brans (Ed.), *Operational research '84* (pp. 477-490). North-Holland, Amsterdam.
- [22] J.P. Brans and B. Mareschal, The PROMETHEE-GAIA decision support system for multicriteria investigations. *Investigation Operativa*, 4(2) (1994) 107-117.
- [23] J.P. Brans, B. Mareschal, PROMETHEE Methods, In J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott, editors, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, (2005) 163-196.
- [24] J.P. Brans, C. Macharis, P. L. Kunsch, A. Chevalier, M. Schwaninger, Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic processes. An iterative real-time procedure. *European Journal of Operational Research*, 109(2) (1998) 428-441.
- [25] Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M., PROMETHEE: A Comprehensive Literature Review on Methodologies and Applications, *European Journal of Operational Research*, Volume 200, Issue 1, (2010), Pages 198-215

Ову методу вишекритеријумске анализе у радовима из области управљања квалитетом земљишта користили су аутори међу којим се издвајају:

- [26] Mostert, M., Ayoko, G., Kokot, S. Application of chemometrics to analysis of soil pollutants, *Trends in Analytical Chemistry*, 29 (2010) 430 – 445
- [27] 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.
- [28] Munda, G., Nijkamp, P., Rietveld, P. (1995). Application of chemometrics to analysis of soil pollutants. *European Journal of Operational Research*, 82, 1, 79-97
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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
- [32] 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
- [33] 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
- [34] 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

У изради дисертације користиће се мултиваријабилне статистичке методе, између осталих и кластер анализа:

- [35] Brereton G. Richard (2003). *Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant*, John Wiley & Sons, Ltd.
- [36] Kaufman, L., Rousseeuw, P.J. (2005). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*, (Wiley Series in Probability and Statistics), John Wiley & Sons
- [37] Pallant, Julie, (2011). *SPSS: priručnik za preživljavanje*, prevod 4. izdanja, Mikro knjiga, Beograd
- [38] Tepavčević, A., Lužanin, Z. (2006). *Matematičke metode u taksonomiji*, Prirodno – matematički fakultet, Departman za matematiku i informatiku

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

- [39] 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
- [40] 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
- [41] 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
- [42] 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
- [43] 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
- [44] 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
- [45] 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
- [46] 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

Загађење земљишта радионуклидима и тешким металима су истраживали:

- [47] 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.
- [48] 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.
- [49] Yisa, J. Heavy Metals Contamination of Road-Deposited Sediments, *American Journal of Applied Sciences* 7 (9): 1231-1236, 2010
- [50] Pekey, H., Heavy metal pollution assessment in sediments of the Izmit Bay, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment* (2006) 123: 219–231
- [51] 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
- [52] Grzebisz, W., Cieśła, L., Komisarek, J., Potarzycki, J. Geochemical Assessment of Heavy Metals Pollution of Urban Soils, *Polish J. Environ. Stud.* 11(5), 493, 2002.
- [53] Grigalavičienė, I., Rutkoviienė, V., Marozas, V. The Accumulation of Heavy Metals Pb, Cu and Cd at Roadside Forest Soil, *Polish J. Environ. Stud.* 14(1), 109, 2005.
- [54] 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.
- [55] Aydinalp, C., Marinova, S. Distribution and Forms of Heavy Metals in Some Agricultural Soils, *Polish J. Environ. Stud.* 12(5), 629, 2003.
- [56] Buszewski, B., Jastrzębska, 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.
- [57] 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.
- [58] 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.

- [59] M.A. Arshad, S. Martin, Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88 (2002) 153–160
- [60] 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
- [61] 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
- [62] 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
- [63] 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
- [64] Zhu, Y.G. Shaw, G., Soil contamination with radionuclides and potential remediation, *Chemosphere*, 41 (2000), 1-2, pp. 121–128
- [65] 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
- [66] 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
- [67] 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
- [68] 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
- [69] 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
- [70] 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 (Ionian Sea), Greece, *Journal of Environmental Radioactivity*, 122 (2013), pp. 43 – 54
- [71] 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
- [72] Pantelic, G., Vuletic, V., Eremic – Savkovic, M., Javorina, Lj., Tanaskovic, I., Radioecological monitoring in Serbia, *Arhiv veterinarske medicine*, 2 (2009), 2, pp. 59–69
- [73] 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
- [74] 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
- [75] 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
- [76] 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.
- [77] Guitao Shi, Zhenlou Chen, Shiyuan Xu, Ju Zhang, Li Wang, Chunjuan Bi, Jiyang Teng, Potentially toxic metal contamination of urban soils and roadsides dust in Shanghai, China, *Environmental Pollution* 156 (2008) pp. 251–260

- [78] Herngrena, L., Goonetilleke, A., Ayoko, G., Analysis of heavy metals in road-deposited sediments, *Analytica Chimica Acta*, 571 (2006) pp. 270-278
- [79] 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
- [80] 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 органских материја у земљишту на територији Чачка и околине:

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

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Полазне хипотезе којима је дефинисан предмет истраживања проистекле су током анализирања литературе, реалне еколошке ситуације у нашој земљи и чињеничног стања везаног за овај недовољно научно истражен и законодавно поткрепљен феномен.

Посматрајући појединачне показатеље квалитета земљишта у смислу хемијских показатеља плодности, као и најзначајнијих загађивача, не може се дефинисати свеобухватна оцена његовог квалитета. Сагледавајући напред наведено, дефинисане су иницијалне хипотезе, које ће бити предмет обраде и доказивања у овом раду.

Основна хипотеза, на основу досадашњих резултата у литературе и пракси је:

X₀: Применом вишекритеријумске анализе и мултиваријационих статистичких техника може се извршити свеобухватна оцена квалитета земљишта.

С обзиром на то да се у градском подручју територије града Чачка у непосредној близини Западне Мораве налази индустријска зона, претпоставља се да ће постојати разлика у вредностима радионуклида и тешких метала у узорцима из градског у односу на сеоско подручје града.

X₁: Измерене количине радионуклида и тешких метала у узорцима узетим насеоском подручју града су мање од оних узетих у урбаном (индустријском) делу града.

С обзиром на то да у ближој прошлости није долазило ни до каквих несрећа у којима је учествовао људски фактор нити катастрофа које би условиле антропогену контаминацију, претпоставља се да ће добијене вредности анализираних загађујућих супстанци бити природног порекла и у границама дозвољених вредности, односно у складу са вредностима приказаним за овај део Србије.

X₂: Измерене количине радионуклида у узорцима узетим на територији чачанске котлине су природног порекла и у оквиру прописаних дозвољених вредности, односно у складу са приказаним количинама за овај део Србије.

X₃: Измерене количине тешких метала у узорцима узетим на територији чачанске котлине су природног порекла и у оквиру прописаних дозвољених вредности, односно у складу са приказаним количинама за овај део Србије.

Земљиште чачанске котлине, којом протиче Западна Морава, спада у алувијална земљишта, која се по својим карактеристикама сматрају једним од најплоднијих земљишта. Из тог разлога је дефинисана последња хипотеза:

X₄: Просечне вредности органских материја у земљишту чачанске котлине су више у односу на просеке централне Србије.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање ће бити базирано на анализи доступних података присутних у литератури и потом на прикупљању података путем узорковања земљишта на унапред испланираним локацијама и вршењем адекватних анализа.

Узорковањем ће бити прикупљено по 30 просечних узорака са 30 локација на територији чачанске котлине, како у урбаној (индустријској) зони, тако и на сеоском подручју града. Тачна позиција сваке локације биће забележена коришћењем система за глобално позиционирање (GPS).

Узорци обрадивог земљишта у нарушеном стању биће узети са дубине од 0 до 30 cm у количини од око 1 kg. Узорци ће бити прикупљени помоћу ашова и педолошког ножа а потом одлагани у полиетиленске кесеи обележавани.

Узорци ће бити анализирани на присуство: (1) радионуклида – примордијалних (^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) и антропогеног порекла (^{137}Cs); (2) тешких метала – опасних (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni, F) и штетних (Cu, Zn, B); те (3) основних хемијских параметара за утврђивање плодности – хемијска реакција pH, хумус, укупан азот N и биљкама приступачне форме фосфора P_2O_5 и калијума K_2O .

За статистичку обраду података и добијање свих резултата користиће се софтверски пакети, Visual PROMETHEE 1.3, MS Excel 2013 и SPSS 20.

У циљу успешне реализације истраживања и потврђивања постављених хипотеза у овој докторској дисертацији користиће се основне и посебне методе логичког расуђивања. Од основних метода биће коришћени:

- метод моделирања и
- статистички метод.

Од посебних метода биће коришћене:

- индуктивна и детуктивна метода закључивања,
- аналитичка и синтетичка метода,
- посебне методе апстракције, генерализације и специјализације, те
- компарација.

Избор специфичних научних метода одређен је, првенствено, чињеницом да постоје три корака у решавању проблема загађења:

1. редовно и континуирано праћење задатих параметара,
2. анализа, синтеза и сортирање добијених података, те
3. математичко моделовање проблема на основу релевантних података из претходне две фазе.

За овако дефинисан предмет рада неопходно је укључити и специфичне методе као што су:

- мултиваријациона обрада резултата и мерење параметара квалитета земљишта,
- статистичко моделовање добијених резултата у циљу дефинисања корелационе зависности, те
- вишекритеријумско моделовање добијених резултата у циљу рангирања локација.

У циљу успешне реализације предмета истраживања примениће се и специјалне научне методе као што су:

- метода вишекритеријумске анализе MCDM (PROMETHEE/GAIA) за формирање коначних ранг листа локација према садржају елемената и
- кластер анализа за испитивање постојања одређених корелационих зависности елемената међусобно и самих локација према садржају елемената.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Идеја за ово истраживање се јавила на основу изнетих података и кључних порука Извештаја о стању земљишта у Републици Србији, као и самих чињеница које се односе на недовољно проучавање овог круцијалног фактора животне средине. Чачак, као један од важнијих пољопривредних региона Централне Србије, није обухваћен мерењима републичких тела и у извештајима о земљишту не постоје никакви подаци за овај регион. Наиме, постоје подаци за централну Србију али су општег карактера. Истраживање су такође подстакли подаци о обиму и тренду раста пољопривредне производње у овом крају односно броју становника који се њоме већ баве.

Спровођење овог истраживања би допринело:

- испитивању постојања одређених корелационих зависности између концентрација загађујућих супстанци (тешких метала и радионуклида) и различитих фактора (на пример, удаљености од карактеристичних индустријских загађивача);
- формирању листе загађивача у односу на анализиране локације, на основу вишекритеријумске анализе, што ће представљати основу за даље деловање;
- утврђивању природног, односно антропогеног порекла евентуалног загађења;
- креирању модела за свеобухватну процену квалитета земљишта применом методе вишекритеријумске анализе и мултиваријационих статистичких техника;
- евроинтеграционим напорима Републике Србије будући да ће генерисани подаци поткрепити напоре Србије за креирањем поуздане базе података која је, поред осталог, неопходна ради интеграције наше земље у ЕУ;
- учвршћивању интердисциплинарног приступа у сагледавању пољопривредне производње у смислу примене одређених агро–техничких мера на основу добијених резултата.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада на дисертацији, обухвата низ фаза међу којима су:

- проучавање релевантних извора литературе;
- прикупљање података из резултата сличних истраживања;
- прикупљање података о ранијим мерењима на територији Србије од стране званичних републичких тела;
- прикупљање осталих података релевантних за истраживање (географски подаци, законодавни оквири, педолошке карте и друго).
- узорковање;
- статистичка анализа, синтеза и сортирање добијених података;
- мултиваријабилна анализа параметара квалитета земљишта;
- формирање вишекритеријумског модела за рангирање резултата.
- предлагање мера чије спровођење и примена могу довести до смањења загађености односно повећања плодности земљишта.

6.2. Структура рада

У структури текста дисертације биће заступљени следећи кључни елементи: анализа доступних литературних података, анализа постојећих модела за мерење квалитета земљишта, конкретизација и уобличавање новог модела, спровођење истраживања, анализа и обрада резултата добијених истраживањем, приказ резултата и закључак. Оријентациони садржај дисертације је дефинисан на следећи начин:

1. УВОД

- 1.1 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА
- 1.2 ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА
- 1.3 ХИПОТЕЗЕ

2. ЗЕМЉИШТЕ КАО ЕКОЛОШКИ РЕСУРС И МЕТОДЕ ПРАЋЕЊА ЊЕГОВОГ КВАЛИТЕТА

- 2.1 ПЛОДНОСТ ЗЕМЉИШТА
- 2.2 ЗАГАЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА
- 2.3 КВАЛИТЕТ ЗЕМЉИШТА
- 2.4 КЛАСИФИКАЦИЈА ЗЕМЉИШТА

3. ЗАКОНОДАВНИ ОКВИРИ ВЕЗАНИ ЗА ЗЕМЉИШТЕ

- 3.1 ДОМАЋЕ ЗАКОНОДАВСТВО
- 3.2 ЕВРОПСКА ЛЕГИСЛАТИВА

4. ПРИРОДНИ И ДРУШТВЕНИ ЧИНИОЦИ РАЗВОЈА ГРАДА ЧАЧКА

5. МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП

- 5.1 УЗОРКОВАЊЕ
- 5.2 ОБРАДА ПОДАТАКА

6. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

7. ЗАКЉУЧАК

ЛИТЕРАТУРА

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве предложене теме докторске дисертације, Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме закључује да кандидат испуњава све законске и суштинске услове за израду предложене докторске дисертације – кандидат је 2010. Године одбранио мастер рад на Факултету техничких наука у Чачку и потом уписао докторске студије на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду. Такође, на основу садржине досада урађених публикованих и саопштених радова, кандидат је доказао да је оспособљен да самостално ради на овако дефинисаној теми. Предложена 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 кандидату одобри израда докторске дисертације под називом: „Вишекритеријумска анализа квалитета земљишта чачанске котлине“. Такође, Комисија предлаже да се за ментора именује проф. др Милован Вуковић, ванредни професор Техничког факултета у Бору који испуњава све Законом предвиђене услове (већи број радова у часописима са SCI листе).

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Милован Вуковић, ванредни 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

PODACI O MENTORU

Ime i prezime: **Prof. dr Milovan Vuković**

Zvanje: **Vanredni profesor – Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru**

Spisak radova objavljenih u naučnim časopisima sa Science Citation Index (SCI) liste koji kvalifikuju mentora za vođenje doktorske disertacije:

1. **M. Vuković** – Anodic Dissolution of Armaco Iron in 0.5 M H₂SO₄ in the Presence of Adsorbed Chloride Ions, *Hydrometallurgy*, 42(1996) 387-398.
IF (1998) – 0,622 (METALL. AND METALL. ENG., 13/61) **M-21**
2. **M. Vuković** – Influence of pH on the dissolution kinetics of iron in sulphuric acid, *Hydrometallurgy*, 43(1996) 79-93.
IF (1998) – 0,622 (METALL. AND METALL. ENG., 13/61) **M-21**
3. **M. Vuković**, A Weinstein, Archeotechnology (Feature) - Kosovo Mining, Metallurgy, and Politics: Eight Centuries of Perspective, *Journal of Metals*, 54(5) (2002) 21-24.
IF (2002) – 0,910 (METALL. AND METALL. ENG., 13/69) **M-21**
4. Lj. Takić, I. Mladenović-Ranisavljević, **M. Vuković**, I. Mladenović, Evaluation of the Eco-Chemical Status of the Danube in Serbia in Terms of Water Quality Parameters, *The Scientific World Journal*, Research Article 930737, (2012) (in press).
IF (2010) - 1.524 (MULTIDISCIPLINARY SCIENCES, 13/59) **M-21**
5. Z.D. Stanković, **M. Vuković** – The Influence of Thiourea on Kinetic Parameters on the Cathodic and Anodic Reaction at Different Metals in H₂SO₄ Solution, *Electrochim. Acta*, 41(16) (1996) 2529-2535.
IF (1998) – 1,591(ELECTROCHEMISTRY, 5/13) **M-22**
6. I. Mladenović-Ranisavljević, Lj. Takić, Z. Damjanović, **M. Vuković**, N. Živković, Correlation of water quality criteria of water of the Danube in Serbia, *Technics Technologies Education Management*, No: 25“/11-2011, Vol.8, No.1., 2/3,2013 (in press).
IF (2010) - 0.256 (ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY, 68/87) **M-23**
7. Z.D. Stanković, M. Rajčić-Vujasinović, **M. Vuković**, S. Krčobić, A.A. Wragg – The Electrochemical Synthesis of Cupric Oxide Powder. Part I. Influence of pH, *Journal of Applied Electrochemistry*, 28(12) (1998) 1413-1418.
IF (1998) – 0,928 (ELECTROCHEMISTRY, 8/13) **M-23**
8. Z.D. Stanković, M. Rajčić-Vujasinović, **M. Vuković**, S. Krčobić, A.A. Wragg – The Electrochemical Synthesis of Cupric Oxide Powder. Part I. Influence of pH, *Journal of Applied Electrochemistry*, 28(12) (1998) 1413-1418.
IF (1998) – 0,928 (ELECTROCHEMISTRY, 8/13) **M-23**

9. V.B. Cvetkovski, V.T. Conić, **M. Vuković**, M. Cvetkovska – Mesophilic leaching of copper sulphide, *Journal of Serbian Chemical Society* (ISSN 0352-5139), 72(2) (2009) 213-221.
IF (2007) – 0,536 (CHEMISTRY/MULTIDISCIPLINARY, 95/127) **M-23**
10. **M. Vuković**, V. Cvetkovski, V. Conić – Mechanisms of Microbiologically induced Corrosion of Metals in the Environment containing Sulphate-reducing Bacteria, *Corrosion Reviews* (ISSN 0048-7538), 27(1-2) (2009) 213-221.
IF (2007) – 0,389 (METALL, AND METALL. ENG., 37/66) **M-23**
11. V.T. Conić, V.B. Cvetkovski, E.D. Požega, **M. Vuković**, M.V. Cvetkovska – Razvoj mezofilnih bakterija iz podzemne eksploatacije Rudnika bakra Bor, *Hemijska industrija* (ISSN 0367-598X), 63(1) (2009) 47-50 (naučni rad). **M-23**
12. V.T. Conić, V.B. Cvetkovski, E.D. Požega, **M. Vuković**, M.V. Cvetkovska – Opitno laboratorijsko postrojenje za biohidrometaluršku proizvodnju bakra, *Hemijska industrija* (ISSN 0367-598X), 63(1) (2009) 51-56 (stručni rad). **M-23**
- 13 Lj. Takić, I.I. Mladenović-Ranisavljević, M. Vuković, I. Mladenović – Evaluation of the ecochemical status of the Danube in Serbia in terms of water quality parameters, *The Scientific World Journal: Environment*, ISSN 1537-744X, (2012): 1-6. **M-21**
IF(2012)=1,703; MULTIDISCIPLINARY SCIENCES, 13/56.
14. M. Vuković, B. Pesić, N. Štrbac, I. Mihajlović, M. Sokić – Linear polatization study of the corrosion of iron in the presence of *Thiobacillus ferrooxidans* bacteria, *Int. J. of Electrochem. Sci.*, ISSN 1452-3981, 7(2012): 2487-2503. **M-22**
IF(2011)=3,324; ELECTROCHEMISTRY, 9/27.
15. Z.D. Stanković, V.B. Cvetkovski, V.J. Grekulović, M. Vuković, S.Lj. Ivanov – The effect of tellurium presence in anodic copper on kinetics and mechanism of anodic dissolution and cathodic deposition of copepr, *Int. J. of Electrochem. Sci.*, ISSN 1452-3981, 8(2013): 2487-2503. **M-22**
IF(2011)=3,324; ELECTROCHEMISTRY, 9/27.
16. I.I. Mladenović-Ranisavljević, Lj. Takić, Z. Damjanović, M. Vuković, N. Živković – Correlation of water quality criteria of the Danube in Serbia, *Technics, Technologies, Education Management*, ISSN 1840-1503, 8(1)(2013): 390-394. **M-23**
IF(2012)=0,414; ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY, 65/90.
17. D. Vidaković, D. Jovanović, M. Vuković, D. Voza, M. Pljušić – Measurements SO₂, NO_x and smoke in large cities of transitional countries in South-East Europe, *Technics, Technologies, Education Management*, ISSN 1840-1503, 8(4)(2013): 1831-1839. **M-23**
IF(2012)=0,414; ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY, 65/90.
18. M. Vuković, N. Štrbac, M. Sokić, V. Grekulović, V. Cvetkovski – Bioleaching of pollymetallic sulphide concentrate using thermophilic bacteria, *Hemijska industrija*, ISSN 0367-598X, DOI: 10.2298/HEMIND130620085. **M-23**
IF(2012)=0,463; ENGINEERING/CHEMICAL, 104/133.

19. I. Ilić, M. Vuković, N. Štrbac, S. Urošević – The application of GIS in controlling air pollutants originated from transportation: A case study of Belgrade – Niš highway, *Polish Journal of Environmental Studies*, ISSN 1230-1485, Prihvaćen rad. **M-23**
IF(2012)=0,462; ENVIRONMENTAL SCIENCE, 195/210.

20. M. Vuković, D. Voza, N. Štrbac, Lj. Takić – Cooperation over International Water Resources: a Case from the Danube River Basin, *Sociologia*, (2014) ISSN 0049-1225, IF(2012)=0,240; SOCIOLOGY, 121/139. Prihvaćen rad. **M-23**

21. M. Papić, M. Vuković, I. Bikit, D. Mrđa, S. Forkapić, K. Bikit, Đ. Nikolić – Multi-Criteria Analysis of Soil Radioactivity in Čačak Basin, Serbia, *Romanian Journal of Physics*, ISSN 1221-146X, 59(5-6)(2014): xx-xx Prihvaćen rad. **M-23**
IF(2012)=0,404; PHYSICS; MULTIDISCIPLINARY, 69/83.

(navesti najmanje jedan rad u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje do 31.12.2008. godine, odnosno najmanje tri rada u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje u periodu od 01.01.2009. do 31.12.2009. godine, odnosno najmanje pet radova u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje počev od 01.01.2010. godine).

Mentor
Prof. dr Milovan Vuković

DEKAN FAKULTETA
Prof. dr Milan Antonijević