

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:

Иване (Илија) Ранисављевић-Младеновић

КАНДИДАТ: **Ивана (Илија) Ранисављевић-Младеновић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВОДЕ ДУНАВА У СРБИЈИ

Из научне области: **Инжењерски менаџмент**

Универзитет је дана **07.05.2012.** године својим актом под бројем **06-18424/25-12** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВОДЕ ДУНАВА У СРБИЈИ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Иване (Илија) Ранисављевић-Младеновић

образована је на седници одржаној **20.09.2012.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-26-10.1**, у саставу:

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

1. др Милован Вуковић, ван. професор, инжењерски менаџмент, Технички Факултет у Бору, ментор
2. др Нада Штрбац, ред. професор, 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 **25.10.2012.** године, под бројем: **VI/4-1-10-2.**

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/4-1-10.2.
Бор, 26. 10. 2012. године

На основу чл. 44. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 25. 10. 2012. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Иване Младеновић Ранисављевић**, дипл. инж. организац. наук. – мастер менаџмента, под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета воде Дунава у Србији**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 07. 05. 2012. 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:

Ljiljana Takić, **Ivana Mladenović-Ranisavljević**, Milovan Vuković, Ilija Mladenović, Evaluation of the Eco-Chemical Status of the Danube in Serbia in Terms of Water Quality Parameters, *The Scientific World Journal*, 2012, Research Article 930737, 6 pages, doi:10.1100/2012/930737, **IF (2010) 1.524**; категорија часописа **M(21)**;

Ivana Mladenović-Ranisavljević, Ljiljana Takić, Zvonko Damjanović, Milovan Vuković, Nenad 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, **IF (2010) 0.256**, категорија часописа **M(23)**, (in press);

Ivana Mladenović-Ranisavljević, Ljiljana Takić, Milovan Vuković, Đorđe Nikolić, Nenad Živković, Peđa Milosavljević, Multicriteria ranking of the Danube water quality on its course through Serbia, *Serbian Journal of Management* Vol.7, No.2 (2012), doi:10.5937/sjm7-2549, категорија часописа **M(24)**, (in press).

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Милован Вуковић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Нада Штрбац, редовни професор Техничког факултета у Бору – члан;
3. др Љиљана Такић, доцент 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:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

Predmet: Izveštaj Komisije o urađenoj doktorskoj disertaciji
Ivane I. Mladenović-Ranisavljević

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru br. VI/4-26-10.1 od 20.09.2012. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Ivane I. Mladenović-Ranisavljević pod nazivom: „Višekriterijumska analiza kvaliteta vode Dunava u Srbiji“. Posle pregleda urađene doktorske disertacije i prateće dokumentacije koja nam je dostavljena podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. UVOD

1.1. Naslov i obim disertacije

Naslov doktorske disertacije je „Višekriterijumska analiza kvaliteta vode Dunava u Srbiji“ i napisana je u obimu od 192 strane. Disertacija se sastoji od sedam poglavlja, a na kraju su data dva priloga i kratka biografija autora. Disertacija takođe sadrži 46 slika i 37 tabela u poglavljljima, kao i 37 tabela datih u Prilozima 1. i 2. Literaturni izvori su navedeni na kraju rada (ukupno 140 referenci).

1.2. Hronologija odobravanja u izradi disertacije

Hronologija odobravanja u izradi doktorske disertacije imala je sledeću dinamiku:

- Dana 25.januara 2012. godine Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru podnet je Zahtev za odobravanje teme za izradu doktorske disertacije.
- Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru, br. VI/IV-20-8 na sednici od 2. februara 2012. godine, imenovana je Komisija za ocenu naučne zasnovanosti teme za izradu doktorske disertacije.
- Odlukom br. VI/4-21-10 od 24. februara 2012. godine, Nastavno-naučno veće Tehničkog fakulteta u Boru prihvatilo je Izveštaj Komisije o naučnoj zasnovanosti teme za izradu doktorske disertacije.
- Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu na sednici održanoj 7. maja 2012. godine donelo je odluku broj 06-18424/25-12 o davanju saglasnosti na predlog teme za izradu doktorske disertacije.
- Nastavno-naučno veće Tehničkog fakulteta u Boru na sednici održanoj 20. septembra 2012. godine imenovalo je Komisiju za ocenu i odbranu urađene doktorske disertacije.

1.3. Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Predmet istraživanja u okviru doktorske disertacije pripada tehničko-tehnološkoj naučnoj oblasti, odnosno užoj naučnoj oblasti inženjerskog menadžmenta.

1.4. Biografski podaci o kandidatu

Ivana I. Mladenović-Ranisavljević rođena je 15. januara 1982. godine u Leskovcu, gde je završila osnovnu školu, gimnaziju i srednju muzičku školu. Diplomirala je na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu 2007. godine, na odseku za menadžment. Nakon toga, 2009. godine završila je master akademske studije na istom fakultetu, sa prosečnom ocenom 9,14 i stekla zvanje: diplomirani inženjer organizacionih nauka – master iz oblasti menadžmenta.

Doktorske akademske studije na Tehničkom fakultetu u Boru, na studijskom programu Inženjerski menadžment, upisala je školske 2009/2010. godine. Posедуje i radno iskustvo. Radila je kao saradnik u nastavi na Visokoj poslovnoj školi strukovnih studija u Leskovcu, na predmetima: „Osnovi menadžmenta“, „Preduzetništvo“ i „Preduzetnički menadžment“, u periodu od 2008 do 2010. godine. Zatim je radila na Visokoj strukovnoj školi za tekstil u Leskovcu, kao saradnik u nastavi na predmetu „Računarske tehnike“.

Od 9. februara 2011. godine angažovana je kao istraživač-pripravnik Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije u realizaciji projekta „Biljni i sintetski bioaktivni proizvodi novije generacije“, ev. br. TR 34012. Iste, 2011. godine, na Tehnološkom fakultetu u Leskovcu izabrana je u zvanje istraživač-saradnik. Do sada ima četiri objavljena rada u međunarodnim časopisima sa SCI liste, od čega su dva proistekla iz disertacije, kao i jedan rad u časopisu kategorije M24. Kandidat ima sedam objavljenih radova u časopisima nacionalnog značaja (M51/M52) od kojih su dva proistekla iz disertacije.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Struktura i sadržaj disertacije

Disertacija je napisana na 192 strane. Tekst je raspoređen u sedam poglavlja, pregled literature, dva priloga, a priložena je i biografija kandidata na kraju. Poglavlja su ispisana sledećim redosledom:

Poglavlje 1: Uvod

(Obim: tri stranice teksta).

Poglavlje 2: Dunav i njegov značaj

(Obim: 15 stranica teksta i četiri slike).

Poglavlje 3: Zakonodavni okvir upravljanja vodama

(Obim: 12 stranica teksta).

Poglavlje 4: Regionalni aspekti upravljanja Dunavom

(Obim: 9 stranica teksta sa dve tabele).

Poglavlje 5: Metodološki pristup

(Obim: 43 stranice teksta sa osam slika i šest tabela).

Poglavlje 6: Rezultati i diskusija

(Obim: 55 stranica teksta sa 34 slike i 29 tabela).

Poglavlje 7: Zaključak

(Obim: tri stranice teksta).

Literatura

(Obim: 12 stranica sa 140 literaturnih izvoda)

Prilog 1: Monitoring kvaliteta vode Dunava (podaci sa mernih stanica) u Srbiji za 2009. godinu.

(Obim: 17 stranica sa 17 tabela).

Prilog 2: Monitoring kvaliteta vode Dunava (podaci sa mernih stanica) u Srbiji za period od 2005. do 2009. godine.

(Obim: 20 stranica sa 20 tabela)

Disertacija je ilustrovana sa ukupno 46 slika i 37 tabela, kao i 37 tabela posebno datih u Prilozima. Literaturni pregled sadrži 140 referenci.

2.2. Kratak prikaz pojedinih poglavlja

U *Poglavlju 1.* daju se uvodne napomene o doktorskoj disertaciji i mestu obavljenih istraživanja u savremenoj nauci, u oblasti ekološkog menadžmenta.

Poglavlje 2. ukazuje na osnovne karakteristike reke Dunav i njegov značaj kao druge po veličini reke u Evropi. Ističe se privredni značaj Dunava, u okviru kojeg se sagledavaju saobraćajni i turistički aspekti, a naglasak poglavlja stavljen je na ekološki aspekt Dunava.

Poglavlje 3. daje pregled direktiva Evropske unije koje se tiču upravljanja vodama, a zatim se težište razmatranja pomera ka zakonodavnom okviru upravljanja vodama u Srbiji.

Poglavlje 4. utvrđuje regionalne aspekte upravljanja Dunavom, naročito one koji se tiču Dunavske strategije i njene primene u Srbiji. Dunavska Strategija pruža veliku podršku mnogim projektima u oblasti voda koji doprinose celokupnom poboljšanju kvaliteta vode u dunavskom slivu. Projekti iz oblasti prerade otpadnih voda, kanizacionog otpada ili vode za piće u Austriji, Bugarskoj, Češkoj, Mađarskoj, Rumuniji, Crnoj Gori, Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj i Srbiji, finansijski i tehnički su podržani od strane Evropske investicione banke. Upravljanje vodama zahteva dobru koordinaciju i čvrstu međusobnu saradnju između zemalja i između sektora, zbog čega predstavlja ključno pitanje za Dunavski region.

Poglavlje 5. usredsređuje se na teorijske osnove metoda primenjenih u istraživanju. Najpre se razmatra SWQI metoda: parametri kvaliteta vode, utvrđivanje kvaliteta vode, klasifikacija kvaliteta površinskih voda, kao i prednosti i nedostaci primene ove metode. Zatim se objašnjavaju metode višekriterijumskog odlučivanja i višekriterijumske analize, sa fokusom na metodi PROMETHEE. Na kraju ovog poglavlja objašnjeno je modelovanje i predviđanje kvaliteta površinske vode integrisanjem WQI metode i metode predviđanja, kao i korišćenje metoda parametarskog i neparametarskog predviđanja, na osnovu kojih se formira model prognoze koncentracija polutanata na utvrđenim lokacijama.

U *Poglavlju 6.* prikazani su rezultati obavljenih istraživanja i diskusija istih. Istraživanja su sprovedena korišćenjem fonda podataka RHMZ Srbije, za period od 2005. do 2009. godine, na sedamnaest hidroloških mernih stanica na određenom rastojanju od ušća duž toka Dunava kroz Srbiju. Metodom indeksa kvaliteta vode ocenjivan je kvalitet površinske vode i utvrđen je trend promene kvaliteta vode u posmatranom periodu. Promene parametara indeksne metode posmatrane su u prostoru i vremenu. Takođe je izvršena procena eko-hemijskog statusa vode Dunava u odnosu na vrednosti parametara kvaliteta vode utvrđenih Direktivom 75/440/EEC. Procenjen je stvarni u odnosu na zahtevani kvalitet vode.

Formiranjem modela višekriterijumskog odlučivanja, na osnovu parametara indeksa kvaliteta vode, rangirana su merna mesta i identifikovani najznačajniji polutanti vode Dunava, koji pokazuju povišene koncentracije na tačno utvrđenim lokacijama. U višekriterijumskoj analizi korišćena je PROMETHEE/GAIA metoda. Modeli prognoze omogućuju da se metodom

analize više promenljivih podataka predvidi kvalitet vode iz nekoliko lako izmerenih serija promenljivih, tako da su formirani sledeći modeli prognoze:

- model predviđanja WQI po metodi WQI-1 u petogodišnjem periodu;
- model predviđanja WQI po metodi WQI-1 na osnovu merenja u 2009. godini, kao i
- model prognoze koncentracije polutanata utvrđenih višekriterijumskom analizom, na pojedinim lokacijama na Dunavu.

U *Poglavlju 7.* data su zaključna razmatranja rezultata istraživanja. Metodom indeksa kvaliteta vode ocenjivan je kvalitet površinske vode Dunava. Izračunate SWQI vrednosti na sedamnaest mernih mesta u 2009. godini pokazuju da je kvalitet Dunava duž toka kroz Srbiju bio u rasponu od 82 do 90 indeksnih poena, što odgovara opisnim indikatorima dobar, veoma dobar i odličan kvalitet vode.

Rezultati kompletne PROMETHEE analize rangiranja parametara kvaliteta vode za 2009. godinu pokazuju da je najmanje zagađeno merno mesto, sa najboljim kvalitetom vode, Dobra (L14), dok je najzagađenije merno mesto, sa najlošijim kvalitetom vode, Pančevo (L9), sa odgovarajućim neto tokovima preferencije $\Phi=0,20$ i $\Phi=-0,15$, respektivno. Pri tome su analize, pomoću opšte PLS metode, kao posebno važne faktore potencijalnog ekološkog rizika koji utiču na kvalitet vode, izdvojile nekoliko polutanata (ukupni oksidi azota, ortofosfati, suspendovane materije i amonijum jon), iako to nisu jedini relevantni i dominantni parametri. S obzirom na činjenicu da su podaci korišćeni za modelovanje dobijeni istraživanjima koja nisu sprovedena metodom planiranja eksperimenta, rezultati ipak daju podršku održivosti primenjenog koncepta. Suštinski, takav pristup omogućuje da se metodom analize više promenljivih podataka predvidi kvalitet vode iz nekoliko lako izmerenih serija promenljivih.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost, originalnost i značaj

Očuvanje kvaliteta vode je ekološki prioritet dvadeset prvog veka. Ipak, u mnogim delovima sveta loš kvalitet površinskih voda je i dalje značajan problem, što često može da ograniči korišćenje ovog vitalno značajnog resursa ili, u još ekstermnijim slučajevima, može da ugrozi život ljudi i ostalih vrsta.

U cilju očuvanja dobrog kvaliteta površinskih voda i sprečavanja mogućeg zagađenja, neophodno je sinhronizovati akcije od organizacionih do izvršnih. Ovo podrazumeva mere zaštite koje uključuju redovnu kontrolu kvaliteta vode koju sprovode odgovarajuće institucije i službe. Praćenje kvaliteta vode uključuje biološka, hemijska i fizička merenja kvaliteta, što se može izraziti indeksom kvaliteta vode. Primena indeksa kvaliteta vode u evaluaciji kvaliteta površinskih voda pokazuje dobre rezultate.

S obzirom na međunarodni značaj Dunava i činjenicu da je to jedan od najvažnijih prirodnih vodenih resursa u Srbiji, oceni stanja kvaliteta vode reke Dunav, problemu zagađenja i zaštite mora se posvetiti posebna pažnja. Kvalitet vode zavisi od brojnih fizičko-hemijskih parametara i prognoze sa smislom, analize ranga ili prepoznavanja oblika kvaliteta vode, što zahteva viševarijantne metode za simultano i sistematsko tumačenje.

Procena kvaliteta vode Dunava u ovoj disertaciji izvršena je komparacijom različitih kriterijuma klasifikacije kvaliteta površinskih voda. Takođe je i praćen trend promene kvaliteta vode u petogodišnjem periodu, od 2005. do 2009. godine, duž sedamnaest mernih stanica na Dunavu. Primenom metode višekriterijumske analize (PROMETHEE/GAIA) rangirane su lokacije potencijalnog ekološkog rizika i utvrđeni parametri kvaliteta vode koji odstupaju od vrednosti propisanim od strane Evropske unije.

Na osnovu rezultata primenjene metode, formiran je model prognoze koncentracije polutanata na pojedinim lokacijama na Dunavu, što predstavlja originalan pristup u evaluaciji kvaliteta vode koji može biti primenljiv i u evaluaciji kvaliteta svih ostalih površinskih voda.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U disertaciji je korišćena literatura koja obuhvata naučne radove sa rezultatima relevantnim za područje istraživanja disertacije, objavljenim u časopisima sa SCI liste novijeg datuma, kao i drugim međunarodnim časopisima. Stoga se korišćena literatura može oceniti adekvatnom i aktuelnom.

Među referencama koje su podstakle istraživanja, čiji su rezultati predloženi u ovoj disertaciji, izdvajaju se sledeći radovi:

1. H. Boyacioglu, Utilization of the water quality index method as a classification tool, *Environmental Monitoring and Assessment*, 167 (1-4) (2010), 115-124.
2. T. Banerjee, R.K. Srivastava, Application of water quality index for assessment of surface water quality surrounding integrated industrial estate-Pantnagar, *Water Science and Technology*, 60 (8) (2009) 2041-2053.
3. H. Boyacioglu, Development of water quality index based on a European classification scheme, *Water SA Manuscript*, 33 (1) (2007) 101-106.
4. A.H.M.J. Alobaidy, H.S. Abid, B.K. Maulood, Application of Water Quality Index for assessment of Dokan Lake Ecosystem, Kurdistan Region, Iraq, *Journal of Water Resource and Protection*, (2010), doi:10.4236/jwarp.2010.29093.
5. F. Khan, T. Husain, A. Lumb, Water quality evaluation and trend analysis in selected watersheds of the Atlantic region of Canada. *Environmental Monitoring and Assessment* 88 (2003) 221-242.
6. E.A. Gatica, C.A. Almeida, M.A. Mallea, M.C. del Corigliano, P. González, Water quality assessment, by statistical analysis, on rural and urban areas of Chocancharava River (Río Cuarto), Córdoba, Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 2012, DOI: 10.1007/s10661-011-2495-7.
7. A. Lumb, D. Halliwell, T. Sharma, Application of the CCME Water quality index to monitor water quality: a case study of the Mackenzie River Basin, Canada, *Environmental Monitoring and Assessment* 113 (2006) 411-429.
8. A. Milanović, J. Kovačević-Majkić, M. Milivojević, Water quality analysis of Danube River in Serbia - pollution and protection problems, *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, TOME XC-N02, 2010, pp. 47-57.
9. I. Živadinovic, K. Ilijević, I. Gržetić, A. Popović, Long-term changes in the eco-chemical status of the Danube River in the region of Serbia, *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75 (8) (2010) 1125-1148.
10. K. Ilijević, I. Gržetić, I. Živadinović, A. Popović, Long-term seasonal changes of the Danube River eco-chemical status in the region of Serbia, *Environmental Monitoring and Assessment*, (2011), doi: 10.1007/s1066101121530.
11. H. E. Mutikanga, S. K. Sharma, K. Vairavamorthy, Multi-criteria decision analysis: a Strategic Planning tool for Water loss Management. *Water Resources Management* 25 (2011) 3947-3969.
12. C. Macharis, J. Springael, K. De Brucker, A. Verbeke, PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research* 153 (2004) 307-317.

13. M. Behzadian, R.B. Kazemzadeh, A. Albadvi, M. Aghdasi, PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications, *European Journal of Operational Research* 200 (2010) 198–215.
14. J.B. Alam Md., Z. Muyen, M.R. Islam, S. Islam, M. Mamun, Water quality parameters along rivers, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4(1) (2007) 159-167.
15. G. Ayoko, K. Singh, S. Balarea, S. Kokot, Exploratory multivariate modeling and prediction of the physico-chemical properties of surface water and groundwater, *Journal of Hydrology* 336 (1-2) (2007) 115-124.

3.3. Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

S obzirom na specifičnost postavljenog naučnog problema u ovoj disertaciji – procena kvaliteta vode Dunava u Srbiji u funkciji parametara indeksa kvaliteta vode – korišćen je širok spektar metoda naučnog istraživanja.

Sveobuhvatna ocena kvaliteta vode Dunava u Srbiji utvrđena je primenom indeksne metode SWQI i WQI. Na osnovu podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije, izdvojeno je deset parametara koji se koriste u primeni SWQI metode i pretvoreni su u jedan sumarni indeksni broj koji opisuje kvalitet vode Dunava na godišnjem nivou.

Za rangiranje lokacija na Dunavu prema kvalitetu vode i utvrđivanje kritičnih zona zagađenosti, korišćena je PROMETHEE/GAIA metoda u okviru višekriterijumske analize.

Za formiranje modela prognoze polutanata na određenim lokacijama na Dunavu i za određeni period, korišćen je metod i algoritam za linearno predviđanje koji je razvio Burg.

Adekvatnu primenu navedenih posebnih metoda istraživanja, primenjenih u ovoj disertaciji, omogućila je primena licenciranih softverskih paketa: Decision Lab 2000; MS Excel 2003; Mathcad (*MathSoft, Inc.*, 2007).

3.4. Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Rezultati do kojih je došao autor su praktični i primenljivi i moguće je kroz budući rad na ovoj problematici izvršiti njihovu verifikaciju proširenjem ispitivanja u smislu sagledavanja problema iz nekih drugih uglova primenom dodatnih metoda. Definisani modeli imaju opšti karakter, a sa izmenjenim uslovima mogu biti primenjeni na sve ostale površinske tokove.

3.5. Ocena sposobnosti kandadita za samostalni naučni rad

Na osnovu urađene doktorske disertacije, dobijenih rezultata, te objavljenih naučnih radova (proisteklih iz disertacije), kao i objavljenih naučnih radova izvan oblasti disertacije i učešća u realizaciji naučno-istraživačkih projekata, kandidat je pokazao sposobnost za samostalni naučni rad, kao i za aktivno učešće u timskom radu.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Osnovni naučni doprinosi ove disertacije ogledaju se u sledećem:

- Metodom indeksa kvaliteta vode ocenjivan je kvalitet površinske vode Dunava.
- Utvrđene su korelacione zavisnosti kriterijuma klasifikacije kvaliteta vode upoređivanjem važeće zakonske regulative Srbije i Okvirne direktive o vodama Evropske unije
- Trend promene kvaliteta vode u posmatranom petogodišnjem periodu utvrđen je praćenjem promena parametara indeksa kvaliteta vode dvojako; u vremenu i u prostoru. Kvalitet Dunava, određen medijanom uređenog niza srednjih vrednosti SWQI na mernim profilima kroz Srbiju, pokazuje poboljšanje kvaliteta vode i linearni trend rasta za ispitivani petogodišnji period.
- Procena eko-hemijskog statusa vode Dunava, zasnovana na komparativnoj analizi minimalne, maksimalne i vrednosti medijane seta odabranih parametara indeksa kvaliteta vode sa standardnim vrednostima parametara zahtevanih EU direktivama, pokazala je da se primenom SWQI metode i komparacijom sa standardnim vrednostima utvrđenim od strane Direktive 75/440/EEC kao zahtevani kvalitet površinske vode namenjene za zahvatanje za vodu za piće u državama članicama, može dobiti sveobuhvatna ocena stanja kvaliteta vode Dunava u Srbiji.
- S obzirom na neusaglašenost parametara indeksne metode i ne postojanje globalne standardizacije metode, generisan je novi model indeksne metode (WQI-1), delimično usklađen sa standardima ovlašćenih institucija Srbije, preporukama Svetske zdravstvene organizacije i direktivama Evropske unije, na kojem se zasniva model prognoze koncentracije polutanata na pojedinim lokacijama na Dunavu.
- Na osnovu parametara indeksa kvaliteta vode formiran je model višekriterijumskog odlučivanja i primenom PROMETHEE/GAIA metode rangirane su lokacije potencijalnog ekološkog rizika i identifikovani najznačajniji polutanti vode Dunava, i analizom GAIA ravni identifikovani su oksidi azota, fosfati, suspendovane čestice i amonijum jon, kao najvažnije promenljive koje utiču na rangiranje vode. Ove promenljive su potom potvrđene PLS analizom, što se može koristiti pri modelovanju i predviđanju nivoa ostalih polutanata vode.
- Formirani su sledeći modeli predikcije: model predviđanja WQI po metodi WQI-1 posmatran u petogodišnjem periodu; model predviđanja WQI po metodi WQI-1 na osnovu merenja u 2009 godini, kao i model prognoze koncentracije polutanata utvrđenih višekriterijumskom analizom, na pojedinim lokacijama na Dunavu.
- Numeričkom interpolacijom kubnim splajnom formiran je 3D-model, koji predstavlja novu indeksnu metodu (WQI-1) u funkciji rednog broja lokacije (ili rastojanja) i vremena uzorkovanja (izabrane godine). U domenu predviđanja, 3D model omogućava proizvoljno zadavanje vrednosti hronološkog vremena ili lokacije, pri čemu program ekstrahuje odgovarajuću dvodimenzionalnu krivu, koja se dalje koristi za predviđanje promene WQI u prostoru ili vremenu. Program ekstrahuje 2D krivu promene indeksa kvaliteta vode sa lokacijom ili rastojanjem, zajedno sa krivama predviđanja promena u budućnosti i prošlosti.
- Utvrđene su koncentracije svakog pojedinačnog polutanta u posmatranom petogodišnjem periodu, kao i dinamika koncentracije polutanata u 2009. godini, zajedno sa krivama predviđanja budućih i prošlih stanja u ispitivanom vodotoku.

- Poređenjem vrednosti varijansi i standardnih devijacija može se sa velikom verovatnoćom potvrditi visok stepen pouzdanosti u predviđanju.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Visoka kompleksnost fizičkih, hemijskih, biohemijskih i mikrobioloških procesa koji se odigravaju u površinskom vodotoku Dunava, sam zahtev za predviđanje koncentracije polutanata čini veoma otežanim.

Iako modelovanje ne daje zadovoljavajuća predviđanja nekih pokazatelja kvaliteta vode, s obzirom na činjenicu da su podaci korišćeni za modelovanje dobijeni istraživanjima koja nisu sprovedena metodom planiranja eksperimenta, rezultati ipak daju podršku održivosti primenjenog koncepta. Suštinski, pristup omogućuje da se metodom analize više promenljivih podataka predvidi kvalitet vode iz nekoliko lako izmerenih serija promenljivih.

4.3. Očekivana primena rezultata u praksi

Dobijeni rezultati, kroz definisane modele, primenljivi su u praksi jer omogućavaju predviđanje koncentracije polutanata na pojedinim lokacijama na Dunavu u vremenu i kao takvi imaju opšti karakter, te se mogu primeniti na sve površinske vode.

S obzirom da je usaglašavanje aktuelnih nacionalnih zakonskih regulativa sa predloženim evropskim metodama za utvrđivanje kvaliteta površinskih voda uslov unapređenja u upravljanju vodnim resursima, primenjene metode i rezultate istraživanja trebalo bi posmatrati kao doprinos Republike Srbije evropskim integracijama u oblasti zaštite životne sredine kroz implementaciju Okvirne direktive o vodama na nacionalnom nivou.

4.4. Verifikacija naučnih doprinosa kroz objavljene radove u časopisima

Naučni doprinos predmetne disertacije je verifikovan kroz naučne radove koji su proistekli iz rezultata istraživanja u okviru ovog doktorskog rada; o tome svedoče tri rada objavljena u međunarodnim časopisima M20 kategorije:

- Ljiljana Takić, **Ivana Mladenović-Ranisavljević**, Milovan Vuković, Ilija Mladenović, Evaluation of the Eco-Chemical Status of the Danube in Serbia in Terms of Water Quality Parameters, *The Scientific World Journal*, 2012, Research Article 930737, 6 pages, doi:10.1100/2012/930737, **IF (2010) 1.524**; kategorija časopisa **M(21)**;
- **Ivana Mladenović-Ranisavljević**, Ljiljana Takić, Zvonko Damjanović, Milovan Vuković, Nenad 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, **IF (2010) 0.256**, kategorija časopisa **M(23)**, (*in press*);
- **Ivana Mladenović-Ranisavljević**, Ljiljana Takić, Milovan Vuković, Đorđe Nikolić, Nenad Živković, Peđa Milosavljević, Multicriteria ranking of the Danube water quality on its course through Serbia, *Serbian Journal of Management* Vol.7, No.2 (2012), doi:10.5937/sjm7-2549, kategorija časopisa **M(24)**, (*in press*).

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Imajući u vidu da je kandidat Ivana I. Mladenović Ranisavljević svoju doktorsku disertaciju pod nazivom: „Višekriterijumska analiza kvaliteta vode Dunava u Srbiji“ uradila u skladu sa odredbama Zakona o visokom obrazovanju, kriterijumima definisanim Standardima za akreditaciju, koje je propisao Nacionalni savet za visoko obrazovanje Republike Srbije i kriterijumima koje je pripisao Univerzitet u Beogradu – iz oblasti disertacije objavila je dva rada u časopisima sa SCI liste u kojima je na jednom prvopotpisani autor (zahtev najmanje jedan rad) i jedan rad štampan u časopisu kategorije M24. S obzirom na napred navedene činjenice, Komisija pozitivno ocenjuje predmetnu doktorsku disertaciju kao delo visokog naučnog nivoa i zaključuje da su se stekli svi potrebni uslovi za njenu javnu odbranu.

Zbog svega navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da prihvati pozitivan izveštaj o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Ivane I. Mladenović Ranisavljević pod nazivom „Višekriterijumska analiza kvaliteta vode Dunava u Srbiji“ i da isti uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, te da nakon toga kandidatu zakaže termin javne odbrane.

U Boru, septembra 2012. godine

K O M I S I J A

Dr Milovan Vuković, van. profesor (mentor)
Tehnički fakultet u Boru, Univerzitet u Beogradu

Dr Nada Štrbac, red. profesor
Tehnički fakultet u Boru, Univerzitet u Beogradu

Dr Ljiljana Takić, docent
Tehnološki fakultet u Leskovcu, Univerzitet u Nišu