

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:

Данијеле (Раде) Возе

КАНДИДАТ: **Данијела (Раде) Воза**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

МОДЕЛОВАЊЕ ПРОСТОРНИХ И ВРЕМЕНСКИХ ПРОМЕНА КВАЛИТЕТА ПОВРШИНСКИХ ВОДА

Из научне области: **Инжењерски менаџмент**

Универзитет је дана **22.12.2014.** године својим актом под бројем **61206-5226/2-14** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **МОДЕЛОВАЊЕ ПРОСТОРНИХ И ВРЕМЕНСКИХ ПРОМЕНА КВАЛИТЕТА ПОВРШИНСКИХ ВОДА**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Данијеле (Раде) Возе

образована је на седници одржаној **21.01.2016.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-5-5.1**, 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 Предраг Ђорђевић, доцент, инжењерски менаџмент, Технички Факултет у Бору, члан
3. др Љиљана Такић, ван. професор, хемијско инжењерство, Технолошки факултет Лесковац, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **18.02.2016.** године, под бројем: **VI/4-6-4.**

Декан Факултета

Проф. др Драгана Живковић

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/4-6-4
Бор, 19. 02. 2016. године

На основу члана 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 18. 02. 2016. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Данијеле Воза**, дипл. инж. инж. менаџм. - мастер, под називом: „**Моделовање просторних и временских промена квалитета површинских вода**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 22. 12. 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:

Рад у међународном часопису

Категорија M23:

1. **Voza, D.**, Vuković, M., Takić, Lj., Arsić, M.: 2015. Spatial and seasonal variations in the water quality of the Morava River System, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 24, no. 3, pp. 1119-1130, 2015 (**IF=0.378, 2014**) (ISSN: 1018-4619).

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Милован Вуковић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Предраг Ђорђевић, 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:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Драгана Живковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Данијеле Воza, дипл. инж. инж. мен. - мастер

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр.VI/4-5-5.1. од 22. јануара 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата M.Sc. Данијеле Воza под насловом:

„Моделовање просторних и временских промена квалитета површинских вода“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације је: **Моделовање просторних и временских промена квалитета површинских вода**, која је написана на 140 страна и састоји се од седам поглавља; на крају је дат преглед коришћених литературних извора, биографија кандидаткиње, те прилози.

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Данијела Воza, дипломирани инжењер инжењерског менаџмента - мастер, уписала је школске 2009/2010 године докторске академске студије на Техничком факултету у Бору – студијски програм: Инжењерски менаџмент.

Кандидаткињи је решењима бр. I/6–627 и I/6-723 одобрен статус мировања на докторским студијама у периодима од 4. маја 2010. године до 3. августа 2011. године и од 19. фебруара 2014. до 19. маја 2014. године због породичког одсуства и одсуства ради неге детета.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/IV-19-7.2а, на седници одржаној 25. септембра 2014. године, формирана је комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-20-12.1, на седници одржаној 30. октобра 2014. године, усвојен је извештај комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 22. децембра 2014. године донело одлуку, број 61206-5226/2-14, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације.

1.3. Научна област дисертације

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 кандидаткињи

Кандидаткиња Данијела Воза је рођена 20. јануара 1983. године у Зајечару. Основну школу и гимназију „Бора Станковић“ завршила је у Бору.

Основне студије је уписала школске 2002/03. године на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду, на Одсеку за географију, туризам и хотелијерство, на коме је и дипломирала 2007. године са општим успехом у току студија 8,03/10 и оценом 10 на дипломском испиту.

Мастер студије је завршила 2009. године на Техничком факултету у Бору на Одсеку за инжењерски менаџмент, са просечном оценом у току студија 9,57/10 и оценом 10 на одбрани мастер рада. Исте године уписала је докторске академске студије на истом факултету.

Кандидаткиња Данијела Воза је од октобра 2008. године запослена на Техничком факултету у Бору – најпре у звању сарадника у настави за ужу научну област Друштвене науке, а затим (од 2009. године) у звању асистента за ужу научну област Друштвене науке. Ангажована је за извођење вежби из предмета: Основи социологије, Култура комуникације и Односи с јавношћу.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на 140 страна и састоји се од 7 поглавља, биографије и потребних пратећих садржаја:

1. Увод
2. Литературни преглед и анализа досадашњих истраживања у области квалитета вода
3. Дефинисање предмета истраживања и истраживачких хипотеза
4. Законске регулативе и мониторинг квалитета површинских вода
5. Методолошки приступ
6. Резултати и дискусија
7. Закључак

Литература
Прилог
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 28 слика и садржи 27 табела, а литературни преглед садржи податке о 162 референце.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом** и уводном поглављу излаже се основна поставка да реке представљају најзначајније копнене водне ресурсе, те да превенција и контрола загађености река и обезбеђивање поузданих информација о квалитету вода представљају императив успостављању ефикасног менаџмента. Због бриге да би пијаћа вода могла постати угрожен ресурс, побољшање квалитета површинских вода постало је горућа тема како у глобалним оквирима, тако и унутар националних граница.

У **другом** поглављу су сажето представљени новији резултати истраживања у области квалитета вода. Указано је на суштину радова из разноврсних часописа, претежно из области еколошког менаџмента, а који се односе на: одређивање квалитета вода, проблеме везане за њихово загађење, као и примену мултиваријационих техника (факторска анализа, анализа главних компоненти, кластер анализа и дискриминациона анализа) и техника контроле квалитета у циљу идентификовања извора загађења, дефинисања, праћења и предвиђања просторних и временских промена квалитета вода.

У **трећем** поглављу је детаљније изложен предмет истраживања и образложене су постављене хипотезе. Речни систем Мораве, несумњиво, представља један од најзначајнијих водних ресурса Србије, а у циљу обнове и заштите овог екосистема потребно је, најпре, препознати проблеме везане за квалитет вода и извршити њихову класификацију. Потом је неопходно, праћењем просторних и временских промена квалитета вода, развити квалитативне и квантитативне моделе. На основу креираних модела могуће је успоставити ефикасну мрежу мониторинга и омогућити благовремену реакцију у циљу спречавања даљег нарушавања квалитета воде речних екосистема.

Мониторингом квалитета воде настаје комплексан скуп података, чија је сложеност продукт великог броја мерних станица, показатеља квалитета и дугорочних периода праћења. Такве податке је тешко интерпретирати и анализирати, али и извући из њих поуздане информације на основу којих се може успоставити оптимална стратегија. Узевши у обзир наведено, кандидаткиња је поставила иницијалну хипотезу да се *применом мултиваријационих статистичких техника може извршити свеобухватна оцена, праћење и предвиђање промена квалитета воде речног система Мораве.*

У **четвртом** поглављу је проблематика очувања и заштите водних екосистема сагледана кроз призму актуелних законодавних оквира (усвојених директива и регулатива), којима се прописују стандарди квалитета воде и адекватан мониторинг. Констатује се, између осталог, да Европска унија (ЕУ) значајно доприноси заштити и очувању водних ресурса и животне средине, сматрајући их носиоцима одрживог развоја у 21. веку. Стога, она није препустила овако важан задатак самосталном одлучивању земаља чланица, већ је направила јединствену и свеобухватну стратегију за заштиту и управљање водним ресурсима. Оквирном директивом о водама, на пример, ЕУ је идентификовала три врсте мониторинга: надзорни мониторинг (спроводи се у циљу потврђивања резултата добијених анализом ризика, препознавања дугорочних трендова кретања квалитета воде и креирања најадекватније стратегије мониторинга); оперативни мониторинг (задатак му је да дефинише угрожена водна тела, као и она чији је квалитет воде у опадању); те истраживачки мониторинг (препознаје узрочнике лошег квалитета воде). На крају овог поглавља је описан законодавни оквир у овој области у Републици Србији.

У **петом** поглављу је образложен методолошки приступ који је примењен у овој докторској дисертацији. Констатовано је да су традиционални извештаји о стању квалитета вода различитих водних ресурса застарели и да се претежно односе на техничку и детаљну интерпретацију појединачних параметара, чиме изостаје свеобухватна оцена степена загађености. У циљу превазилажења ових проблема и успостављања квалитетног и ефикасног система мониторинга, а ради креирања успешног управљања водним телима, наметнула се потреба за применом различитих статистичких алата. На овај начин се могу се редуковати комплексни скупови података који настају вишегодишњим мерењима бројних параметара на различитим мерним местима. Добијени резултати би допринели благовременом препознавању потенцијалних претњи и, у складу са тим, предузимању адекватних мера заштите водних ресурса. Због значаја одлука које се морају донети како би се загађење вода смањило и контролисало, потребно је неодређеност свести на што мању меру.

Моделовање квалитета воде може бити користан алат у управљању водама, с обзиром на то да пружа могућност симулације очекиваних реакција водних система на појаву органских полутаната, изградњу малих хидроелектрана, повећање концентрације нутријената и промена у третману канализационих отпадних вода (допуна обраде терцијарним третманом). Велике пројекте контроле квалитета воде, по правилу, воде тимови специјалиста из различитих дисциплина, који дају допринос из оквира своје експертизе. Истовремено, истиче се потреба за међусобном сарадњом ради доношења економичних и еколошки прихватљивих решења.

У овом поглављу су такође описане стандардне методе одређивања квалитета воде које се базирају на поређењу измерених вредности параметара са утврђеним граничним вредностима. Међутим, у циљу редукације података и једноставније интерпретације статуса квалитета воде, развијена је индексна метода. Индекс квалитета воде (*Water Quality Index – WQI*) је нумерички израз, који се примењује ради трансформисања скупа великог броја података у јединствен број, којим је дефинисан степен квалитета.

Најзад, у шестом поглављу је детаљно представљена речна мрежа Мораве, односно систем мониторинга на овом речном сливу. На крају је указано на особине физичко-хемијских параметара квалитета воде узетих у разматрање.

На почетку **шестог**, најобимнијег поглавља – Резлтати и дискусија – најпре је указано на еколошки статус истраживаних речних токова и екстремне вредности полутаната.

У оквиру одељка 6.2 су описане и објашњене просторне и временске варијације квалитета воде моравског слива у функцији одабраних показатеља, док одељак 6.3 излаже ове варијације на основу вредности индекса SWQI.

Средишњи део овог поглавља односи се на испитивање могућности за редукацију сета података на основу просторних (одељак 6.4), односно временских варијација (одељак 6.5).

На крају шестог поглавља је представљен модел оптимизације система мониторинга за слив Мораве.

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

На крају рада је дат списак коришћених литературних извора (укупно 162 референце), углавном новијег датума. Новија литература омогућава стицање увида у савремене правце истраживања везане за проучавање квалитета воде.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Проблеми загађења речних токова, односно идентификовања, моделовања и предвиђања временских и просторних промена различитих параметара квалитета површинских вода, постају све значајнија питања истраживања еколошког менаџмента. Главне одреднице квалитета површинских вода представљају физички, хемијски и биолошки параметри. У циљу праћења просторних и временских промена неопходно је успоставити програме редовног мониторинга ради поуздане процене квалитета вода. Континуирано праћење водног режима, заједно са одређивањем квантитета и квалитета воде, представља релевантан извор информација о стању водних ресурса у реалном времену. Међутим, проблем који се врло често јавља (а који је био мотив за овај докторски рад) огледа се у комплексности која произилази из великог броја посматраних варијабли, те начин да се комплексни екосистеми опишу са, по могућству, што мање параметара.

Питање квалитета воде решавало се на различите начине у зависности од регије. Климатски и геолошки фактори су у највећој мери одређивали квалитет површинских вода. Међутим, појачан утицај људских активности на квалитет вода условио је потребу да се детаљније сагледавају различити утицаји антропогеног порекла. Испуштање комуналних и индустријских отпадних вода је константан извор загађења, док је површински отицај сезонски феномен претежно условљен климом на територији речног басена. Сезонске

промене количине падавина и протицаја подземних вода значајно утичу на речна пражњења и концентracију полутаната.

Предмет овог докторског рада односи се на унапређење мониторинга система Морава – највећег речног система у Србији, који чине реке Јужна, Западна и Велика Морава. За потребе праћења дугорочних трендова, као и за моделовање посторних и временских промена параметара квалитета воде, коришћени су подаци о квалитету површинских вода (прикупљени са 14 мерних станица лоцираних дуж главних токова овог речног система). Анализиране су промене 18 различитих физичко-хемијских параметара на сваком мерном месту. Добијени скупови података обухватају период од јануара 2005. до децембра 2012. године и представљају део базе података Хидрометеоролошког завода Републике Србије (од 2005. до 2010. године) и Агенције за заштиту животне средине (за 2011. и 2012. годину).

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Полазна литература која је подстакла истраживање односи се на одређивање квалитета вода и примену мултиваријационих техника (факторска анализа, анализа главних компоненти, кластер анализа, дискриминациона анализа и вештачке неуронске мреже) у циљу идентификовања и праћења просторних и временских промена квалитета вода.

1. Alagha, J. S., Azlin, M. S. M., Yunes, M., Rozibin, A. (2013) Analysis of groundwater quality behavior based on a statistical approach: case study of Khan Yunis Governorate (Palestine). *Water Environment Research* 85(11): 2216-2227.
2. Bengraïne, K., Marhaba, T. F. (2003) Using Principal Component Analysis to monitor spatial and temporal changes in water quality. *Journal of Hazardous Materials B100*: 179-195.
3. Bouza - Deaño, R., Ternero - Rodríguez, M., Fernández - Espinosa, A. J. (2008) Trend study and assessment of surface water quality in the Ebro River (Spain). *Journal of Hydrology* 361: 227-239.
4. Cavalcante, Y.L., Hauser-Davis, R.A., Saravia, A.C.F., Brandão, I.L.S., Oliveira, T.F., Silveira, A.M. (2013) Metal and physico-chemical variations at a hydroelectric reservoir analyzed by multivariate analysis and artificial neural networks: environmental management and policy/decision-making tools. *Science of the Total Environment* 442: 509-514.
5. EU. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy.*
6. Mihajlović, I., Nikolić, Dj., Štrbac, N., Živković, Ž., 2010. Statistical modeling in ecological management using the artificial neural network (ANNs). *Serbian Journal of Management* 5(1): 39- 50.
7. Palani, S., Liong, S-Y., Tkalich, P. (2008) An ANN application for water quality forecasting. *Marine Pollution Bulletin* 56: 1586-1597.
8. Shrestha, S., Kazama, F. (2007) Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji River Basin, Japan. *Environmental Modelling & Software* 22: 464-475.
9. Simeonov, V., Stratis, J. A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsas, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M., Kouimtzis, T. (2003) Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *Water Research* 37: 4119-4124.
10. Simeonova, P., Simeonov, V., Andreev, G. (2003) Water quality study of the Struma River Basin, Bulgaria. *Central European Journal of Chemistry*, 2: 121-136.

11. Singh, K.P., Malik, A., Mohan, D., Sinha, S. (2004) Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. *Water Research* 38: 3980-3992.
12. Singh, K.P., Basant, A., Malik, A., Jain, G. (2009) Artificial neural network modeling of the river water quality – A case study. *Ecological Modelling* 220: 888-895.
13. Spirnivasan, K., Usha, N. (2013) Spatio-temporal variations in water quality of Muttukadu Backwaters, Tamilnadu, India. *Water Environment Research* 85(7): 587-595.
14. Takić, Lj., Živković, N., Djordjević, A., Randjelović, Lj. (2012) Identification of pollution sources in the South Morava River using the Index method. *Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection* 9(1): 11-17.
15. Varanka, S., Luoto, M. (2012) Environmental determinants of water quality in boreal rivers based on partitioning methods. *River Research and Applications* 28: 1034-1046.
16. Varol, M., Sen, B. (2009) Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 159: 543–553.
17. Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. and Deban, L. (1998) Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *Water Research* 32: 3581-3592.
18. Wechmongkhonkon, S., Poomtong, N., Areerachakul, S. (2012) Application of Artificial Neural Network to classification surface water quality. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 69: 228-232.
19. Wunderlin, D. A., Diaz, M. P., Ame, M. V., Pesce, S. F., Hued, A. C., Bistoni, M. A. (2001) Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A Case Study: Suquia River Basin (Cordoba, Argentina). *Water Research* 35: 2881-2894.
20. Zhang, X., Wang, Q., Liu, Y., Wu, J., Yu, M. (2011) Application of multivariate statistical techniques in the assessment of water quality in the Southwest New Territories and Kowloon, Hong Kong. *Environmental Monitoring Assessment* 173: 17-27.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидаткиња Данијела Вога је, поред општих метода истраживања у реализацији циљева свог истраживања и потврђивања постављених хипотеза, користила методе примерене специфичностима постављеног предмета; у првом реду, методе мултиваријационе анализе, метод вештачких неуронских мрежа, те контролне карте.

Мултиваријационе методе – анализа главних компоненти (PCA), кластер анализа (CA), факторска анализа (FA), као и и вештачке неуронске мреже (ANNs) – представљају моћне алате за решавање проблема еколошког менаџмента, па су, следствено томе, прикладне и за анализу и моделовања квалитета површинских вода.

Поузданост мултиваријационих статистичких метода доказана је при евалуацији и предикцији квалитета слатководних водних ресурса. Квалитет воде и хидролошки подаци су просторно и временски одређени. Отуда, истовремена примена различитих мултиваријационих метода представља користан начин за утврђивање просторних и временских образаца у бројним анализама квалитета воде. Примера ради, комбинација линеарних мултиваријационих техника – анализа главних компоненти/факторска анализа, кластер анализа и линеарна дискриминациона анализа – коришћена је у бројним истраживањима о квалитету вода.

Иначе, примена мултиваријационих техника у испитивањима квалитета водних система у Србији присутна је тек однедавно. Највећи број испитивања квалитета речне воде односи се, при томе, на Дунав – најзначајнију међународну реку која протиче кроз овај регион

Поменути методама су придодате и статистичке контролне карте које, као што је познато, представљају једноставно и директно средство идентификовања тачака на којима се јавља потреба за доношењем одлука и предузимањем активности у области еколошког менаџмента, укључујући и могућност интензивнијег мониторинга. С обзиром на то да на квалитет различитих екосистема, поред антропогених, утичу и фактори природног окружења који се не могу контролисати, контрола квалитета у циљу заштите животне средине је сложенија од његове индустријске примене. Упркос могућим проблемима који се могу јавити при коришћењу техника контроле квалитета у еколошком менаџменту, у новијим радовима је ипак демонстрирана корисност примене различитих контролних карата и индекса способности процеса у побољшању квалитета природних ресурса.

За обраду података кандидаткиња је користила софтверски пакет SPSS (верзија 18) који својим моделима омогућује реализацију постављених, односно дефинисаних задатака.

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 водним ресурсима у Републици Србији.

Резултати добијени у овом раду могу послужити као референтна основа за будуће компаративне анализе, односно испитивања промена квалитета површинских вода највећих речних водотокова. Моделовање просторно-временских промена квалитета површинских вода, извршено на примеру речног система Морава, може се применити на било који други систем са великим бројем мерних станица.

На основу предложеног модела у овој дисертацији могла би се дефинисати и усвојити рационалнија стратегија управљања квалитетом воде у овој области. Предочени резултати у овом раду могу наћи примену у креирању свих облика система мониторинга које предлаже ЕУ, а који чине основу израде програма заштите водотокова. Добијени систем мониторинга и управљања омогућио би доношење адекватних стратешких одлука у погледу заштите и одржавања квалитета вода, али и напредак у усклађивању система према правилима ЕУ.

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 кандидаткиње М.Сс. Данијеле Вога, дипломираног инжењера инжењерског менаџмента - мастер, 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:

1. На основу анализе података, добијених мониторингом на 14 референтних профила у сливу Мораве, утврђене су три које рефлектују најбитније разлике у својствима воде дуж читавог речног тока. Анализом добијена *три просторна кластера* различитог степена квалитета и припадајућих мерних станица предложене су три референтне локације: Варварин, Гугаљски мост и Ристовац. Првом кластеру, односно кластеру средњег степена загађености, припада највећи број анализираних мерних места која су, углавном, лоцирана у непосредној близини ушћа Јужне и Западне Мораве или према њему гравитирају. Варварин је почетни профил тока Велике Мораве на коме се најбоље огледа утицај физичко-хемијских карактеристика квалитета воде обе притоке. Други кластер чине два суседна профила на Западној Морави (Г. Мост и К. Стена) и локација Грделица на Ј. Морави. С обзиром на то да је Г. Мост улазни профил З. Мораве, може се посматрати као мерно место на коме се најбоље огледају заједничке физичко-хемијске карактеристике воде узорковане у овом кластеру. Ристовац је мерно место са највишим степеном загађености па се, самим тим, издваја као *трећи* референтни профил.

2. Дискриминационом анализом утврђене разлике између просторних кластера речног система Мораве огледају се у вредностима параметара као што су: *pH*, *електропроводљивост*, *калијум* и *биолошка потрошња кисеоника*. Одређивање ова четири показатеља само на три референтна профила олакшава праћење односа између група мерних станица (78,9% успешно класификованих предмета посматрања). Прва три издвојена параметра приказују степен минерализације воде, док је биолошка потрошња кисеоника најбољи показатељ количине органског загађења. Поступак дефинисања промена физичко-хемијског састава воде се поједностављује поређењем измерених вредности дискриминишућих параметара.

3. На основу промене одабраних физичко-хемијских параметара у току године, утврђена су три периода: маловодни, прелазни и вишеводни. У зависности од режима протока воде мења се и концентрација полутаната, па се дефинисани периоди могу посматрати и као периоди различитог степена загађености. Од 12 анализираних показатеља квалитета воде дискриминационом анализом су *температура воде* и *електропроводљивост* издвојени као параметри који најпоузданије приказују разлику између периода мониторинга, уз 50,1% успешно класификованих предмета посматрања.

4. Резултати изложени у овој дисертацији указују на могућност примене различитих статистичких техника у моделовању квалитета површинских вода и препознавању просторних и временских образаца. Тиме је доказана полазна хипотеза да се *применом мултиваријационих статистичких техника може извршити свеобухватна оцена, предвиђање и праћење квалитета површинских вода* испитиваног и других сличних речних система.

5. Научни допринос ове дисертације огледа се и у томе што је доказано да интегрисање SWQI и технике контролних карата омогућава визуелизацију промена квалитета воде на главним токовима Мораве, у функцији места и године узорковања. Тиме, резултати анализе квалитета постају прегледни не само научној већ и широј јавности, а посебно доносиоцима одлука у области еколошког управљања. Контролне карте, примењене у овом раду, омогућавају детаљнији приказ промена промена тиме што, поред кретања средњих вредности индекса квалитета, прате и степен варирања истог.

6. С обзиром на то да је потврђена могућност редуковања полазног сета података (у погледу броја мерних станица, периода мониторинга и физичко-хемијских параметара) предложен је модел који би омогућио оптимизацију процеса мониторинга у случају слива Мораве. Овако добијени модел би значајно допринео ефикаснијем и ефективнијем одређивању и предвиђању квалитета воде и смањењу пратећих трошкова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Предмет ове дисертације била је евалуација, праћење и предикција квалитета вода речног система Морава, највећег националног водотока у Србији. Резултати изложени у овом докторском раду потврђују могућност примене различитих статистичких техника у моделовању квалитета површинских вода и препознавању просторних и временских промена.

Идентификовање локација и периода мониторинга са ниским степеном квалитета воде указује на потребу предузимања превентивних мера у циљу смањења и спречавања загађења у будућности. Графичким приказом се поједностављује процес праћења и идентификације просторних и временских промена квалитета површинских вода. Предочени резултати у овој дисертацији показују да се интегрисањем SWQI и технике контролних карата може успешно извршити визуелизација промена квалитета воде на главним токовима Мораве, у функцији места и године узорковања.

Дисертација у том смислу представља видан помак у истраживању овог феномена јер се проблему квалитета површинских вода, условљеним деловањем извора антропогеног и природног порекла, приступа на један свеобухватан начин.

На основу анализе добијених резултата и праћењем актуелних праваца истраживања у овој области, могуће је дати и препоруке за будућа истраживања у овој области. Најпре, како би се детаљније описале промене квалитета вода речног система Мораве и проширила знања о утицајима природних и антропогених фактора, пожељно је у разматрање узети додатне показатеље квалитета вода. При томе, најпре би требало обратити пажњу на степен речног притока, биолошке показатеље и присуство тешких метала. Узевши у обзир значајан утицај притока на квалитет вода, истраживање се може проширити укључивањем резултата узорковања воде са мерних станица лоцираних на притокама главних водотокова овог речног система. Последњих година се све више приступа моделовању квалитета вода применом метода вештачке интелигенције. Отуда би било пожељно испитати могућност моделовања квалитета вода посматраног водног тела применом појединачних и интегрисаних

нелинеарних метода вештачке интелигенције, као што су системи засновани на знању, генетски алгоритми и фази системи.

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 једог рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би кандидат требало да буде први аутор.

Кандидаткиња Данијела Воza је до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану објавила два рада у часописима са IF, а који се налази на SCI-JCR листи. Такође, кандидаткиња је објавила и неколико радова у зборницима радова са међународних научно-стручних конференција.

Из ове дисертације су, односно из њених делова, проистекли следећи радови:

Категорија M23 (Рад у часопису међународног значаја на SCI листи):

1. **Voza, D.,** Vuković, M., Takić, Lj., Arsić, M.: 2015. Spatial and seasonal variations in the water quality of the Morava River System, Serbia. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 24, no. 3, pp. 1119-1130, 2015 (**IF=0.378, 2014**) (ISSN: 1018-4619).

Категорија M33 (Рад објављен у зборнику са међународне конференције):

1. **Voza, D.,** Vuković, M., Arsić, M.: "Modelling of spatial variations in surface water quality," *Proceedings of the XI International May Conference on Strategic Management – IMKSM2015*, Bor, Serbia, 2015, pp. Proceedings, 257-263.

Категорија M33 (Рад саопштен на међународној конференцији и штампан извод):

1. Voza, D., Vuković, M., Arsić, M.: "Water quality analysis of Morava River, Serbia," *Proceedings of the 4th International Symposium on Environmental and Material Flow Management – EMFM14*, The Bor Lake, Serbia, p. 151.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидаткиње Данијеле Воza садржи бројне оригиналне резултате који омогућавају надоградњу постојећих сазнања о управљању великим речним системима, садржаних у коришћеним литературним изворима. Оригиналност докторског рада „Моделовање просторних и временских промена квалитета површинских вода“ огледа се, у првом реду, у комбиновању различитих метода мултиваријационе статистичке анализе и технике контролних карата у сврху праћења и предвиђања квалитета воде у сливовима Западне, Јужне и Велике Мораве. Као резултат, за овај речни систем добијен је модел који би требало да омогући рационализацију процеса узорковања, праћења и предвиђања промена квалитета воде и идентификацију угрожених области.

Од укупно четири објављена рада из ове дисертације, два рада су штампана у часописима категорије М23 са ЈСР листе, што потврђује висок квалитет докторског рада кандидаткиње Данијеле Воza.

Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидаткиња Данијела Воza испуњава све законске и остале услове за одбрану урађене докторске дисертације. Такође, ова докторска дисертација је написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, те 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 кандидаткиње Данијеле Воza под називом „Моделовање просторних и временских промена квалитета површинских вода“ и да исти упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да после тога кандидаткињу позове на јавну одбрану.

У Бору, јануара 2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

Др Предраг Ђорђевић, доцент
Универзитета у Београду, Технички факултет у Бору

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