

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: **РАЗВОЈ МОДЕЛА У ФАЗИ ОКРУЖЕЊУ ЗА ПРАЋЕЊЕ КВАЛИТЕТА ПОВРШИНСКИХ ВОДА**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: **Горан (Милић) Бабић**
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Технички факултет у Бору**
3. Година дипломирања: **2015.**
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 ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **15.11.2018.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Нада Штрбац

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/4-21-8.1.
Бор, 16.11. 2018. године

На основу члана 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 15. 11. 2018. године, донело је

О Д Л У К У

I Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата **Горана Бабића**, мастер инжењера менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент.

II Одобрава се именованом израда докторске дисертације под називом: „Развој модела у фази окружењу за праћење квалитета површинских вода“.

III За ментора се именује др Милован Вуковић, редовни професор Универзитета у Београду, Техничког факултета у Бору.

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

Доставити:

- ВНО Универзитет у Београду
- именованом
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

декан

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

Наставно-научном већу

Предмет: Извештај комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Горана Бабића, мастер инжењера менаџмента

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору бр. VI/4-20-16, а на седници од 18. 10. 2018. године, именовани смо за чланове комисије за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације кандидата Горана Бабића под називом: ***РАЗВОЈ МОДЕЛА У ФАЗИ ОКРУЖЕЊУ ЗА ПРАЋЕЊЕ КВАЛИТЕТА ПОВРШИНСКИХ ВОДА.*** Предложена тема спада у научно поље Техничко-технолошких наука и припада научној области Инжењерски менаџмент за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме на сва три нивоа студија. На основу разматрања расположивог материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Горан Бабић је рођен 24. априла 1991. године у Београду. Основну школу „Алекса Шантић“ је завршио као спортиста генерације, ђак генерације и носилац Вукове дипломе. Прву економску школу у Београду је завршио са одличним успехом; проглашен је најбољим учеником разреда.

Београдску пословну школу, односно Високу школу струковних студија (смер: Финансије, рачуноводство и банкарство) завршио је 2013. године са просеком 10,00. Факултет за пословно-индустријски менаџмент Универзитета Унион, студијски програм: Индустријско-економски менаџмент завршио је 2014. Године са просечном оценом 10,00.

Мастер студије на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду, на студијском програму инжењерског менаџмента, завршио је 2015. године са просечном оценом 9,88. Исте године кандидат, Горан Бабић, уписао је докторске студије на Техничком

факултету у Бору, Универзитета у Београду на студијском програму: Инжењерски менаџмент. Кандидата је положио све испите и остварио одличан успех (просечна оцену 9,56).

Кандидат је као стипендиста Београдске пословне школе (Високе школе струковних студија) био је укључен у извођење наставе на предметима из две научне области области – менаџмента и економије. Као студент ове високошколске установе учествовао је у раду Студентске конференције академија струковних студија Србије, а, 2012. године, био је на студијском боравку у компанији UNIQA у Бечу.

Радно искуство у привреди стекао је у НИС а.д. на радном месту помоћника пословође, као и у компанији Дијамант а.д. на позицији менаџера за унапређење продаје.

Кандидат је за члана Студентског парламента Техничког факултета у Бору изабран 2015. године, као и за члана Надзорног одбора студентског парламента, члана Савета факултета из реда студената, те координатора Центра за стручни и научно-истраживачки рад студената.

Члан је Савеза инжењера и техничара Србије.

Стипендиста је Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије где му је као првом на ранг листи из области *Уређење, заштита и коришћење вода, земљишта и ваздуха* припала част да му лично Министар просвете, науке и технолошког развоја, господин Младен Шарчевић уручи Уговор о стипендирању.

Кандидат је ангажован и на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја из области основних истраживања – ОДРЖИВОСТ ИДЕНТИТЕТА СРБА И НАЦИОНАЛНИХ МАЊИНА У ПОГРАНИЧНИМ ОПШТИНАМА ИСТОЧНЕ И ЈУГОИСТОЧНЕ СРБИЈЕ – који се реализује под руководством Машинског факултета у Нишу.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Кандидат Горан Бабић је свој мастер рад под називом „Селекција и приоритетизација пројеката у оквиру програма ЗАЈЕДНИЦИ ЗАЈЕДНО у компанији НИС а.д. Нови Сад“ одбранио 2015. године на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, на студијском програму Инжењерски менаџмент.

У току докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент кандидат Горан Бабић је положио следеће испите:

1. Методологија научно-истраживачког рада	(10)
2. Управљање пословним процесима	(9)
3. Технологија и иновације	(10)
4. Оперативни менаџмент	(9)
5. Квантитативне методе	(9)
6. Докторска дисертација – дефинисање теме	(9)
7. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 1	(10)
8. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 2	(10)
9. Докторска дисертација – Студијски истраживачки рад 3	(10)

Кандидат Горан Бабић је, као студент мастер студија Техничког факултета у Бору, похађао Интернационалну летњу школу за мастер студенте „Social Entrepreneurship – Innovations – Social Business Models“ у оквиру интернационалне RESITA мреже. Тиме је стекао додатна 2 ЕСПБ бода за ваннаставне активности.

Кандидат Горан Бабић је, током досадашњег научно-истраживачког рада, саопштавао резултате истраживања на научним конференцијама националног и међународног значаја, које су се бавиле актуелним проблемима из инжењерског менаџмента. Као стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја кандидат, Горан Бабић, био је први на ранг листи из области *Уређење, заштита и коришћење вода, земљишта и ваздуха*. Тренутно је ангажован и у реализацији пројекта „Одрживост идентитета Срба и националних мањина у пограничним општинама источне и југоисточне Србије (179013)“. У склопу својих докторских истраживања, кандидат Горан Бабић се бави питањима еколошког менаџмента, посебно проблемом квалитета површинских вода.

Аутор је или коаутор неколико радова саопштених на националним и међународним конференцијама и као и једног рада који је прихваћен за објављивање у часопису међународног значаја са импакт фактором.

1.2.1. Списак саопштених и објављених радова

Публиковани радови у међународним часописима категорије M20:

M23

1. **Babić, G., Vuković, M., Voza, D., Takić, Lj., Mladenović-Ranisavljević, I.** Assesment of Surface Water Quality in the Serbian Part of the Tisa River Basin. ***Polish Journal of Environmental Studies*** (прихваћен за објављивање).

Саопштени радови, предавања по позиву и уређивање зборника међународних научних скупова у оквиру категорије M30:

M33

1. **Babić, G.** *Praćenje kvaliteta površinskih voda primenom SWQI metode.* 47th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society. Conference proceedings, pp. 185-188, ISBN: 978-86-916753-6-3, June 12-14, 2018, Sokobanja, Srbija.
2. **Babić, G.** *Ispitivanje uticaja metoda i načina učenja na ostvarene rezultate.* International May Conference on Strategic Management – IMKSM2015, Book of proceedings, pp. 1026-1032, ISBN: 978-86-6305-030-3, May 29-31, 2015, Bor, Srbija.
3. **Babić, G.** *Odnos i interakcija preduzetništva i menadžmenta.* International May Conference on Strategic Management – IMKSM2014, Book of proceedings, pp. 751-757, ISBN: 978-86-6305-019-8, May 23-25, 2014, Bor, Srbija.
4. **Babić, G.** *Upravljanje vremenom – neophodna veština menadžera.* International May Conference on Strategic Management – IMKSM2013, Book of proceedings, pp. 1110-1120, ISBN: 978-86-6305-006-8, May 24-26, 2013, Bor, Srbija.

M34

1. **Babić G.** *Izbor optimalne ponude za realizaciju projekta.* International May Conference on Strategic Management – IMKSM2015, Book of proceedings, p. 1033-1033, ISBN: 978-86-6305-030-3, May 29-31, 2015, Bor, Srbija.
2. **Babić, G., Bogavac, M.** *Upravljanje preduzećem u stečaju.* International Scientific Conference Management 2014, Abstract proceedings, pp. 10-12, April 25-26, 2014, Beograd, Srbija.
3. Đuričić, M., **Babić, G.** *Z-skor kao pokazatelj uspešnosti i stabilnosti poslovanja preduzeća.* International Scientific Conference Management 2014, Abstract proceeding, pp. 79-80, April 25-26, 2014, Beograd, Srbija.

Зборници скупова националног значаја у оквиру категорије M60:

M63

1. **Babić, G.** *Finansijska analiza i Z-test.* Majska konferencija o stratezijskom menadžmentu – MKSM2012, Zbornik celih radova, str. 1186-1194, ISBN: 978-86-80987-96-5, 25-27. maj 2012, Bor, Srbija.

M64

1. **Babić, G.** *Značaj primene bar-koda za marketing i trgovinu.* Majska konferencija o stratezijskom menadžmentu – MKSM2012, Zbornik celih radova, str. 1195-1195, ISBN: 978-86-80987-96-5, 25-27. maj 2012, Bor, Srbija

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходних чињеница, Комисија констатује да кандидат Горан Бабић испуњава све формалне, законске и суштинске услове неопходне 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 2015. године одбранио мастер рад на студијском програму инжењерски менаџмент на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београд и потом уписао докторске студије на студијском програму инжењерски менаџмент на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, где је положио све испите на докторским студијама. Такође, на основу садржине саопштених и публикованих радова, очигледна је оредељеност кандидата ка области инжењерског менаџмента у оквиру које је тема пријављене докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Праћење квалитета површинских вода, које подразумева одређивање различитих параметара (физичких, хемијских и биолошких) заснива се на примени различитих метода. Водни ресурси се при томе не посматрају само квантитативно већ и квалитативно што укључује економску, социјалну и еколошку димензију њиховог коришћења. У том смислу се у циљу одрживог коришћења водних ресурса све више користи мултикритеријумски приступ при доношењу управљачких одлука (Mladenović-Ranisavljević et al., 2012). У циљу очувања доброг квалитета површинских вода и спречавања могућег загађења неопходно је систематизовати акције од организационих до извршних. Ово подразумева мере заштите које укључују редовну контролу квалитета воде путем одговарајућих институција. Полазећи од расположивих података о квалитету површинских вода, доноси се конкретни планови заштите воде и, када је то неопходно, предузимају се превентивне мере.

Европска унија спроводи активну политику заштите водних ресурса од тренутка када су Европски парламент и Савет ЕУ усвојили 23. октобра 2000. године *Оквирну декларацију о водама – Water Framework Directive (WFD)*, (EU&WFD – 2000/60/EC). Ово је најзначајнији законски инструмент у области вода и предуслов је за успешно остваривање концепта одрживог управљања водним ресурсима. У Директиви су формулисани одређени услови који би требало да омогуће спровођење политике у области заштите водних ресурса.

Површинске воде, иначе, представљају главни извор водоснабдевања у Европи – у просеку око 70% укупних извора воде за људске потребе. Међутим, у том погледу постоје значајне варијације међу европским земљама. Премда у Европи нема оскудице воде, количина расположиве воде за одрживу потрошњу није једнако расподељена по

континенту. Постоје, наиме, екстремне варијације по овом питању – од количине од око 100 кубних метара по становнику годишње (случај на Малти), до више од 630.000 кубних метара годишње по становнику (на Исланду). Многе европске земље у великој мери зависе од великих међународних река које делом протичу кроз њихову територију и на тај начин компензују мањкове расположивих водених ресурса.

Имајући у виду све наведено, као и чињеницу да је Србија међу земљама испресецаним доњим токовима великих европских река (Саве и Тисе), предмет истраживања је управо квалитет воде Тисе, као највеће притоке Дунава.

Сливно подручје Тисе представља највећи подслив (157.186 km²) на сливу реке Дунав и пребивалиште за 14 милиона становника пет земаља: Украјине, Румуније, Словачке, Мађарске и Србије. Тиса извире у Украјини, на Карпатима у области Буковина, а својим сливом обухвата Украјину, Румунију, Словачку, Мађарску и, на крају, Србију, у којој се код Старог Сланкамена ова река улива у Дунав. Највећа притока Тисе је река Муреш. Тиса у Војводини има притоке и са банатске стране (Златица, Галацка и Бегеј) и са бачке стране (Кереш, Чик, Велики канал и Јегричка). Притоке Тисе у Банату су каналисане и прикључене у хидросистем Дунав – Тиса – Дунав.

Својевремено спроведена анализа еколошког и хемијског статуса водних тела у сливу Тисе је показала високо учешће (34%) значајно измењених водних тела (ICPDR, 2011). Како ове процене нису потпуне, остале су одређене празнине и неизвесности које ће се решити у будућности. Такође, потребно је допунити и значајне празнине у подацима о хемијском статусу. Ипак, земље Потисја су успешно савладале изазов који је за њих представљала ова процена еколошког статуса, односно потенцијала према Оквирној директиви о водама.

2.2. Циљеви истраживања

На основу претходно одређеног предмета истраживања проистичу следећи циљеви:

- проучавање хидрогеохемијских обележја басена Тисе;
- утврђивање тренда квалитета овог басена;
- идентификација међузависности између биофизичких и хемијских параметара квалитета воде Тисе коришћењем статистичких техника;
- утврђивања вредности Serbian Water Quality Index-а (SWQI) за квалитет воде Тисе;
- утврђивање оптималних локација за различите делатности на испитиваном подручју;
- формирање модела за утврђивање евентуалне сагласности између статистичког регресионог модела и модела вештачке неуронске мреже (ANN) како би се изнашао најоптималнији модел;
- изналагање модела квалитета површинских вода који се заснива на фази логици;

- предлог мера, проистеклих из истраживања басена Тисе, који могу помоћи надлежним телима (која управљају овим сливом) у формулисању управљања заснованог на принципима одрживог развоја.

Иначе, намена коришћења индексне методе, међу наведеним циљевима, двојака је:

- стицање општег увида у квалитет воде Тисе у читавом сливу;
- одређивање просторне дистрибуције тако да се на основу тренда квалитета воде могу процењивати будући развојни планови коришћења овог слива.

2.3. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована

Истраживања у области вода применом индексне методе показала су се као корисна и свеобухватна у процени квалитета воде. Бројна истраживања из земаља широм света која се тичу примене WQI методе у процени квалитета површинских вода подстакла су ово истраживање:

1. H. Boyacioglu, Development of water quality index based on a European classification scheme, *Water SA Manuscript*, 33 (1) (2007) 101-106.
2. H. Boyacioglu, Utilization of the water quality index method as a classification tool, *Environmental Monitoring and Assessment*, 167 (1-4) (2010), 115-124.
3. 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.
4. P.J. Newman, S.C. Nixon, Y.J. Rees, Surface water quality monitoring, classification, biological assessment and standards, *Water Science and Technology* 30 (10) (1994) 1-10.
5. 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.
6. 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.
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. Lj. Takić, S. Pejanović, I. Krstić, Lj. Randelović, Analysis of water quality in the accumulation lake Barje by use of WQI method, 1st International Conference, ICDQM-2009, Life Cycle Engineering and Management, Belgrade, 2010, pp. 181-186.
9. J. Dojlido, J. Raniszewski, J. Woyciechowska, Water quality index- application for rivers in Vistula river basin in Poland, *Water Science and Tehnology*, 30 (10) (1994) 57-64.

10. S.M. Liou, S.L. Lo, S.H. Wang, A generalised water quality index for Taiwan. *Environmental Monitoring and Assessment* 96 (2004) 35-32.
11. 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.
12. I. Živadinović, 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.
13. 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.

Директиве Европске уније, Правилници и Уредбе који се тичу проблематике заштите водених ресурса, мониторинга, категоризације и прописивања стандарда о квалитету вода, као и одређивања индикатора квалитета површинских вода, пружају значајну потпору овом истраживању:

1. 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, http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.htm.
2. Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States, OJ No L 194, 25/7/1975, 26-31, <http://eur-lex.europa.eu>.
3. Pravilnik o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine, "Službeni glasnik RS" 37/2011.
4. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, "Službeni glasnik RS 74/2011".
5. Uredba o kategorizaciji vodotoka, "Službeni glasnik SRS 5/68".
6. Uredba o klasifikaciji voda, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije, "Službeni list SFRJ 6/78".
7. Serbian Environmental Protection Agency, The Ministry of Environment and Spatial Planning, <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=6&id=8007&akcija=showXlinked&#metodologija>
8. Scottish Development Department, Development of a Water Quality Index, Engineering Division, Edinburgh, 1976.
9. Saskatchewan Watershed Authority Water Quality Guide, 2007. <http://www.swa.ca/Publications/Documents/Water Quality Guide.pdf>.

2.4. Најзначајнија научна литература коришћена за дефинисање теме докторске дисертације

Полазну литературу за ово истраживање чине различити извори. Пре свега, обављен је преглед и анализа домаћих и европских законских оквира, правилника и извештаја везаних за површинске воде. Такође, анализирани су извори у којима су коришћене методе мултиваријационе анализе (кластер анализа, анализа главних компоненти, факторска анализа, дискриминациона анализа). Посебна пажња је посвећена анализи метода које се користе у моделовања квалитета површинских вода у условима високе неодређености и ризика, односно методама вештачких неуронских мрежа и методама заснованих на фази логици. На крају, анализирани су и радови у којима се праћење квалитета површинских вода заснива на индексној методи.

С обзиром на то да се у изради дисертације планира дефинисање модела заснованог на фази логици, обављен је увид у следеће радове:

- [1] Abdullah P., Waseem S., Bai R., Mohsin I. 2008. Development of New Water Quality Model Using Fuzzy Logic System for Malaysia. *Open Environmental Sciences* 2: 101-106.
- [2] Sii H.I., Sherrard J.H., Wilson T.E. 1993. A water quality index based on fuzzy set theory, In: *Proceeding of the 1993 Joint ASCE-CSCE National Conference on Environmental Engineering*, Montreal, Quebec, Canada.
- [3] Garg V.K., Dahiya S., Chaudhary A., Deepshikha A. 1998. Fluoride distribution in underground waters of Jind district, Haryana, India, *Ecology Environmental Conservation* 40, 19-23.
- [4] Liu J., Li Y. P., Huang G. H. 2013. Mathematical Modeling for Water Quality Management under Interval and Fuzzy Uncertainties. *Journal of Applied Mathematics*, vol. 2013, Article ID 731568. doi:10.1155/2013/731568.
- [5] Bai V.R., Bouwmeester R., Mohan S. 2009. Fuzzy Logic Water Quality Index and Importance of Water Quality Parameters. *Air, Soil and Water Research* 2, 51-59.
- [6] Bellman R. E., Zadeh L. A.; *Decision-making in a fuzzy environment*, National Aeronautics and Space administration, Vol. 17, pp B141-B164, 1970.
- [7] Bojadziev G., Bojadziev M.; *Fuzzy logic for business, finance and management*, World Scientific 1999.
- [8] Bojadziev G., Bojadziev M.; *Fuzzy sets, Fuzzy logic, Applications*, World Scientific 1995.
- [9] Dahiya S., Singh B., Gaur S., Garg V.K., Kushwaha H.S. 2007. Analysis of groundwater quality using fuzzy synthetic evaluation, *J. Hazard. Mater.* 147, 938-946.
- [10] Dubois D., Prade H. 1996. What Are Fuzzy Rules and How to Use Them. *Fuzzy Sets and Systems* 84 (2), 169-185.
- [11] Fullér R.; *Fuzzy reasoning and fuzzy optimization*, Turku Centre for Computer Science, Abo, 1998.
- [12] Haans M.; *Applied fuzzy arithmetic – an introduction with engineering applications*, Springer, 2005.

- [13] Icaga Y. 2007. Fuzzy evaluation of water quality classification, *Ecological Indicators* 7, 710-718.
- [14] Klir G.J., Yuan B. 1995. *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications*. Prentice-Hall PTR, New York, USA.
- [15] Lootsma F.A.; *Fuzzy logic for planning and decision making*, Springer, 1997.
- [16] Ocampo-Duque W.A. 2008. On the development of decision-making systems based on fuzzy models to assess water quality in rivers. PhD Thesis, Department of Chemical Engineering, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain.
- [17] Liou S.M., Lo S.L., Hu C.Y. 2003. Application of two-stage fuzzy set theory to river quality evaluation in Taiwan Source, *Water Research* 37, 1406-1416.
- [18] Liou Y.T., Lo S.L. 2005. A fuzzy index model for trophic status evaluation of reservoir waters, *Water Research* 39, 1415-1423.
- [19] Mahapatra S.S., Nanda S.K., Panigrahy B.K. 2011. A Cascaded Fuzzy Inference System for Indian river water quality prediction, *Adv. Eng. Softw.* 42, 787-796.
- [20] Pap E.; *Fazi mere i njihova primena*, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno matematički fakultet Novi Sad, 1999.
- [21] Priya K.L. 2013. A Fuzzy Logic Approach for Irrigation Water Quality Assessment: A Case Study of Karunya Watershed, India, *J. Hydrogeol. Hydrol. Eng.* 2. doi:10.4172/2325-9647.1000104.
- [22] Siddique N., Adeli H. 2013. *Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and evolutionary computing*, John Wiley & Sons, New York.
- [23] Srivastava P., Burande A., Sharma N. 2013. Fuzzy Environmental Model for Evaluating Water Quality of Sangam Zone during Maha Kumbh 2013, *Applied Computational Intelligence and Soft Computing* 2013, doi:10.1155/2013/265924.
- [24] Wang L. X. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- [25] Zadeh L.A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338-353.
- [26] Zadeh L. A., Kacprzyk J.; *Fuzzy logic for the management of uncertainty*, Wiley, 1992.
- [27] Zadeh L. A.; *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Systems: Selected Papers*, World Scientific, 1996.
- [28] Zhou Y., Hao G., Chen K., Li J. 2014. Water Quality Evaluation Based on Fuzzy Mathematics in Groundwater Resource Area of SuoLuoShu in Shan Dong Province, *Adv. Mat. Res.* 838-841: 1768-1771.
- [29] Zimmermann H.J. 2001. *Fuzzy Set Theory - and Its Applications*, 4th edition. Kluwer Academic Publisher, Boston, USA.

Због вероватног коришћења метода вештачке неуронске мреже – ANN – што проистиче из природе постављеног истраживачког задатка (присуство нелинеарних зависности у природним системима), остварен је увид у радове ове врсте и то претежно оних у којима је коришћен овај метод за моделовање еколошких система:

- [30] Z.G. Niu, H.W. Zhang, H.B. Liu. 2006. Application of neural network to prediction of coastal water quality, *Journal of Tianjin Polytechnic University*, 89-92.
- [31] J. Shu, Using neural network model to predict water quality, *Environmental Science And Management* 31 (2006), 44-46.
- [32] S. Lek, M. Delacoste, P. Baran, I. Dimopoulos, J. Lauga, S. Aulagnier, Application of neural networks to modelling nonlinear relationships in ecology, *Ecological Modelling* 90 (1996), 39-52.
- [33] R. Leardi, *Nature-inspired Methods in Chemometrics: Genetic Algorithms and Artificial Neural Networks*, Elsevier, Amsterdam (2003).
- [34] S. Haykin, *Neural Networks a Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York (1999).
- [35] I. A. Basheer, M. Hajmeer, Artificial neural networks: Fundamentals, computing, design, and application, *Journal of Microbiological Methods* 43 (2000), 3-31.
- [36] M.W. Gardner, S.R. Dorling, Artificial neural network: the multilayer perceptron: a review of applications in atmospheric sciences, *Atmospheric Environment* 32 (1998) 2627-2636.
- [37] R. Schalkoff, *Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches*, Wiley, New York (1992).
- [38] L. Fausett, *Fundamentals of neural networks*, Prentice Hall Englewood Cliffs New York (1994).
- [39] S.I. Gallant, *Neural Network Learning and Expert Systems*, The MIT press, Massachusetts (1993).
- [40] M. Smith, *Neural Networks for Statistical Modelling*, Van Nostrand Reinhold, New York (1994).
- [41] L. Simon, M. Nazmul Karim, Probabilistic Neural Networks using Bayesian decision strategies and a modified Gompertz model for growth phase classification in the batch culture of *Bacillus subtilis*, *Biochemical Engineering Journal* 7 (2001) 41-48.
- [42] G.B. Sahoo, Application of artificial neural networks to assess pesticide contamination in shallow groundwater, *Science of the Total Environment* 367(2006) 234-251.
- [43] G. Dreyfus, J.M. Martinez, M. Samuelides, M.B. Gordon, F. Badran, S. Thiria, L. Herault, *Reseaux de Neurones: Methodologie et Applications*, Editions Eyrolles, Paris (2002).
- [44] R.S. Govindaraju, Artificial neural network in hydrology. II: hydrologic application, ASCE task committee application of artificial neural networks in hydrology, *Journal of Hydrologic Engineering* 5 (2000) 124-137.
- [45] N. Karunanithi, W.J. Grenney, D. Whitley, K. Bovee, Neural networks for river flow prediction, *ASCE J, Journal of Computing in Civil Engineering* 8 (1994) 210-220.
- [46] A.K. Jain, J. Mao, K.M. Mohiuddin, *Artificial neural networks: A tutorial*, IBM Almaden Research Center (1986).
- [47] J.J. Hopfield, Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities in *Proc. National Academy of Sciences* 79 (1982) 542-558.

- [48] P. Werbos, Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences, PhD thesis, Dept. of Applied Mathematics, Harvard University, Cambridge, Massachusetts (1974).
- [49] D.E. Rumelhart, J.L. McClelland, Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition, MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1986).
- [50] G.E. Hinton, S. Osindero, Y. Teh, A fast learning algorithm for deep belief nets, *Neural Computation* 18 (2006) 1527-1554.
- [51] H.R. Maier, G.C. Dandy, The effect of internal parameters and geometry on the performance of back propagation neural networks: an empirical study, *Environmental Modelling and Software* 3 (1998) 193-209.
- [52] H.R. Maier, G.C. Dandy, Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modeling issues and applications, *Environmental Modelling and Software* 15 (2000) 101-124.
- [53] M.T. Hagan, H.P. Demuth, M. Beale, *Neural Networks Design*, PWS Publishing, Boston (1996).
- [54] C. Karul, S. Soyupak, A.F. Cilesiz, N. Akbay, E. German, Case studies on the use of neural networks in eutrophication modeling, *Ecological Modelling* 134 (2000) 145-152.
- [55] J.F. Chenard, D. Caissie, Stream temperature modelling using neural networks: application on Catamaran Brook, New Brunswick, Canada, *Hydrological Processes* (2008) 3361-3372.
- [56] G.D. Garson, *Neural Networks an Introductory Guide for Social Scientists*, Sage Publications, California (1998).
- [57] Naz, M., Uyanik, S., Yesilmacar, M. I. and Sahinkaya, E. (2009). Side-by-side comparison of horizontal subsurface flow and free water surface flow constructed wetlands and artificial neural network (ANN) modeling approach. *Ecological Engineering*, 35, 1255-1263.

Најзад, анализирани су и радови у којима су коришћене различите варијанте индексне методе за одређивање квалитета површинске воде:

- [58] Abbasi T., Abbasi S.A. 2012. *Water Quality Indices*. Elsevier, Oxford, UK.
- [59] Bordalo, A. A.; Teixeira, R.; Wiebe, J. W. 2006. A water quality index applied to an international shared river basin: the case of Douro River. *Environmental Management*, 38(6): 910-920.
- [60] Sanchez, E.; Colmenarejo, F. M.; Vicente, J.; Rubio, A.; Garcia, G.; Travieso, L.; Borja, R. 2007. Use of water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watershed pollution. *Ecological Indicators*, 7(2): 315-328.
- [61] Poonam, T., Tanushree, B., Sukalyan, C. 2013. Water quality indices –important tools for water quality assessment: a review. *International Journal of Advance Chemistry*, 1: 15-28.
- [62] Brown R. M., McClelli N. I., Deininger R. A. i Tozer R. 1970. A Water Quality Index: Do we dare? *Water and Sewage Works*.

- [63] Steinhart C. E., Schierow L. J. i Sonzogni W. C. 1982. Environmental quality index for the Great Lakes. *Water Resources Bulletin*, 18 (6): 1025-1031.
- [64] Zierbergen P. A. i Hall K. J. 1998. Analysis of the British Columbia Water Quality Index for Watershed Managers: A case study of two small watersheds". *Water Quality Resources Journal of Canada*, 33 (4): 519-549.
- [65] Said A.; Stevens D. K.; Sehlke G. 2004. An innovative index for evaluating water quality in streams. *Environmental Assessment*, 34 (3): 406-414.
- [66] Sedeño-Díaz J. E.; López-López E. 2007. Water quality in the Río Lerma, Mexico: An overview of the last quarter of the twentieth century. *Water Resources Management*, 21 (10): 1797-1812.
- [67] Mangunkiya R.; Bhattacharya T.; Chakraborty S. 2012. Quality characterization of groundwater using Water Quality Index in Surat city, Gujarat, India. *ISCA International Resources Journal of Environmental Science*, 1 (4): 14-23.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Прегледом релевантне литературе и анализом резултата претходних истраживања из ове области, дефинисан је предмет истраживања из кога су постављене полазне хипотезе како би се остварили циљеви истраживања. Реке спадају у групу водних тела која су најосетљивија на загађења. Да би се квалитет воде у њима одржао на потребном нивоу, према захтевима који проистичу из различитих директива и правилника, неопходно је увести ефикасан систем мониторинга, препознати главне полутанте и изворе загађења, те пратити и предвиђати трендове. Имајући претходно речено у виду, формулисане су почетне хипотезе (претпоставке) које треба током рада на дисертацији доказати.

Основна хипотеза која се може поставити на основу досадашњих резултата у литератури може да се дефинише на следећи начин:

H₀: Применом SWQI методе може се извршити свеобухватна процена квалитета воде Тисе у Србији.

Десет одабраних параметара (температура, суспендоване материје, засићеност воде кисеоником, рН, електропроводљивост, амонијум, укупни оксиди азота, ортофосфати, БПК₅, колиформне бактерије) показују физичке, хемијске и биолошке карактеристике воде и својим заједничким учинком сумирају квалитет воде Тисе израчунавањем вредности SWQI. На исти начин може се утврдити и тренд квалитета воде Тисе у посматраном петогодишњем периоду.

Поређење и усаглашавање актуелне регулативе Републике Србије са усвојеним прописима европског законодавства (ЕУ), један је од битних услова за побољшање стања водних тела у Србији. Полазећи од овог, формулисане су следеће хипотезе:

H₁: Могуће је утврдити корелацију између актуелних законских прописа и европских стандарда (пре свега, из Оквирне директиве о водама) за одређивање параметара квалитета површинске воде.

H₂: Статистичким моделовањем, попут регресионе анализе или мултиваријационе анализе, могуће је олакшати праћење параметара квалитета воде, посебно када је реч о загађености пространих речних сливова изложеним бројним полутантима.

H₃: Применом модела заснованог на вештачкој интелигенцији, односно неуронским мрежама (ANN), за праћење квалитета површинских вода, може се смањити број посматраних параметара квалитета у циљу оптимизације мониторинга.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У циљу реализације постављених циљева истраживања, обраде података и доказивања формулисаних хипотеза, у докторској дисертацији биће коришћене основне научне методе и посебне методе (поступци) логичког расуђивања. Од основних научних метода биће коришћене метода моделовања и статистички метод.

Осим основних научних метода, као што је поменуто, биће коришћене и основне посебне методе закључивања, односно:

- индуктивна и дедуктивна метода закључивања,
- методе анализе и синтезе,
- методе апстракције, генерализације и специјализације,
- компарација.

Избор специфичних метода истраживања је условљен, првенствено, чињеницом да постоје најмање три корака која су неопходна у решавању питања квалитета водних ресурса:

- редовно и континуирано праћење задатих параметара,
- анализа, синтеза и разврставање добијених података,
- статистичко моделовање проблема квалитета површинских вода на основу претходне две фазе.

У складу са дефинисаним предметом истраживања, неопходно је користити и следеће специфичне методе, прикладне за истраживање питања квалитета површинских вода:

- мултиваријациона анализа и обрада података на основу одређених параметара квалитета воде,
- статистичко моделовање у циљу добијања корелационих зависности,
- вишекритеријумско моделовање добијених резултата у циљу идентификовања најкритичнијих локација на испитиваном току,
- моделовање квалитета површинске воде у системима високе комплексности и неодређености.

Од специјалних метода, неопходних за комплетирање претходно назначених истраживачких задатака, неопходно је користити и методе као што су:

- методе мултиваријационе анализе: PCA (Principal Componente Analysis), FA (Factor Analysis), CA (Cluster Analysis).
- методе WQI (Water Quality Index) и SWQI (Serbian Water Quality Index),
- методе вишекритеријумске анализе,
- методе вештачких неуронских мрежа,
- фази логика.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Припрема Републике Србије за учлањење у Европску унију (ЕУ) подразумева, међу осталим задацима, упознавање и хармонизацију националног законодавства са европским директивама у домену заштите животне средине. Интегрално управљање водним ресурсима у том смислу поставља нове циљеве и стандарде решавања проблема у области водоснабдевања, уважавајући реалне могућности, основне захтеве и принципе формулисане у Оквирној директиви о водама у ЕУ.

Утврђивање стварног у односу на захтевани квалитет воде реке Тисе, применом одговарајућих метода, као и идентификацијом критичних локација дуж тока ове реке кроз Србију, омогућиће стицање увида у актуелно стање овог међународног речног тока, те указати на мере које би требало предузети како би се унапредио његов квалитет.

Имајући у виду претходно речено, очекивани научни допринос би се огледао у следећем:

- креирање статистичког модела квалитета воде на основу одређених корелационих зависности између различитих параметара квалитета воде за слив реке Тисе;
- процена екохемијског статуса воде упоређивањем минималних, максималних и средњих вредности добијених параметара индекса квалитета воде са

- вредностима параметара који је предвиђен Оквирном директивом о водама;
- формирање модела за праћење квалитета површинских вода у условима нелинеарних зависности применом метода вештачке интелигенције;
 - оптимизација процеса узорковања и праћења квалитета воде у циљу успостављања поузданије и прецизније стратегије управљања квалитетом у области заштите животне средине.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

6.1. План истраживања

План истраживања, који одређује ток рада на припреми дисертације, састоји се од следећих фаза:

- проучавање релевантних литературних извора;
- прикупљање података о квалитету површинских вода;
- прикупљање осталих релевантних података неопходних за ово истраживање (географски фактори, законодавство у области квалитета воде);
- статистичка анализа и разврставање добијених података у складу са параметрима квалитета воде Тисе;
- SWQI (Serbian Water Quality Index) анализа квалитета воде Тисе;
- формирање вишекритеријумског модела за рангирање локација на току Тисе за поједине полутанте;
- формирање модела праћења квалитета воде Тисе заснованих на фази логици;
- формирање модела за управљање и контролу загађења воде Тисе у Србији;
- предлагање мера чије спровођење и примена може довести до смањења загађености Тисе.

6.2. Структура рада

Садржај докторске дисертације састојаће се, оквирно, из шест тематских целина.

1. Уводни део

- Преглед и анализа досадашњих истраживања,
- Значај и сложеност предмета истраживања,
- Циљеви истраживања,
- Хипотезе истраживања,
- Методе истраживања,
- Очекивани научни допринос.

2. Теоријски преглед

- Значај, карактеристике и класификација вода,
- Параметри квалитета,
- Типови отпадних вода,
- Развој законодавног оквира заштите воде,
- Методе праћења квалитета површинских вода,
- Модели квалитета површинских вода,
- Литературни преглед досадашњих истраживања у области моделовања квалитета површинских вода,
- Обележја реке Тисе и њеног слива.

3. Методолошки приступ

- Извори података и приказ мерних станица,
- Начини обраде и интерпретације добијених резултата.

4. Резултати и дискусија

- Дескриптивна анализа подата о квалитету воде Тисе и њених притока,
- Развој модела прогнозе промене квалитета воде Тисе на основу анализе вредности укупног SWQI индекса,
- Анализа параметара квалитета воде коришћењем техника мултиваријационе анализе,
- Развој модела прогнозе промене квалитета воде на принципима фази локике.

5. Закључак

- Преглед и анализа доприноса,
- Одређење праваца будућих истраживања.

5. Литература:

- Списак коришћене литературе.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе пријаве и образложења предложене теме докторске дисертације, Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Горана Бабића, мастер инжењер менаџмента**, закључује да кандидат испуњава све законске и суштинске услове за израду предложене докторске дисертације. Пријављена тема по

предмету истраживања, циљевима, садржају и очекиваним научним доприносима представља значајно подручје истраживања и као таква може бити предмет докторске дисертације. Такође, предложена тема одговара научном пољу техничких наука, научне области Инжењерски менаџмент, на акредитованим докторским студијама Техничког факултета у Бору.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да се кандидату **Горану Бабићу** одобри израда докторске дисертације под називом: ***РАЗВОЈ МОДЕЛА У ФАЗИ ОКРУЖЕЊУ ЗА ПРАЋЕЊЕ КВАЛИТЕТА ПОВРШИНСКИХ ВОДА***. Такође, Комисија предлаже да се за ментора именује **проф. др Милован Вуковић**, редовни професор Техничког факултета у Бору који испуњава све Законом предвиђене услове.

У Бору, октобра 2018. год.

КОМИСИЈА

1. Проф. др Милован Вуковић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

2. Доц. др Данијела Воза, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

3. Проф. др Љиљана Такић, ред. проф.
Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у
Лесковцу

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: Горан Бабић

Име и презиме ментора: Милован Вуковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертација:

-
1. Voza D., **Vuković M.** (2018). The assessment and prediction of temporal variations in surface water quality – a case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 190, No 7, p. 434 (1-16). ISSN 0167-6369; **IF (2017) = 1,804 (M22).**
 2. Urošević S., **Vuković M.**, Pejčić B., Štrbac N. (2018). Mining-metallurgical sources of pollution in Eastern Serbia and environmental consciousness. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, Vol. 34, No 1, pp. 103-115. ISSN 0188-4999; **IF (2017) = 0,267 (M23).**
 3. Voza D., **Vuković M.**, Nikolić Đ., Takić Lj. (2015). Application of multivariate statistical techniques in the water assessment of the Danube River, Serbia. *Archives of Environmental Protection*, Vol. 41, No 4, pp. 96-103. ISSN 2083-4772; **IF (2015) = 0,919 (M23).**
 4. 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 3B, pp. 1119-1130. ISSN 1018-4619; **IF (2015) = 0,372 (M23).**
 5. Papić M., **Vuković M.** (2015). Multivariate analysis of contamination of alluvial soils with heavy metals in Čačak, Serbia. *Romanian Journal of Physics*, Vol. 60, No 7-8, pp. 1151-1162. ISSN: 1221-146X; **IF (2013) = 0,933 (M23).**
 6. **Vuković M.**, Štrbac N., Sokić M., Grekulović V., Cvetkovski V. (2014). Bioleaching of polymetallic sulphide concentrate using thermophilic bacteria. *Hemijska industrija*, Vol. 68, No 5, pp. 575-583. ISSN 0367-598X. **IF (2014) = 0,364 (M23).**
 7. Ilić I., **Vuković M.**, Štrbac N., Urošević S. (2014). Applying GIS to Control Air Pollutants. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 23, No 5, pp. 1849-1860. ISSN 1230-1485; **IF (2014) = 0,871 (M23).**
 8. **Vuković M.**, Voza D., Štrbac N., Takić Lj. (2014). Cooperation over International Water Resources: a Case from the Danube River Basin. *Sociologia*, Vol. 46, No 3, pp. 320-342. ISSN 0049-1225; **IF (2014) = 0,200 (M23).**
 9. Papić M., **Vuković M.**, Bikit I., Mrđa D., Forkapić S., Bikit K., Nikolić Đ. (2014). Multi-Criteria Analysis of Soil Radioactivity in Čačak Basin, Serbia. *Romanian Journal of Physics*, Vol. 59, No. 5-6, pp. 846-861. ISSN 1221-146X; **IF (2013) = 0,933 (M23).**
 10. Stanković Z.D., Cvetkovski V., Grekulović V.J., **Vuković M.**, Ivanov S. (2013). The effect of tellurium presence in anodic copper on kinetics and mechanism of anodic dissolution and cathodic deposition of copper. *Int. J. of Electrochem. Sci.*, Vol. 8, No 5, pp. 7274-7283. ISSN 1452-3981; **IF (2013) = 2,209 (M22).**

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. Др Нада Штрбац