

Наставно-научном већу Технолошког факултета у Лесковцу

Одлуком Наставно-научног Већа Технолошког факултета у Лесковцу 04 бр. 4/41-ХІ од 25.05.2016.године, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације Наташе М. Елезовић, под насловом „**Карактеризација квалитета воде реке Ибар у функцији процене стања животне средине**”.

После прегледа урађене докторске дисертације, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ о оцени докторске дисертације

Наташа М. Елезовић (у даљем тексту: кандидат) је поднела на оцену докторску дисертацију са следећим садржајем: Извод на српском језику (3 стране), Извод на енглеском језику (3 стране), Увод (5 страна), Слив реке Ибар у Србији и његов значај (8 страна), Законодавни оквир управљања водама Србије (12 страна), Методолошки приступ (15 страна), Резултати и дискусија (60 страна), Закључак (5 страна), Литература (5 страна), Прилози (на диску, 137 страна), Биографија (1 страна) и Библиографија (5 страна). Докторска дисертација има 27 слика и 36 табела.

У „Уводу” се говори о значају воде као извору и услову опстанка живота. Кандидат указује на расположиве водне ресурсе у Србији и пореди их са ресурсима других држава. Такође, указује се на могућа загађења вода: природно, хемијско, биолошко и физичко. Кандидат истиче да је постављање законских оквира квалитета воде потребан, али не и довољан услов за очување квалитета воде, односно да је неопходно имати развијени применљив систем мониторинга и управљања водним ресурсима. Посебно се указује на чињеницу актуелних проблема загађења реке Ибар као интегралног дела животне средине и значају поузданих информација о стварном квалитету водотока за реализацију принципа одрживог управљања водама Directive 2000/60/ЕС. Наглашава се да прегледом литературе није нађена студија или извештај о анализи временског и просторног квалитета воде реке Ибар у Србији. На крају, дефинисани су предмет и циљеви докторске дисертације.

Поглавље „Слив реке Ибар у Србији и његов значај” описује слив реке Ибар у оквиру Западноморавског, односно Црноморском сливу, од извора до улива у Западну Мораву, као и његов привредни и друштвени значај. Такође, кандидат указује на еколошке проблеме водног система Ибар везане за производно-прерађивачке погоне у његовом окружењу и истиче непостојање инфраструктуре за заштиту животне средине због лоше праксе управљања животном средином. Очување квалитета животне средине незамисливо је без очувања, унапређења и класификације квалитета воде реке Ибар. Кандидат је, на крају, дефинисао потенцијалне изворе загађивања водног система Ибар преко тзв. „стабла загађивача”, које представља основу анализе.

У наредном поглављу („**Законодавни оквир управљања водама Србије**”), кандидат анализира постојећу законску регулативу у Републици Србији и процес хармонизације националне легислативе сагласно препорукама Оквирне директиве о водама (Directive 2000/60/EC). Системски, Европска Унија даје стратегију заштите и очувања водних ресурса и животне средине, сматрајући их носиоцима одрживог развоја у овом веку. Мониторинг, класификација и категоризација квалитета површинске воде подразумевају основне кораке у реализацији захтеваног квалитета воде, који мора да одговара предвиђеном режиму коришћења. Кандидат указује да је Агенција за заштиту животне средине ресорног министарства развила индикатор животне средине за област вода намењен извештавању јавности и стручњака о стању квалитета вода - SWQI (Serbian Water Quality Index). Према овој методи, десет одабраних параметара квалитета воде (засићеност кисеоником, колиформне бактерије, БПК₅, рН вредност, оксиди азота, фосфати, суспендоване материје, амонијум јон, температура и проводљивост) својим квалитетом репрезентују особине површинских вода, свдећи их на један индексни број. Посебну пажњу, кандидат посвећује актуелном приступу у процени квалитета површинске воде одређивањем еколошког и хемијског статуса квалитета воде према методологији коју прописују нови Правилници и Уредбе Републике Србије донешени сагласно препорукама Оквирне директиве о водама ЕУ.

У поглављу „**Методолошки приступ**” кандидат најпре указује на извор анализираних података о параметрима квалитета воде, тј. базу публикованих података РХМЗ за период од 2007. до 2013. године на пет мерних станица дуж тока реке Ибар: Батраге, Рудница, Рашка, Ушће и Краљево. Затим су описане методологије обраде података о параметрима квалитета воде. Ови подаци су, најпре, анализирани различитим тестовима, и то: тест нормалности расподеле података на свим локацијама и у разматраном временском периоду (Колмогоров-Смирнов тест), тест поређења средњих вредности (Крускал-Валисов тест), тест хомогености података (Петитов, СНХ и Буишанов тест) и тест тренда података (Ман-Кендалов тест). Затим су описане методе основне статистичке, корелационе, факторске, кластер и вишекритеријумске анализе одабраних индексних параметара квалитета воде реке Ибар.

„**Резултати и дискусија**” имају 4 потпоглавља. Прво потпоглавље односи се на резултате тестирања нормалности расподеле података, анализе параметара квалитета и категоризацији квалитета воде на мерним станицама, основне статистичке и корелационе анализе, тестирања тренда у временским серијама. Резултати Колмогоров-Смирновог теста нормалности расподеле података су показали да број параметара који су задовољили тест нормалности расподеле варира на мерним станицама, о чему је вођено рачуна при статистичким анализама. Ако подаци бар за један од парова параметара квалитета воде следе нормалну расподелу (електропроводљивост, БПК₅, укупни азот и ортофосфате), степен повезаности тих парова параметара квалитета воде је оцењиван на основу израчунатих вредности Пирсоновог коефицијента корелације, док је Спирманов коефицијент корелације израчунаван за све парове параметара квалитета воде. На основу резултата Крускал-Валисовог теста се закључује да се параметри са статистички значајним разликама у годишњим средњим вредностима разликују између мерних станица. Кандидат је утврдио да се, статистички гледано, годишње средње вредности температуре и ортофосфата забележене за свих пет мерних

станица се међусобно не разликују. Само су разлике годишњих средњих вредности за zasiћеност кисеоником, укупан азот и амонијумов азот, статистички значајне на свим мерним станицама. У читавом периоду, статистички значајне разлике између годишњих средњих вредности по мерним станицама постоје само у случају електропроводљивости и ортофосфата. Кандидат је Петитовим, СНХ и Буишановим тестом испитивао за сваки параметар да ли постоји или не компонента тренда и у ком временском тренутку долази до промене. Примењени тестови показују да на мерној станици Краљево у посматраном периоду не постоји тренд повећања или смањења температуре, суспендованих материја и ортофосфата, што значи да су подаци за ове параметре хомогени, док су детектовали статистички значајно смањење средње вредности рН, БПК₅ и укупног азота, као и статистички значајно повећање средње вредности електропроводљивости и амонијумовог азота. Ниједан тест не открива постојање тренда за температуру и суспендоване материје на све четири преостале мерне станице, али откривају постојање тренда укупан (смањење средње вредности) и амонијумов азот (повећање). Кандидат је користио Ман-Кендалов тест за детектовање и оцену тренда временских серија вредности параметара у периоду 2007.-2012. године за све мерне станице дуж тока реке Ибар. Ова анализа показује, да у случају свих мерних станица статистички значајан тренд постоји само за три параметра, и то БПК₅, укупан азот (негативан тренд) и амонијум јона (позитиван тренд). Индикатор животне средине за област вода, SWQI, показује да су израчунате вредности индексног броја у опсегу од 77 до 82, квалитета воде реке Ибар, што одговара описном показатељу „добра вода” односно II класи бонитета водотока. Друго потпоглавље приказује резултате вишекритеријумске (факторске, кластер и мултиваријационе) анализе, које је кандидат користио да би јасније дефинисао утицај индексних параметара на варијабилност квалитета воде реке Ибар. Факторска анализа је показала да се групе значајних фактора разликују међу мерним станицама. Само у случају мерних станица Батраге и Краљево, издвојена су по четири фактора за сваку станицу, који описују око 72,94 %, односно 78,11 % укупне варијансе посматраних података, редом, док су за мерне станица Рудница, Рашка и Ушће издвојена по три фактора који описују 70,64 %, 86,94 % и 64,19 % укупне варијансе посматраних података, редом. Применом кластер анализе добијена су три кластера, при чему се у једном налазе мерне станице Рашка, Краљево и Ушће, у другом мерна станица Батраге, док је у трећем мерна станица Рудница. Резултати спроведене мултиваријационе анализе су послужили као основа да се изврши колективно рангирање мерних места од најбоље до најлошије са гледишта присуства загађујућих материја у водотоку, при чему је утврђено да је најмање загађење у периоду 2007.-2012. године забележено на мерном месту Батраге, а најлошије на мерном месту Рудница. Ови резултати су приказани и у тзв. GAIA равни. Примењеном анализом zasiћеност воде кисеоником, БПК₅ и укупни азот су идентификоване као најважније променљиве које утичу на рангирање квалитета воде. Треће потпоглавље представља еколошки статус квалитета воде реке Ибар у функцији физичко-хемијских параметара. Река Ибар припадада водном телу ТИП-2, тј. велике реке са доминацијом средњег наноса. Константован еколошки статус квалитета воде реке Ибар за 2013. годину је III класе, сагласно Правилнику, што одговара „умереном еколошком статусу” и строго посматрано одступа од захтеваног „доброг еколошког статуса”. У четвртом потпоглављу приказани су резултати процене

квалитета воде на мерној станици Рашка. Сумарни еколошки статус квалитета воде реке Ибар на мониторинг станици Рашка класификује се као умерен (класа III), услед прекорачења вредности доброг статуса параметра, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ и TP , и одступа од захтеваног квалитета воде у 2013. години. Приликом процене хемијског статуса посматрани су стандарди квалитета животне средине (СКЖС) прве и друге групе, тако да СКЖС подразумева концентрацију појединачне приоритетне супстанце или групе приоритетних супстанци у површинским водама, која не може да буде прекорачена у циљу заштите животне средине и здравља људи. Концентрације групе приоритетних супстанци, кадмијум, олово и жива и њихова једињења, прекорачују граничне прописане вредности СКЖС тако да није постигнут добар хемијски статус квалитета воде реке Ибар на мониторинг станици Рашка.

У оквиру „Закључка” кандидат је сумирао резултате својих истраживања квалитета воде реке Ибар на пет мерних станица у посматраном периоду. Кандидат је, такође, истакао да вредности концентрација већег броја посматраних параметара одступају од референтних вредности циљне I класе, што указује на потребу преузимања мера спречавања нарушавања и хитног унапређења квалитета воде као интегралног дела животне средине. Конкретно, кандидат предлаже оперативни мониторинг овог водног тела који подразумева периодично једногодишње процењивање промене еколошког статуса квалитета воде чиме би се реализовала контрола и превенција загађења реципијента и поштовао принцип одрживог управљања квалитетом воде реке Ибар.

МИШЉЕЊЕ КОМИСИЈЕ

Резултати истраживања постигнути у овом докторском раду потврђују могућност редуковања обимних полазних података (број параметара, број мерних места, вишегодишњи временски период) применом статистичких метода и поузданост у приказивању просторних и временских образаца промене квалитета површинске воде. Оригинални научни допринос огледа се у томе што је доказано да интегрисањем различитих статистичких техника, индикатора стања животне средине SWQI и метода процене еколошког и хемијског статуса може извршити свеобухватна карактеризација и категоризација квалитета воде реке Ибар. Резултати анализе стања и идентификације извора загађења воде, изражени јединственим бројем и класом квалитета, прегледни су не само научној већ и широј јавности, а посебно доносиоцима одлука у области управљања водним ресурсима. Екосистемски приступ јасно указује да концентрације већег броја посматраних параметара водотока одступају од циљних вредности и предлаже мере спречавања загађења и унапређења квалитета воде реке Ибар као интегралног дела животне средине.

Спровођење оперативног мониторинга овог водног тела се намеће као хитна мера, која подразумева једногодишње процењивање промене еколошког статуса квалитета воде као резултата програма мера заштите. На тај начин би се реализовала контрола и превенција загађења и поштовао принцип одрживог управљања квалитетом воде реке Ибар. Комисија констатује да је кандидат остварио све постављене циљеве докторског рада.

ЗАКЉУЧАК

На основу изнетих чињеница, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Технолошког факултета у Лесковцу да усвоји овај извештај и одобри одбрану докторске дисертације кандидата Наташе М. Елезовић, под називом „**Карактеризација квалитета воде реке Ибар у функцији процене стања животне средине**”.

Комисија у саставу:

Др Влада Вељковић, ред. проф., председник,
Технолошки факултет у Лесковцу

Др Љиљана Такић, ванред. проф., ментор
Технолошки факултет у Лесковцу

Др Ненад Живковић, ред. Проф.
Факултет заштите на раду у Нишу

Др Милутин Милосављевић, ванред. проф.
Технички факултет, Косовска Митровица

Др Предраг Јованић, научни саветник
Институт за мултидисциплинарна истраживања у
Београду

ПУБЛИКОВАНИ РАДОВИ

Рад у међународном часопису (M24)

1. **N. Elezović**, Lj. Takić, P. Jovanić: NEW APPROACH FOR WATER QUALITY ANALYSIS AND MODELING, Journal of Mining and Metallurgy Engineering Bor N^o1, 2015, pp. 117-128, DOI: 10.5937/MMEB1501117E.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

2. Љ. Такић, И. Стаменковић, Н. Живковић, **Н. Елезовић**: ЗАГАЂЕЊЕ ВОДЕ РЕКЕ ИБАР У ФУНКЦИЈИ ИНДИКАТОРА СТАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, Међународна научна конференција „Утицај климатских промена на животну средину и привреду”, Књига апстракта, Београд, 2013.
3. **N. Elezović**, Lj. Takić, Ž. Šarkočević: ENVIROMENTAL CHANGES OF THE RIVER IBAR IN THE FUNCTION OF OXYGEN REGIME, The first Mitrovica Innovations Scientific International Conference-MISIC 2015, Book of Abstract, Pristina and Mitrovica, 2015, pp. 59.

Рад у часопису националног значаја (M51)

4. **N. Elezović**, Lj. Takić, N. Živković, P. Jovanić: ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATUS OF THE RIVER IBAR IN TERMS OF PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS, Facta Universitatis, Working and Living Environmental Protection Vol. 12, N^o 3, Niš, 2015, pp. 311-317.

Рад у часопису националног значаја (M52)

5. Љ. Такић, И. Стаменковић, Н. Живковић, **Н. Елезовић**: ЗАГАЂЕЊЕ ВОДЕ РЕКЕ ИБАР У ФУНКЦИЈИ ИНДИКАТОРА СТАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, часопис Екологика 70/2013, Београд 2013., 644-647.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

6. Lj. Takić, I. Stamenković, N. Živković, **N. Elezović**: ENVIRONMENTAL SITUATION-ACTUAL AND REQUIRED BONITET OF THE RIVER IBAR, 6th Symposium „Chemistry and Environmental Protection, EnviroChem 2013 with international participation, Book of abstracts, Vršac, 2013.
7. Љ. Такић, А. Здравковић, **Н. Елезовић**, Н. Живковић: ПРОЦЕНА КВАЛИТЕТА ВОДЕ И КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА-СТУДИЈА СЛУЧАЈА МОНИТОРИНГ СТАНИЦЕ РАШКА РЕКЕ ИБАР, 11 симпозијум са међународним учешћем „Савремене технологије и привредни развој”, Књига апстракта, Лесковац, 2015, стр. 153.