



ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ПОСЛЕДИПЛОМСКИХ СТУДИЈА
ФАКУЛТЕТА ЗА ПРИМЕЊЕНУ ЕКОЛОГИЈУ ФУТУРА
УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУМУМ

ИЗВЕШТАЈ

О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ КАНДИДАТА

Halima Mabrouk Shaeban Elgamoudi

Пријава и подобност теме докторске дисертације кандидаткиње Halime Mabrouk Shaeban Elgamoudi под насловом „Примена физичких, хемијских и биолошких метода у екоремедијацији водотока - студија случаја реке Дрине“ прихваћена је на 28. седници Већа Департмана последипломских студија Факултета за примењену екологију Футура, одржаној 05.10.2016. године, потврђена Усвајањем Извештаја Комисије о оцени подобности кандидата и теме одр докторанда Halime Mabrouk Shaeban Elgamoudi, на 30. седници одржаној 02.11.2016. године и верификована на седници Већа департмана за поледиломске студије Универзитета Сингидунум, одржаној 09.12.2016. године. Веће Департмана последипломских студија Факултета за примењену екологију Футур именовало је Комисију за оцenu докторске дисертације у саставу: др Гордана Дражић, ментор, редовни професор Факултета за примењену екологију Футура, и чланови: др Мирјана Бартула, ванредни професор Факултета за примењену екологију Футура и др Весна Ристић - Вакањац, ванредни професор Рударско - геолошког факултета Универзитета у Београду.

На основу достављене коначне верзије докторске дисертације и увида у ангажовање кандидаткиње, Комисија подноси надлежним органима Факултета и Универзитета следећи

ИЗВЕШТАЈ

БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Halima, Malbrouk Shaban, Elgamoudi, рођена 27.11.1984. године у граду Zawia, држава Либија.

Завршила, 2006. године, Универзитет Седми Април, Учитељски факултет "Абу Иса", одељење за физику.

На Физичком факултету Универзитета у Београду, 2012. године, завршила мастер академске студије и стекла академски назив мастер физичар.

Кандидаткиња је 2012/2013. године уписала докторске академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, а школске 2015/2016. године прешла на докторске академске студије на Факултету за примењену екологију Футура. Кандидаткиња је стипендиста државе Либије и запослена је на Универзитету Седми Април у граду Zawia.

РАДОВИ КАНДИДАТА

Elgamoudi H. M. S, Drazic G. Heavy Metal Accumulation in two Macrophyte Species in River Drina, Republic of Serbia. Curr World Environ, ISSN: 0973-4929, Vol. 12, No. (2) 2017, Pg. 204-210.

ПРИКАЗ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидаткиње Halime Mabrouk Shaeban Elgamoudi под насловом „Примена физичких, хемијских и биолошких метода у екоремедијацији водотока - студија случаја реке Дрине“ садржи 169 страница текста, 43 слике, 16 табела и списак 93 литературна извора, резиме на српском језику, абстракт на енглеском, индекс скраћеница, списак слика и табела. Подељена је у поглавља: увод, предмет истраживања, хипотетички оквир, материјал и методе, резултати и дискусија и закључна разматрања.

Увод

Итиче се да је примена екосистемског приступа на комплексне проблеме управљања водама дефинисана као један од најважнијих напредака у области управљања овим обновљивим ресурсом са примарним акцентом на пружању побољшаних основа за доношење одлука. Дат је концепт екоремедијације (ремедијације екосистема) као концепт управљања екосистемом који подразумева три сегмента који се циклично понављају: утврђивање затеченог стања животне средине, у овом случају водотока реке Дрине, мере које се предузимају у циљу побољшања еколошког статуса водотока и мониторинг промена које настају након примене мера. Река Дрина је изабрана за ово истраживање као погранични водоток који је регулисан, поседује висок хидро-потенцијал а такође је и битна туристичка дестинација, тако да је неопходно да се обезбеди што је могуће виши квалитет воде и земљишта речног приобаља. У циљу омогућавања одрживог управљања сливом овако велике међународне реке неопходно је применити свеобухватни екохидролошки приступ и резултате добрих пракси у другим регионима, који треба да омогући доносиоцима одлука правилно успостављање приоритета и планова управљања који ће бити компромисно решење потреба свих заинтересованих страна. Принципи који се примењују на реку Дрину су универзални па се могу применити и на друге сличне водотоке.

Предмет истраживања

Ово поглавље садржи основне податке о реци Дрини са детаљним освртом на Дринско-Лимске електране. Река Дрина, дуга 346 км, припада црноморском сливу као највећа притока реке Саве. Дрина је планински водоток са великим падом и великом моћи аутопурификације, па су као резултат тога њене воде, према званичним подацима, углавном у II, ређе у III класи квалитета речних вода на целом току од Бајине Баште до ушћа у Саву. Слив Дрине се хидролошки и морфолошки може поделити на четири комплементарне целине, које одређују основне особине Дрине и Подриња. Истраживано подручје (слив реке Дрине на деоници од бране у Бајиној Башти, и дела акумулације непосредно узводно од бране, па до ушћа у реку Саву) припада трећој и четвртој предеоној целини слива реке Дрине. Истиче се да слив реке Дрине спада у категорију сливова веома добро испитаних у релативно дугом временском периоду. Хидроелектране од интереса за ову дисертацију су ХЕ „Бајина Башта“ и ХЕ „Зворник“ а припадају ЈП Електропривреда Србије, огранак Дринско-Лимске електране. Дат је опис локације и основне карактеристике ових електрана. Даље је дат значај еколошког статуса водних тела и мониторинга који се спроводи ради његовог успостављања а на основу Оквирне директиве о водама ЕУ и националне легислативе. Дрина је категорисана као значајно измењено водно тело, сврстана у тип 2 - велике реке, доминација средњег наноса, изузев река подручја Панонске низије.

Даље је дат кратак приказ литературних података у вези техника и метода које се у свету користе у процесу ремедијације земљишта и површинских вода. Дати су основни подаци за физичке, хемијске и биолошке методе ремедијације и то посебно за земљиште или воде. Приказане су следеће методе ремедијације земљишта: биолошке (биодеградација), хемијске (ремедијације које користе хелаторе актинида, хемијска имобилизација, критична екстракција флуида, оксидација, *in situ* катализована ремедијација пероксидом, фотодеградација са повратком уранијума) и физичке (покривање, цементирање отпада, електрокинетичка ремедијација, метода спаљивања, *in situ* заливање, *in situ* витрификација, прање земљишта, метода сортирања, метода стабилизације /солидификације, метода термалне десорпције, метода уклањања паром); методе ремедијације воде: биолошке (биодеградација), хемијске (зрачење електронским снопом, екстракција живе, радиоколоидни третман, уклањање сорпцијом до органо-оксида), физичке (аерација, метода спаљивања) а као интегративна метода фиторемедијације (фитоекстракција, ризофилтрација, фитоволатилизација, фитостабилизација, фитодеградација, ризодеградација).

У овом поглављу дат је и детаљан преглед литератирних података који се односе на ремедијације и значај интегралног управљања акватичним екосистемима са одељцима: Екохидрологија и одрживост, Управљање речним екосистемима, Антропогени утицаји на речне екосистеме, Ремедијација у циљу постизања доброг еколошког статуса водних тела .

Хипотетички ставови

Основна хипотеза је да се систематским праћењем квалитативних карактеристика површинских вода које подразумева узорковање, физичко-хемијске, хемијске, биолошко-бактериолошке и радиолошке анализе вода у циљу идентификације прописаних показатеља квалитета вода које се званично спроводе не добијају сви подаци неопходни за успостављање доброг еколошког статуса реке Дрине а према Оквирној директиви о водама.

Помоћне хипотезе су:

- a. Неопходно је идентификовати све тачкасте и дифузне загађиваче на одабраном делу водотока
- b. Неопходно је применити физичке, хемијске и биолошке методе мониторинга стања водотока ради одређивања тренутног еколошког стања водотока на изабраним мерним местима

Потребно је анализирати све доступне резултате испитивања ради образовања предлога мера ремедијације водотока применом физичких, хемијских и биолошких метода. На основу овога је усвојен

Циљ истраживања

Генерални циљ истраживања је развој модела екоремедијационог плана регулисаних водотокова, стим да је у овој дисертацији фокус на опису актуелног стања водотока реке Дрине.

Парцијални циљеви су:

- a. Анализа доступних података о актуелном стању водотока
- b. Утврђивање недостајућих података о актуелном стању водотока
- c. Прикупљање података који недостају
- d. Утврђивање актуелног стања водотока
- e. Предлог екоремедијационих мера (физичких, хемијских и биолошких метода) у циљу побољшања или унапређења еколошког статуса водотока
- f. Предлог додатног мониторинга

Методe истраживања

Приликом израде докторске дисертације, кандидаткиња је примењивала опште-научне (пре свега анализа, дедукција, компарација, конкретизација, генерализација) и специфичне истраживачке методе (анализа и систематизација постојећих података мерења и осматрања, теренска истраживања и лабораторијска испитивања). Постојећи подаци који

су анализирани су прибављени из извештаја Републичког Хидрометеоролошког Завода, Агенције за заштиту животне средине, релевантних студија, локалних самоуправа и научно-стручне литературе. Теренска истраживања и узорковање воде, седимента, суспендованог наноса и макрофита су изведена на локацијама: ХЕ Бајина Башта – 200 м узводно од бране, ХЕ Бајина Башта – низводно од бране, ХЕ Зворник – 200 м узводно од бране, ХЕ Зворник – низводно од бране и Бадовинци код моста у пет циклуса (октобар и новембар 2015, фебруар, април и мај 2016. год.) у оквиру реализације Студије Деградациони процеси у акумулацијама и току Дрине и билансирање загађења, ЈП Електропривреда Србије (инвеститор), ТМФ и Факултет за примењену екологију Футура (обрађивачи). Лабораторијске анализе су спроведене у Лабораторији за хемијска испитивања животне средине „Др Милена Далмација“, ПМФ, Нови Сад. Узорковање и лабораторијска испитивања су спроведени у складу са стандардним и акредитованим методама. Испитивани су следећи параметри: растворени кисеоник, zasiћеност кисеоником, НРК, ВРК, укупни органски угљеник, амонијак, нитрати, нитрити, феноли, анјонски детерџенти и тешки метали (Zn, Ni, Cd, Cr, Cu, Pb, As, Hg) у води; органска материја, глина, НРК, ВРК, укупни N, укупни P, тешки метали (Zn, Ni, Cd, Cr, Cu, Pb, As, Hg) у седименту; органска материја, глина, тешки метали (Zn, Ni, Cd, Cr, Cu, Pb, As, Hg) у суспендованом наносу и тешки метали у макрофитама. Хемијски статус површинских вода је одређен у односу на граничне вредности приоритетних и приоритетних хазардних супстанци и граничне вредности других загађујудих супстанци које су од значаја за хемијски статус водног тела површинских вода, а које су дате у релевантним уредбама.

Резултати и дискусија

Ово поглавље обухвата три целине које се односе на чиниоце деградације водотока реке Дрине, еколошки статус реке Дрине и предлог мера ремедијације.

У првој целини се разматрају извори загађења и девастирани простори. Први део ЕРМ плана је катастар загађивача јер је неопходно сагледати све, или што је могуће више, потенцијалних извора загађујућих материја и/ или активности које могу угрозити добар еколошки статус водотока. Идентификовани су бројни извори загађења вода, као последица урбанизације и развоја индустрије и пољопривреде, на основу доступних података. Од тачкастих извора загађења најзначајнији су отпадне воде из комуналних извора и индустријских постројења које се најчешће испуштају без икаквог третмана, или је третман минималан и дивље депоније комуналног отпада, а од дифузних пољопривреда. Подаци су приказани по општинама. Девастирани простори се односе на кварталне алувијалне седimente у облику песка и шљунка како на обали тако и у речном току чија експлоатација се врши на више места, легално или илегално. После експлоатације се не врши ренатурализација (рекултивација, ремедијација) терена иако је то законска обавеза. Лоцирано је 14 регистрованих предузећа за експлоатацију шљунка или њихову сепарацију, 2 дивља (нелегална) ископа шљунка и 2 напуштена локалитета експлоатације шљунка.

У другој целини је разматран еколошки статус реке Дрине кроз хидролошке карактеристике, физикохемијске карактеристике воде, садржај тешких метала у води, карактеристике суспендованог наноса, карактеристике седимента, просторну дистрибуцију тешких метала у седименту и суспендованом наносу, анализу макрофита и геолошке карактеристике. Анализиране су хидролошке карактеристике на основу званичних мерења на хидролошкој станици Радаљ у периоду 1991-2011. год. Средњи дневни протицаји су најмањи у новембру а највећи у априлу. Систематско праћење квалитативних карактеристика површинских вода врши Агенција за заштиту животне средине, а према резултатима вода реке Дрине на испитиваном подручју припада другој класи. Спроведена додатна испитивања су показала да према неким параметрима (рН, електропроводљивост, растворени кисеоник, анјонски детерџенти), на свим испитиваним локацијама и свим терминима узорковања, квалитет воде одговара овој класи. Међутим, неки вредности неких од испитиваних параметара значајно варирају у простору и времену (НРК, ВРК, укупни органски угљеник, утросак калијум перманганата, амонијак, нитрати, нитрити, укупни феноли). Садржај тешких метала у води највише варира у простору и времену, измерене вредности су у опсегу званичних података за јесен 2015. Садржај тешких метала у суспендованом наносу такође варира у простору и времену тако да су измерене и повишене вредности. Слично је и у седименту, где су знатно ређе забележена прекорачења максимално дозвољених и/или ремедијационих вредности. Измерене вредности садржаја тешких метала су тренутне па је извшена анализа њиховог садржаја у нативним макрофитама (у акумулацији ХЕ Бајина Башта *Miriophyllum spicatum*, у акумулацији ХЕ Зворник *Potamogeton pusillus*) која показује интегрисане утицаје у току времена. Макрофите акумулирају тешке метале у повишеним концентрацијама у односу на воду а у неким случајевима и у односу на седимент и суспендовани нанос што указује на њихов значај као биоиндикатора. Разматране су геолошке карактеристике слива реке Дрине у испитиваном подручју и на основу њих се може претпоставити да је изор тешких метала геолошка подлога у већини случајева, а да акумулације хидроелектрана заправо имају позитиван утицај на еколошки статус овог водотока јер спречавају транспорт тешких метала у доњи ток у чијем подручју се налази развијена пољопривреда.

У целини која се односи на предложене мере ремедијације се разматра ремедијација полутаната пореклом из индустрије (у овом случају феноли пореклом из непречишћених отпадних вода дрвне индустрије) кроз предлог физичких, хемијских и биолошких метода где је метода избора фиторемедијација као интегративна. За ремедијацију полутаната пореколом из насеља (комуналне отпадне воде и депоније комуналног отпада) се предлажу мере екоремедијације засноване првенствено на биолошким методама (фиторемедијација типа конструисаних маочвара). Посебан осврт је дат на ремедијацију шљункара, са предлогом мера ренатурализације које подразумевају физичке и биолошке методе. Како је детектован повишен садржај тешких метала у седименту, у неким случајевима је неопходна његова ремедијација, за шта аутор сматра да је метода ибора

поново фиторемедијација као комбинација физичких и биолошких метода. Предлаже се и да се анализа нативних макрофита уврсти у редовни мониторинг.

Закључна разматрања

Резултати добијени прегедом доступних података, додатним мерењима и на основу разматраних студија случајева екоремедијације (екосистемског инжењерства, екохидрологије и хидробиологије) других водотокова су систематизовани према циљевима израде докторске дисертације. Истиче се да официјелни мониторинг еколошког статуса реке Дрине, иако се систематски спроводи не даје увек довољно података, па у оквиру екоремедијационог плана свакако треба предвидети и додатни мониторинг седимента и суспендованог наноса а мониторинг квалитета воде вршити учесталије. У програм мониторинг треба укључити и испитивање макрофита, њихове дистрибуције, врста као и садржаја тешких метала јер се на овај начин добија интегрисана слика стања водотока док анализе воде, суспендованог наноса и седимента применом физичких и хемијских метода дају тренутно стање.

Постављени циљеви су испуњени. Основна и помоћне хипотезе су потврђене.

ЗАКЉУЧАК И МИШЉЕЊЕ

Кандидат Halima Mabrouk Shaeban Elgamoudi је за своју докторску дисертацију изабрала тему „Примена физичких, хемијских и биолошких метода у екоремедијацији водотока - студија случаја реке Дрине“. У свом раду је на оригиналан начин спровела систематско теоријско и емпиријско истраживање еколошког статуса великог регулисаног водотока, реке Дрине, према концепту екоремедијације а са фокусом на актуелно стање водотока и речног слива. Анализирани су антропогени и природни притисци на овај екосистем, показано је да он није постигао добар еколошки статус у свим сегментима од интереса, па су предложене мере ремедијације за најзначајније полутанте. Фокус је дат на физичке, хемијске и биолошке методе мониторинга и екоремедијације. Сви постављени циљеви истраживања су постигнути. Овај рад претставља почетак систематизације резултата у документ „екоремедијациони план“, који треба да помогне доносиоцима одлука при одређивању приоритета ради постизања доброг еколошког статуса водотока. Систематски и интердисциплинарни приступ омогућава широку примену овог концепта за водна тела, што претставља његов практични значај.

Научни значај се огледа у интеграцији знања и пракси из различитих области науке (биологије, хидрологије, геологије) у интерпретацији емпиријских података и предлагању мера ремедијације а у циљу постизања доброг еколошког статуса водотока.

Кандидаткиња је објавила рад у релевантном међународном часопису.

Докторска дисертација је успешно прошла процедуру провере на антиплагијаризам, која је спроведена на Универзитету Сингидунум.

Комисија предлаже да се израђена докторска дисертација Halime Mabrouk Shaeban Elgamoudi под насловом „Примена физичких, хемијских и биолошких метода у екоремедијацији водотока - студија случаја реке Дрине“ прихвати и кандидаткињи омогући јавна одбрана, након спроведене процедуре на Универзитету Сингидунум.

У Београду, 01.09.2017. године

КОМИСИЈА

1. Проф. др Гордана Дражић, ментор, редовни професор,

Факултет за примењену екологију Футура,
Универзитет Сингидунум, Београд.



2. Проф. др Мирјана Бартула, ванредни професор,

Факултет за примењену екологију Футура,
Универзитет Сингидунум, Београд.



3. Проф. др Весна Ристић - Вакањац, ванредни професор,

Рударско - геолошки факултет,
Универзитет у Београду.

