

Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије
Journal of erosion and torrent control

ЕРОЗИЈА

Број 46

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2020. година

ЕРОЗИЈА

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Scientific Journal of erosion and torrent control

Главни и одговорни уредник
Проф.др Станимир Костадинов

Уређивачки одбор

Проф.др Станимир Костадинов, проф.др Нада Драговић, проф.др Миодраг Златић, проф.др
Снежана Белановић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд
Зоран Гавриловић, дипл.инг., Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Технички уредници

мр Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.
Иван Миладиновић, арт директор

Издавач

Удружење бујичара Србије
Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд
Тел: + 381-11-3053-851; + 381-11-3906-461;
Адреса е-поште: bujicari@gmail.com
Интернет презентација: www.udruzenjebujicara.com

Тираж: 250

Штампа

Тукан принт

ЕРОЗИЈА

Scientific Journal of erosion and torrent control

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Editor in Chief

Prof. Stanimir Kostadinov

Advisory Board

Prof. Stanimir Kostadinov, Prof. Nada Dragović, Prof. Miodrag Zlatić,
Prof. Snežana Belanović, University of Belgrade – Faculty of Forestry, Belgrade
Zoran Gavrilović, B.Sc, Institute for Water Management „Jaroslav Černi“, Belgrade
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Technical editors

mr Milutin Stefanović, dipl. ing.

Ivan Miladinović, art direktor

Publisher

Association of graduate engineers in torrent control of Serbia

Kneza Visislava 1, 11030 Belgrade

Phone: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461;

E-mail address: bujicari@gmail.com

Web site: www.udruzenjebujicara.com

Circulation: 250 copies

Print

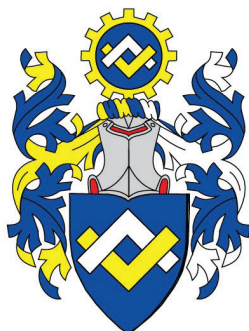
Tukan Print

садржај

contents

	РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА WORD OF THE EDITOR	7
I	ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER	
	Нада Живановић, Рената Пузовић, Милутин Стефановић Угроженост путева I и II реда од појаве поплава у сливу Велике Мораве Vulnerability of roads I and II row from flood in the Velika Morava basin	9
	Петар Нешковић, Синиша Половина, Ратко Ристић Анализа хидролошких и псамолошких процеса на сливу Овчињске реке Analysis of the hydrologic and sediment regime processes in the Ovčinjnska river basin	27
	Томислав Стефановић, Наталија Момировић, Станимир Костадинов, Владо Чокеша, Горан Чешљар, Зоран Милетић Анализа формула за прорачун пада заплава преграде бр.3 у реци Јабланица The analysis of the formulas for estimating the slope of siltation of check dam no.3 in the river Jablanica	40
	Стефан Милетић, Синиша Половина, Вукашин Милчановић, Ратко Ристић, Борис Радић Примена даљинске детекције у процени ерозије земљишта на сливу Гледићке реке Application of the remote sensing to defining soil erosion in the Gledićke reke basin	50
	Вељко Петровић, Нада Драговић, Тијана Вулевић, Мирјана Тодосијевић, Наталија Момировић Упоредна анализа примене рачунарских програма за планирање извођења радова на санацији бране Каменица Comparative analysis of the application of computer programs for planning the execution of works on the rehabilitation of the Kamenica dam	63
II	СТРУЧНИ РАДОВИ PROFESIONAL PAPERS	
	Станимир Костадинов 60 ГОДИНА Одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса , на Шумарском факултету Универзитета у Београду 60 years of the Department of ecological engineering for soil and water resources protection, Faculty of Forestry , Belgrade University	72
	Станимир Костадинов 50 година од штампања првог броја часописа „Ерозија“ 50 years since the first publication of the journal “Erosion”	94
III	УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF “EROZIJA”	96

Штампање часописа за уређење бујица и заштиту од ерозије
„Ерозија“ бр.46 омогућила је:



**ИНЖЕЊЕРСКА
КОМОРА
СРБИЈЕ**

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

Ближи се крај 2020. године која нас је обележила пандемијом корона вируса (Covid 19), пандемијом чији се крај не назире. Наши животи и активности су и даље, донекле ограничени и под сенком ове пошасте.

Са друге стране у овој 2020. години десили су се јубилеји, који нас бујичаре чине поносним и који нам се јављају као светло на крају дугачког тунела. Ове године се навршило:

- 100 година постојања и успешног рада Шумарског факултета Универзитета у Београду,
- 60 година постојања и успешног рада Одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса на Шумарском факултету у Београду,
- 60 година постојања и успешног рада организације Покрет горана,
- 50 година од штампања првог броја часописа „Ерозија“ .

У нормалним условима све ове годишњице би биле обележене како и заслужују.

Шумарски факултет спада међу најстарије факултете на Универзитету у Београду. Управа факултета била је припремила богат програм обележавања 100 година рада, током целе ове године. Врхунац је требало да буде међународни конгрес у септембру и наравно свечана академија 5. децембра. Због пандемије све то је отказано, а урађена је монографија „100 година Шумарског факултета“. На леп начин у монографији је приказана прошлост и садашњи тренутак свих катедри на факултету и представља трајан документ за поколења. Шумарски факултет, упркос разним тешкоћама и проблемима кроз своју историју, може да се поноси својим радом и резултатима кроз цео век свог постојања, као и садашњим резултатима. Шумарски факултет је од оснивања завршило, на свим степенима и студијским програмима око 12 хиљада студената, од чега близу 10.000 по старом закону (8.995 основне студије, 16 специјалистичке, 435 магистарске и 297 докторске) и скоро 2.000 студената по систему Болоњских академских студија (1.873 основне, 18 струковне, 6 специјалистичке, 639 мастер и 51 докторске). За све то заслужује све честитке.

Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, као један од 4 одсека на Шумарском факултету, настао је 1960. године, а прва генерација студената уписана је школске 1960/61 године. Одсек је одиграо значајну улогу у школовању кадрова специјализованих за контролу ерозије земљишта и одбрану од бујичних поплава. Кратак прилог о историјату одсека налази се у овом броју. Ја сам био пета генерација уписаних студената на Одсеку (уписани школске 1964/65) и било ми је драго да се подсетим тих дана, а надам се да ће и вама бити интересантно да прочитате.

Покрет горана Србије настао је такође 1960. године. Прву акцију пошумљавња голети млади горани Србије извели су на пошумљавању голети 24. и 25. октобра 1960. године, на брду Чачалица код Пожаревца. Покрет се убрзо проширио формирањем општинских организација Покрета горана по целој Србији. Радо се сећам мог учешћа у Покрету

горана Србије почевши од лета 1962. године на Старој планини изнад Пирота. Тада сам, као средњошколац, имао част да упознам и првог председника Покрета горана Србије и једног одоснивача, народног хероја Воју Лековића. О успешном раду Покрета горана сведоче више стотина хиљада хектара пошумљених голети широм Србије.

Све ове годишњице треба да обележимо како треба кад прође ова криза са пандемијом корона вируса.

Часопис „Ерозија“, почео је да излази 1970. године, као стручно-информативни билтен Друштва бујичара Југославије. Покретач часописа био је проф. др. Раденко Лазаревић, који је био и иницијатор оснивања Друштва бујичара Југославије. Традицију Друштва и издавање часописа наставило је Удржење бујичара Србије. Кратак прилог о томе такође се налази у овом броју часописа који је пред вама.

У овом броју налази се пет оригиналних научних радова: о угрожености путева од појаве поплава, о хидролошким и псамолопким процесима у бујичном сливу, анализа формула за прорачун пада заплава код преграда, о примени даљинске детекције у процени ерозије земљишта и о примени рачунарских програма за планирање извођења радова.

Главни и одговорни уредник

Др Станимир Костадинов, ред.проф. у пензији

УГРОЖЕНОСТ ПУТЕВА I И II РЕДА ОД ПОЈАВЕ ПОПЛАВА У СЛИВУ ВЕЛИКЕ МОРАВЕ

VULNERABILITY OF ROADS I AND II ROW FROM FLOOD IN THE VELIKA MORAVA BASIN

Нада Живановић^{1*}, Рената Пузовић^{1*}, Милутин Стефановић^{1*}

Институт за водопривреду „Јарислав Черни“, ул. Јарослава Черног 80, Пиносава,
Београд, Србија

Извод: Поплаве и бујичне поплаве, представљају најчешће елементарне непогоде које могу да проузрокују вишенедељне прекиде саобраћаја (Стефановић *et al.*, 2014). Кише великог интензитета и нагло отапање снега у горњим деловима речних сливова најчешћи су узрочници поплава. Огромна количина воде која се слива у речна корита има велику кинетичку енергију. Бујична поплава представља нагли надолазак воде у речном кориту, оптерећене високом концентрацијом чврсте фазе наносом који резултира изливањем из корита. Вода у бујичним токовима достиже брзину од 5 до 10 метара у секунди и са собом повлачи огромне количине наноса који су последица деловања ерозивних процеса. Циљ израде Студије угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних поплава је регистровање места (стационажа) на мрежи путева угрожених појавом поплава и бујичних поплава и дефинисање стратегије заштите путне мреже од екстремних падавина и последично великих вода ($Q_{1\%}$) у сливу Велике Мораве (без слива Јужне и Западне Мораве). Из Студије је произашао и предлог одређених приоритета у погледу мера и радова које треба предузети ради постизања адекватног нивоа заштите од поплава и бујичних поплава.

Кључне речи: поплаве, путеви I и II реда, противерозионе мере

Abstract: Floods and torrential floods are the most common natural disasters that can cause several weeks of traffic disruptions. Heavy rains and sudden melting of snow in the upper parts of river basins are the most common causes of floods. The huge amount of water that flows into riverbeds has great kinetic energy. A torrential flood is a sudden influx of water in a riverbed, burdened by a high concentration of solid phase sediment that results in overflow from the bed. Water in torrents reaches a speed of 5 to 10 meters per second and brings with it huge amounts of sediment that are a consequence of the action of erosive processes. The aim of the Study of endangerment of roads of I and II order from floods and torrential floods is to register places (stationing) on the network of roads endangered by floods and torrential floods and to define the strategy of road network protection from extreme rainfall and consequent high waters ($Q_{1\%}$) Morava (excluding the South and West Morava basins). The Study also resulted in a proposal of certain priorities in terms of measures and works to be undertaken in order to achieve an adequate level of protection against floods and torrential floods.

Keywords: floods, I and II order roads, anti - erosion measures

*nada.zivanovic@jcerni.rs, renata.puzovic@jcerni.rs, milutin.stefanovic@jcerni.rs

1. УВОД

Слив Велике Мораве заузима око 8% од укупне територије Србије и заузима њен централни део са значајним саобраћајницама (Слика 1). Укупна дужина државних путева у оквиру слива износи 1712 km. Услед промене климе и физичко-географских карактеристика слива долази до честе појаве поплава и бујичних поплава, које највеће штете наносе управо саобраћајној инфраструктури и објектима.

Циљ овог студијског истраживања је да се утврди степен угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Велике Мораве, као и да се прикаже предлог решења за смањење ризика од поплава.



Слика 1 Мрежа државних путева у оквиру слива Велике Мораве

У оквиру издвојене мреже путева за истражно подручје издвојена је и регистровано 874 локације на стационажној мрежи путева I и II реда за које је извршена процена ризика од поплава и дефинисана стратегија заштите од појаве велике воде. Регистроване локације представљају прелазе путева преко водотокова, као и деонице пута које су угрожене задржавањем воде у близини трупца пута или на самом путу. Сви предложени радови и мере, који ће утицати на режим велике воде и на заштиту од великих вода дефинисани су према критеријуму степена заштите државним путевима I и II реда.

2. МЕТОД РАДА

С обзиром да званична методологија није дефинисана законским прописима нити признатом стручном литературом, за потребе реализације предметног пројекта коришћена је методологија за оцену ризика, у складу са одговарајућим критеријумима. Методологија

је креирана за потребе израде претходних Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Јужне Мораве, у сливу Саве, у сливу Западне Мораве, у сливу Дрине и Лима (2018,2019,2020). Током реализације овог пројекта и оцене угрожености путева I и II реда, као и прелаза, коришћена је методологија оцењивања (бодовања) на основу три доминантна критеријума. Критеријуми за оцену угрожености путева од бујичних поплава заснивају се на хидролошким карактеристикама (максимални протицај одређене вероватноће појаве), хидрауличким карактеристикама (површина попречног пресека пропуста или мостовског отвора; површина попречног пресека речног корита непосредно низводно и узводно од пропуста или моста; коефицијент рапавости услед већег или мањег присуства вегетације; засутост корита, пропуста и мостова ерозионим материјалом) и антропогеним утицајима (дивље депоније у речним коритима и у зонама пропуста). Критеријуму који су коришћени су:

- Специфичан отицај велике воде, вероватноће појаве $p=1\%$;
- Површина попречног пресека пропуста или мостовског отвора, у зони укрштања путева I и II реда са водотоковима;
- Процена обраслости речног (поточног) корита у зони укрштања са путевима I и II реда; процена засутости наносом и комуналним отпадом.

3. РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ

3.1 Геопросторне карактеристике истражног подручја Велике Мораве

Велика Морава настаје спајањем Јужне и Западне Мораве близу Сталаћа, малог града и централне железничке раскрснице у централној Србији. Од тог места до ушћа у Дунав североисточно од Смедерева Велика Морава је дуга 185 km. Ушће у Дунав је између села Кулич и Дубравица, великог угљеног басена Костолац.

У непосредном сливу Велике Мораве издвајају се три главне целине рељефа: Велико Поморавље, које обухвата широку долину Велике Мораве од Сталаћа до ушћа; затим већи део Шумадије у којој се истичу површи, изнад којих се уздижу ниске острвске планине са котлинама и широким долинама; и део Источне Србије који је у Карпатско-балканској зони, коју одводњавају најиздашније десне притоке Велике Мораве.

Притоке Велике Мораве су кратке по дужини. Најдужа је Јасеница (79 km) а друге су ретко преко 50 km. Од непосредних притока веће количине воде Великој Морави доносе њене десне притоке Ресава и Црница, које одводњавају Бељаницу и Кучај, док су леве притоке које одводњавају источне делове Шумадије мање богате водом. Веће десне притоке су: Јовановачка река, Крежбински поток, Црница, Раваница и Ресава. Леве притоке су бројније: Каленићка река, Лугомир, Белица, Осаоница (или Осаница), Лепеница и Рача. Многе од њих нису богате водом, али током кишних година оне изазивају велике поплаве, што је главни проблем целог моравског слива. На слици (Слика 2) приказана је хидрографска мрежа слива Велике Мораве са већим подсливовима.



Слика 2 Хидрографска карта слива са већим подсливовима

3.2 Геолошке и педолошке карактеристике истражног подручја Велике Мораве

Велико Моравски басен са геолошког аспекта представља изузетно сложу структуру форму, и уважавајући елементе познавања досадашњих услова појава и миграција подземних вода, представља генерални дрен за све површинске и подземне воде централног дела територије Републике Србије.

Геоморфолошку слику ширег комплекса леве и десне долине Велике Мораве од Сталаћа до ушћа у Дунав код Костолца, чине две морфолошке целине: горње и доње Поморавље између којих се налази Багрданско сужење (теснац). Горњи део чини пространа Параћинско-јагодинска котлина. На југу ова котлина, преко Ражањске преседлине, везује се са Алексиначком котлином док се на југозападу долина Западне Мораве спаја са Крушевачком котлином.

Долина Велике Мораве усечена је у језерско-маринским седиментима који су наталожени у току медитерана, сармата, панона, понта у некадашњем заливу Паратетиса. Дно долине прекривено је квартарним наслагама а на долинским странама има лесних оаза. Стране су изграђене и од неогених и старијих седимената. Најстаријих, палеозојских стена има у Багрданској клисури и на источној страни Јухора.

Поморавље је Панонска макрорегија и мезорегија перипанонске Србије. То је геотектонска целина - тектонски ров створен у пиринејској фази и испуњен језерским седиментима, те се разликује од брежуљкасте Шумадије и планинско-котлинске источне Србије (Анђелковић, 1988).

Постојећа геолошка подлога условила је доминантан правац педогенезе и појаву одређених типова земљишта на истраживаном подручју. Укупно за предметно подручје, највеће површине заузима тип гајњача са 42% учешћа и тип земљишта смоница са 23% учешћа у укупној површини подручја. Осим ова два доминантна типа земљишта, заступљен је и тип земљишта алувијум са 10 %, скелетоидно земљиште са 8 %, а затим смеђе-кисело земљиште и рендзине на једром кречњаку са по око 4 % учешћа у укупној површини подручја. Преостали типови земљишта заузимају 2% или мање укупне површине истражног подручја.

3.3 Начин коришћења земљишта на истражном подручју Велике Мораве

Долина Велике Мораве и њени околни предели су привредно веома активни крајеви наше земље. Развијено је ратарство, сточарство, воћарство, рударство. Као последица освајања нових пољопривредних површина, узгојем култура и на већим надморским висинама, данас је слив Велике Мораве у највећем обиму под њивама и пашњацима.

Карта основног земљишног покривача истражног подручја преузета је из Corine Land Cover базе података за 2018. годину за Србију. Према карти основног земљишног покривача, површине су класификоване у 22 класе од 44 класа CLC номенклатуре.

Пољопривредне површине доминирају са преко 65,6 % од укупне површине предметног подручја. Шуме и полуприродна подручја покривају скоро 28,6% површине (широколисне шуме – 24,4 %), земљиште класификовано као вештачке површине покрива скоро 5,3 % површине и остатак од приближно 0,5 % класификовано је као влажно подручје и водени басени.

3.4 Хидролошки прорачун великих вода

Задатак хидролошке анализе великих вода је да се дефинишу карактеристике великих вода у задатим профилима. За потребе ове хидролошке анализе, срачунати су максимални протоци велике воде за вероватноће појаве од 1%, 2%, 5% и 10%, односно за повратне периоде од 100, 50, 20 и 10 година.

За потребе прорачуна меродавних великих вода у задатим профилима примењен је модел падавине-отицај, који се заснива на теорији синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја, као и на SCS методи за одређивање ефективних падавина.

Напомиње се да на разматраним водотоцима до сада нису вршена никаква хидролошка осматрања и мерења, тако да су коришћене методологије које се у пракси користе за хидролошки неизучене сливове.

Основне морфолошке карактеристике водотока и сливова: површина слива, дужина тока и уравниати пад најдужег тока на сливу, одређени су на основу топографских карата размере 1:25.000 и на основу јавно доступног дигиталног модела терена просторне резолуције 25x25 (2020)

3.4.1 Анализа киша јаког интензитета

За потребе ове хидролошке анализе коришћени су подаци са падавинских станица на истражном подручју (укупно размотрено 33 станице), као и са главних метеоролошких станица (ГМС Смедеревска Паланка, Крагујевац и Ћуприја).

На самом истражном подручју се мерења помоћу плувиографа врше само на Главним метеоролошким станицама Смедеревска Паланка, Крагујевац и Ћуприја. За дефинисање максималних висина киша одређеног повратног периода и трајања кише, на конкретним сливним подручјима, коришћена су својства редукционих кривих јаких киша:

$$P_{max,p}^{\tau} = \varphi^{\tau} \cdot P_{max,dn,p}$$

где су: $P_{max,p}^{\tau}$ - максимална висина падавина повратног периода p , и трајања кише τ , φ^{τ} - коефицијент редукције за трајање кише τ и $P_{max,dn,p}$ - максималне дневне падавине повратног периода p .

Како се цело разматрано подручје налази између три главне метеоролошке станице (Смедеревска Паланка, Крагујевац и Ћуприја) усвојено је да се коефицијент редукције на конкретним сливним подручјима рачуна на основу све три редукционе криве:

$$\varphi^{\tau} = \sum_{i=1}^3 w_i \cdot \Psi_i^{\tau}$$

где су: w_i - тежински фактор, Ψ_i^{τ} - ордината редукционе криве са i -те ГМС, за трајање кише τ

Тежински фактор је одређен методом инверзне раздаљине тежишта разматраног слива и ГМС на следећи начин:

$$w_i = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{d_i}}$$

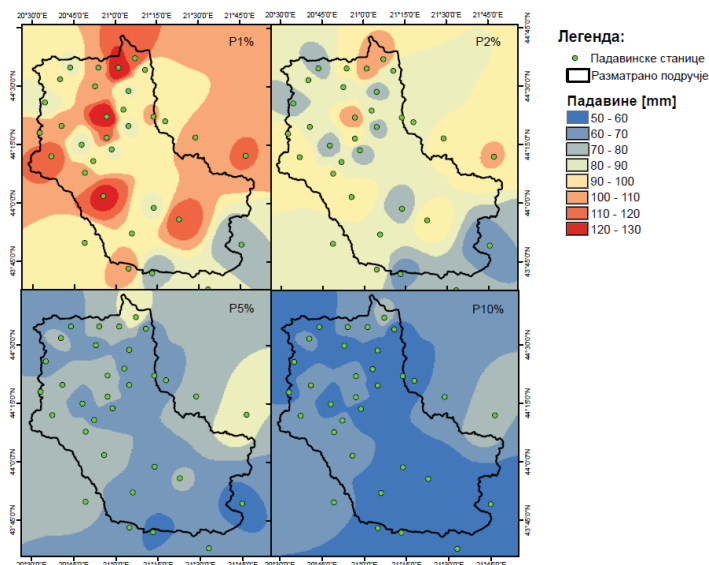
Где d_i предстаља растојање од тежишта разматраног слива до ГМС.

Вредности годишњих максимума дневних падавина за кишомерне станице на истражном подручју преузете су из документације (2009).

3.4.2 Прорачун максималних дневних падавина за појединачне сливове

Макималне падавине одређеног повратног периода за појединачна сливна подручја рачунате су на основу просторног распореда падавина за 33 падавинске и 3 главне метеоролошке станице.

Просторни распоред максималних дневних падавина одређен је методом изохијета. Интерполација вредности максималних дневних падавина са станица извршена је помоћу "IDW" (Inverse Distance Weighting) методе, за целокупну површину истражног подручја, за све разматране вероватноће појаве.



Слика 3 Просторни приказ изохијета максималних дневних падавина за повратне периоде: 100 год. (горе лево), 50 год. (горе десно), 20 год. (доле лево) и 10 год. (доле десно)

Као референтна вредност за сваки појединачни слив узета је просечна вредност падавина одређеног повратног периода на том подручју (сливу), на основу распореда максималних дневних падавина

3.4.3 SCS метода за ефективну кишу

Губици, односно ефективне падавине рачунате су по методи SCS, коју је развила Америчка агенција за заштиту земљишта (Soil Conservation Service - SCS, danas National Resource Conservation Service - NRCS).

Основна поставка SCS методе за губитке кише је да је висина ефективне кише P_e увек мања или једнака укупној висини кише P , а да је вода упијена у земљиште након почетка отицаја I_a увек мања или једнака максималном капацитету тла S .

Количина воде коју земља упије пре него што почне отицај назива се почетним губитком I_a тако да је максимална „потенцијална“ ефективна киша $P - I_a$. Претпоставка SCS методе је да је однос стварне и потенцијалне ефективне кише и стварних и потенцијалних губитака једнак, односно:

$$\frac{P_e}{P - I_a} = \frac{I}{S}$$

при чему важи

$$P = P_e + I_a + I$$

Из претходна два израза следи да је

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

Проучавањем великог броја експерименталних сливова, дошло је до везе између почетног I_a (енг. initial abstraction), и максималног капацитета SS земљишта:

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

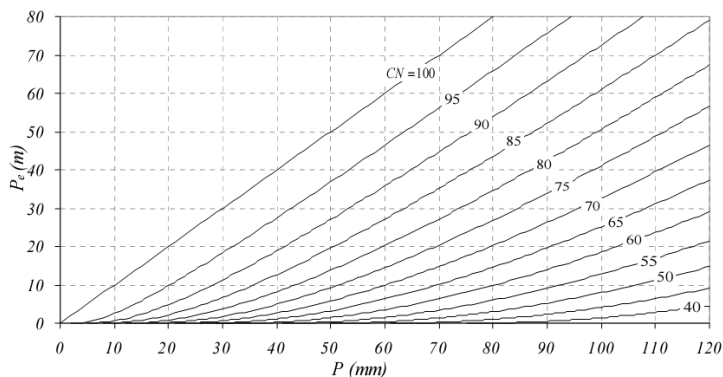
Уношењем овог израза, следи да су ефективне падавине::

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{(P + 0,8 \cdot S)}$$

Уместо капацитета земљишта S , уводи се тзв. број криве отицаја CN као параметар у горњој једначини. Број CN је без димензије и вредности му се крећу између 1 и 100, а његова веза са S је дата са:

$$S = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

где се S добија у mm. За непропусне и водене површине CN узима вредност 100, док је за природне површине $CN < 100$. Веза између P , P_e и CN представља SCS дијаграм, слика 6. Овај дијаграм важи за нормалне услове отицаја.



Слика 4 Дијаграм односа укупне и ефективне кише по SCS методи

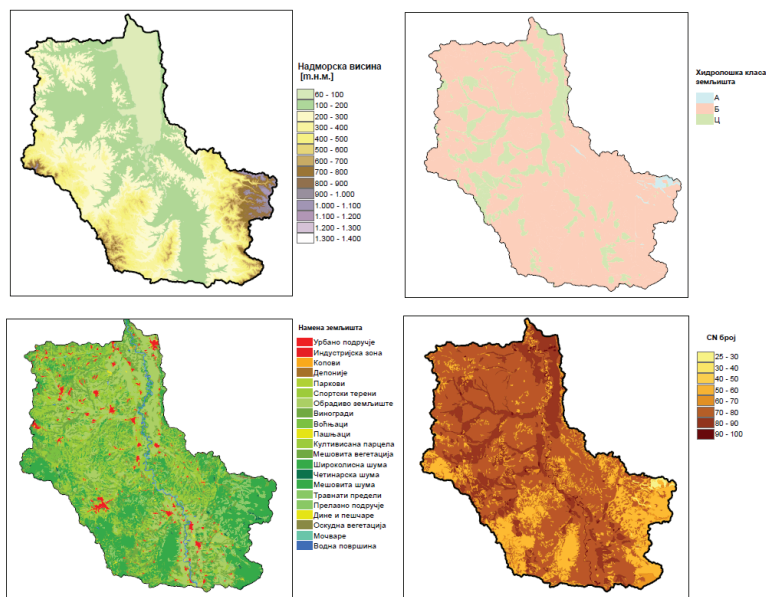
3.4.4. Одређивање CN броја за појединачне сливове

Вредност криве отицаја CN заснива се на хидролошкој класи земљишта, начину коришћења земљишта, начину обраде и претходним условима отицања.

Према SCS земљишта су подељена у четири хидролошке класе у зависности од потенцијалних услова отицања. Четири хидролошке класе земљишта су означене као А, Б, Ц и Д, где класа А има најмањи потенцијал отицања, а класа Д највећи. Критеријуми за класификацију земљишта у хидролошке класе укључују минимални износ инфилтрације, дубину до водонепропусног слоја, нивоа подземних вода итд.

Број криве отицаја CN се одређује прво дефинисањем свих комбинација хидролошке класе земљишта и начина коришћења у целом сливном подручју, а потом се пондерисањем добија средња вредност за слив.

Карте распореда CN_{II} броја за цело разматрано подручје настала је комбиновањем карте намемена површине (2018), педолошких карата (1963) као и усвојених вредности CN_{II} бројева за одређене комбинације намене и хидролошке класе земљишта (Стеван Ј. Прохаска, 2009). Приказ коришћених подлога као и саме карте дат је на слици (Слика 5).



Слика 5 Дигитални модел терена (горе лево), хидролошке класе земљишта (горе десно), начин коришћења земљишта (доле лево) и срачунати меродавни CN (доле десно)

3.4.5 Метода синтетичког јединичног хидрограма

Јединични хидрограм се дефинише као хидрограм директног отицаја услед јединичне ефективне кише која је равномерно распоређена по површини слива и констатног је интензитета током ефективног трајања.

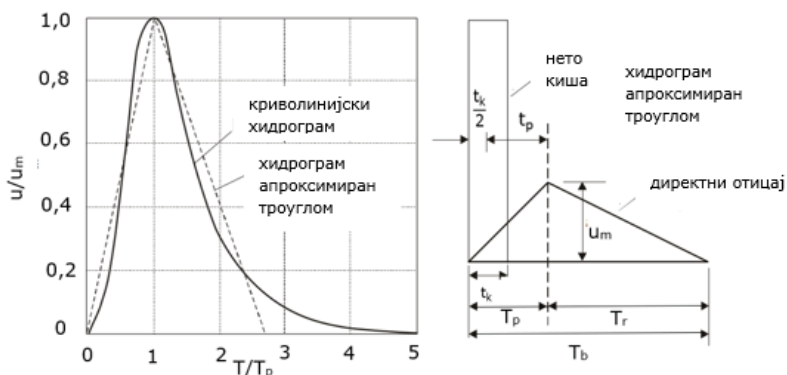
На неизученим сливовима се користе синтетички јединични хидрограми чија се конструкција заснива на транспозицији података са других сливова кроз регионалне везе између карактеристика слива и карактеристика хидрограма.

Код SCS бездимензионалног јединичног хидрограма време се изражава у односу на време подизања хидрограма T_p , а ординате у односу на максималну ординату јединичног хидрограма U_m . Да би се овакав хидрограм применио, потребно је познавати време подизања T_p , док се максимална ордината U_m одређује из услова да површина испод будућег јединичног хидрограма буде једнака запремини отицаја.

Време подизања хидрограма T_p може се изразити помоћу времена кашњења слива t_p тако да је:

$$T_p = t_p + \frac{t_k}{2}$$

где је t_k трајање кише. Време кашњења t_p се најчешће одређује или посредством физичких карактеристика слива или проценом времена концентрације слива.



Слика 6 Синтетички јединични хидрограм по SCS-у

У пракси се често користи модификација синтетичког хидрограма коју су предложили Брајковић и Јовановић (Јовановић, 1989). Према овој модификацији, време опадајуће гране хидрограма T_r , као и база хидрограма T_b , нису фиксирани већ износе:

$$T_r = r \cdot T_p$$

и

$$T_b = (1 + r) \cdot T_p$$

Време кашњења слива t_p које одређује време подизања хидрограма T_p , одређује се из регионалне зависности:

$$t_p = a \cdot t_k + t_0$$

где су сва времена изражена у часовима. Сматра се да параметар a зависи од површине слива и креће се од 0,3 до 0,7. Параметар t_0 зависи од физичких карактеристика слива и рачуна се емпиријски:

$$t_0 = 1,06 \cdot \left(\frac{L}{I_{ur}} \right)^{0,47}$$

где је: L - највећа дужина тока у km и I_{ur} - уравни пад тока у процентима.

Максимална ординара протока (изражена у m^3/s) рачуна се као:

$$Q_{max} = \frac{2 \cdot A \cdot P_e}{T_b \cdot 60}$$

где је: A - површина слива у km^2 , P_e - ефективне падавине у mm и T_b - база хидрограма тј. време од почетка до краја троугаоног хидрограма у min .

База хидрограма је сума времена подизања хидрограма T_p и време опадања хидрограма T_r . Као меродавно време трајања кише t_k усваја се трајање кише које за усвојену НТР криву даје највеће (најнеповољније) протоке.

3.4.6 Резултати хидролошких прорачуна великих вода

Укупно је разматрано 874 профила (локација), али од тог броја хидролошка анализа, прорачун великих вода, је урађен за њих 507. Методологија коришћена за одређивање граница слива није могла да одређује сливне површине мање од 1 km^2 , због тога прорачун није одрађен за све профиле. Такође профили који се налазе на каналима за наводњавање нису обухваћени овом анализом, јер је меродаван проток за њих проток за који су пројектовани. Спроведеним поступцима прорачуна добијени су максимални протоци на разматраним профилима вероватноће појаве $p=1\%$, $p=2\%$, $p=5\%$ и $p=10\%$ односно максимални протоци за повратне периоде од 100, 50, 20 и 10 година. У табели 1 дати су топографско морфолошке карактеристике сливова, рачунске падавине и резултати хидролошких прорачуна за укупно 507 разматраних профила, где су: A - сливна површина (у km^2), L - дужина најдужег тока на сливу (у km), I_{ur} - уравни пад најдужег тока (%), CN - број криве отицаја, $P_{dn}(p)$ - максималне дневне падавине на сливној површини вероватноће појаве p , $Q_{max}(p)$ - максимални проток вероватноће појаве p .

Табела 1 Део табеле - Топографско морфолошке карактеристике сливова, рачунске падавине и рачунски протоци на разматраним профилима

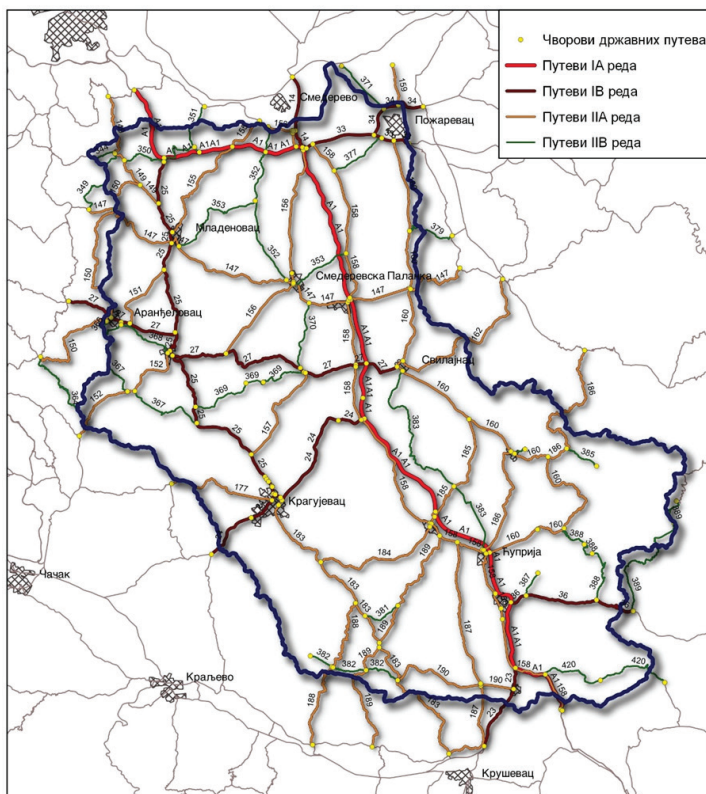
Ознака локације/ профила	A [km ²]	L [m]	I _{ur} [%]	CN _{III} Број	P _{dn} 1% [mm]	P _{dn} 2% [mm]	P _{dn} 5% [mm]	P _{dn} 10% [mm]	Q _{max} 1% [m ³ /s]	Q _{max} 2% [m ³ /s]	Q _{max} 5% [m ³ /s]	Q _{max} 10% [m ³ /s]
1	63,88	14.275	0,678	86	94,7	82,8	68,3	58,1	114	92,69	67,9	51,44
3	8,05	4.729	1,898	85	97,3	85,3	70,6	60,2	35,8	28,89	20,87	15,57
4	10,83	7.028	2,003	87	95	83	68,4	58,2	45,33	36,77	26,84	20,26
6	16,59	9.445	1,506	86	92,7	80,7	66,2	56,2	50,44	40,29	28,7	21,19
8	6,85	5.121	1,946	84	89,3	77,2	62,9	53,1	25,34	19,77	13,58	9,69
10	10,23	7.880	1,254	88	95	82	66,6	56,1	36,43	29,14	20,87	15,52
12	18,25	10.717	1,024	88	103,6	89,1	72	60,3	59,74	47,83	34,3	25,67
13	24,15	8.629	1,33	88	107,5	92,4	74,5	62,3	99,72	80,12	57,8	43,31
15	9,05	10.003	0,597	88	120,2	99,9	77,8	63,8	32,02	24,8	17,22	12,66
16	5,05	5.287	1,24	88	121	100,4	77,9	63,8	30,55	23,48	16,06	11,66
20	163,04	32.038	0,355	87	103,7	87,6	69,5	57,7	182,19	143,06	100,43	74,04
21	20,85	10.951	0,958	87	97,4	84	68,4	57,8	60,09	48,06	34,63	26,31
22	4,97	4.979	2,159	86	91,5	80,2	66,6	57	23,3	18,95	13,9	10,56
23	14,08	8.788	1,124	87	100,2	85,9	69,4	58,4	50,37	39,94	28,43	21,2
24	1,03	2.655	4	86	93,6	81,7	67,4	57,4	7,26	5,86	4,27	3,23
25	7,57	7.144	1,455	85	98	84,6	68,9	58,3	29,4	23,29	16,48	12,17
26	1,06	1.484	3,115	83	96,3	83,5	68,4	58	7,12	5,59	3,88	2,8
27	2,97	3.596	3,117	85	97,6	84,4	68,9	58,3	18,42	14,62	10,37	7,67
30	14,3	7.370	1,549	87	97,8	84,6	68,9	58,3	58,91	47,26	34,1	25,64
33	1372,36	78.460	0,293	87	103,4	89	72,3	61,1	617,93	497,47	362,61	276,22

3.5 Мрежа државних путева I и II реда на истражном подручју Велике Мораве

При изради Студије коришћене су пројекцијске дужине путне мреже из верзије Референтног система државних путева верзија септембар 2019. године, за истражно подручје Велике Мораве.

На предметном подручју налази се укупна дужина изграђене и неизграђене путне мреже од око 1712 km (Слика 7) од чега:

- путеви IA реда 303,47 km,
- путеви IB реда 270,70 km,
- путеви IIA реда 772,68 km и
- путеви IIB реда 364,98 km.



Слика 7 Пројекцијске дужине државних путева I и II реда у сливу Велике Мораве

3.6 Категоризација прелаза и деоница према угрожености

На истраживаном подручју у највећој мери су распрострањени бујични водотокови. Већи део истраживаног подручја обухвата претежно брдски и брдско-планински део где се бујице јављају као природна последица таквог терена.

Као што је познато, генеза великих вода се одвија у горњем делу слива, док се поплаве јављају у речним долинама, у доњем току. Доњи токови већине бујичних водотока

у Србији, са развијеним речним долинама, имају велики социјални и привредни значај. Наиме у њима су смештена насеља, пољопривредне површине, индустрија и саобраћајнице. Услед наглог надоласка великих вода у кратком временском периоду бујица носи велике количине наноса, покреће клизишта и дроне.

Бујичне поплаве су врло честа појава на предметном подручју, али изградња заштитног система није пропорционална убрзаној урбанизацији. Наиме, постојећи заштитни систем је ослабио услед пораста обима незаштићених објеката, недостатка средстава за изградњу нових и неодржавања постојећих заштитних система. Поред слабљења постојећег и непостојања нових заштитних система, велики узрок плављења јесте неуређеност корита, смањен проток пропуста и мостова услед велике количине наноса, обраслости вегетацијом и одлагања чврстог отпада.

Категорије угрожености су подељене према табели бр.2 на четири категорије, односно, нивоа ризика, у складу са припадајућим бодовима који су додељени према три наведена критеријума.

Табела 2 Категорије угрожености (ризика)

Категорије угрожености	Ниво ризика	Број поена
I Категорија угрожености	Веома висок ризик	100-81
II Категорија угрожености	Висок ризик	80-50
III Категорија угрожености	Умерен ризик	49-30
IV Категорија угрожености	Низак ризик	30 <

3.6.1 Опис методе

За добијање категорије угрожености коришћена су три критеријума. Први од критеријума је хидролошка анализа велики вода. Хидролошка анализа велики вода је рађена на основу вероватноће појаве $Q_{\max(1\%)}$ односно повратни период од 100 година, коришћењем комбиноване методе, која има два основна сегмента:

- SCS поступак за раздвајање ефективних падавина P_e (формирају директан отицај) од укупних (брuto падавина P_{br});
- Теорију синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја q_{\max} .

Према добијеним протицајима за истраживане деонице, вршена је расподела поена на основу 4 категорије према специфичном протицају, дато у табели бр.3.

Табела 3 Одређивање ризика у зависности од специфичног протицаја

Специфични протицај q_{\max} $m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$	Број поена
до 0,5	10
0,5 – 1,0	15
1,0 – 2,0	25
>2,0 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$	35

Други критеријум се односи на анализу пропусне моћи пропуста и отвора мостова на путевима I и II реда. Оцена овог критеријума је рађена на основу површине попречног пресека отвора пропуста и мостова, која је процењена на терену и класификована у три категорије, према табели бр.4.

Табела 4 Одређивање ризика у зависности од површине пропуста

Површина отвора пропуста	Број поена
до 1,0 m ²	30
1,0 m ² – 4,0 m ²	20
> 4,0 m ²	10

Трећи критеријум се односи на оцену количине наноса, вегетације и отпада у зони укрштања путева I и II са водотоковима, на основу детаљног теренског истраживања. Према овом критеријуму, број поена се додељује на основу три категорије, приказане у табели бр.5.

Табела 5 Одређивање ризика у зависности од количине наноса и вегетације у зони пропуста

Количина наноса и вегетације у зони пропуста	Број поена
Обрасло вегетацијом и засуто наносом	30
Присутна количина наноса без вегетације	10
У зони порпуста нема вегетације и наноса	5

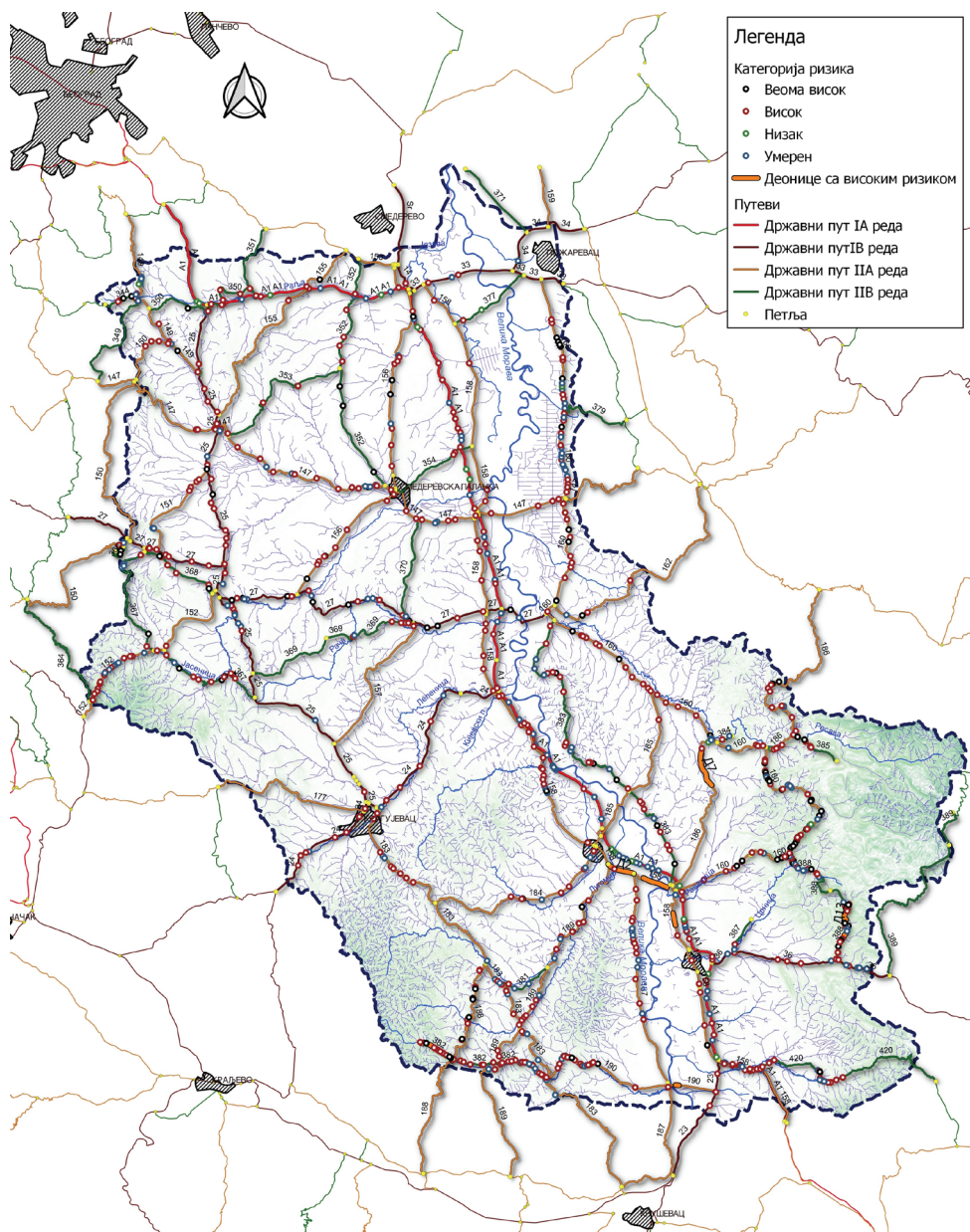
3.7 Анализа података који се односе на угрожена места

Локације (места) на којима долази до укрштања питева I и II реда и водотокова, разврстане у 4 нивоа ризика: врло висок, висок, умерен и низак, табела бр.6 и слика 8.

Табела 6 Број угрожених локација у односу на ниво ризика

Ниво ризика	Број угрожених локација
веома висок	111
висок	472
умерен	203
низак	22

Видимо да је укупно 583 локације под веома високим и високим ризиком од поплава и бујичних поплава. Умерени ризик је заступљен на 203, а низак ризик на 22 локација. У овој табели није било могуће да се прикаже колика дужина путева је угрожена бујичним поплавама.



Слика 8 Карта угрожених локација са степеном ризика од поплава

3.8 Предлог мера заштите путева од поплава

Бујични токови представљају сталну опасност по путну инфраструктуру. Имајући то у виду путна привреда мора да предузме мере и радове да се та опасност смањи или потпуно елиминира.

Због карактеристика бујичних токова одбрана од бујичних поплава се разликује од одбране од поплава великих река. Једини начин одбране од бујичних поплава је превенција. Превенција се састоји у контроли ерозионих и бујичних процеса у сливовима што се постиже сталним извођењем противерозионих радова у сливу и хидрографској мрежи бујичног тока, односно интегралним уређењем сливова (*Гавриловић, 1972*). Заштита од ерозије и одбрана од бујичних поплава су према Закону о водама Републике Србије (“Службени гласник РС”, бр. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 и 95/2018 – др. Закон) у надлежности локалних самоуправа.

Кад је одбрана од бујичних поплава у питању као најекономичније и најцелисходније решење показало се интегрално уређење целог слива бујичног тока. То практично значи да се изврше они противерозиони радови (биолошки, биотехнички и технички) којима би се уједно отклониле садашње и предупредиле будуће штете од ерозије, а у исто време би се знатно променили хидролошки услови у сливу, смањила би се могућност нагле концентрације вода и директног отицања, што би довело до знатног смањења шпигева поплавних таласа и тиме би се спречиле бујичне поплаве (*Костадинов, 2008*). Услед тога би произашли и други корисни ефекти противерозионих радова и интегралног уређења слива, као што су смањење продукције и транспорта ерозионог наноса, повећане биљне производње, повећање корисне воде за водоснабдевање, наводњавање, индустрију, рекреацију итд.

Имајући у виду да су за ерозију и бујичне поплаве одговорне локалне самоуправе, ЈП „Путеви Србије“ треба тесно да сарађује са њима у решавању проблема ерозије и бујичних поплава. Ако би свака општина донела напред поменута два плана - План издвајања ерозионих подручја и Оперативни план одбране од бујичних поплава на својој територији, ако би те планове спроводила у пуној мери, од тога би поред осталих велике користи имала и путна привреда. То би било од обостране користи, а ту би се нашли заинтересовани и из других привредних сфера.

3.8.1 Скуп превентивних мера заштите

У складу са уоченим природним карактеристикама дела слива Велике Мораве, анализом израђених подлога, анализом расположиве техничке документације, као и непосредним обиласком терена, детерминисане су основне смернице за противерозионо уређење. Оне садрже следеће сегменте:

- побољшање инфилтрационо-ретенционих карактеристика земљишта на нагибима подизањем нових шумских култура и применом биотехничких мера;
- изградњом попречних објеката у мањим притокама, у циљу спречавања дубинских ерозионих процеса у кориту бујичних токова, заустављања наноса, стабилизације корита и обала;
- примена административних мера (забране и препоруке), на основу одговарајуће планске документације (Планови за проглашење ерозионих подручја и Планови за одбрану од бујичних поплава).

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу анализе постојећег стања система заштите од поплава, хидролошке анализе и детаљне проспекције терена извршена је процена ризика од поплава на државним путевима у сливу Велике Мораве и дат је предлог мера за унапређење система заштите. На основу тога може се констатовати следеће:

- 72% од укупно анализираних локација се налази под високом и веома високом категоријом ризика;
- Локације које се налазе на путу IA реда су у највећој мери изложене умереној и ниској категорији ризика. Другим речима, систем заштите на овим путевима се налази у најбољем стању;
- Поред локација, издвојене су и деонице пута, оцењене са високим степеном ризика. Овде углавном спадају деонице пута са непостојећим системом за одвођење кишног отицаја и деонице на неутврђеним и нестабилним косинама и падинама које се налазе у усеку или насипу;
- Дат је предлог мера за сваку анализирану локацију и деоницу, којима се повећава протицајни капацитет и стабилност пута. У ову групу радова спадају чишћење објеката и корита од наноса, санација, замена постојећих објеката, изградња нових, утврђење косина и санација клизишта и др.;
- Дат је предлог мера за радове у сливу, односно предлог противерозионих радова, који подразумева: изградњу бујичних преграда, пошумљавање, затрављивање, изградњу плетера и других биотехничких радова;
- Применом наведених мера ниво ризика би се свео на минимум. Наиме, на 50% локација са високим и веома високим ризиком од поплава, применом само једне од мера редовног одржавања - чишћењем смањило би се степен ризика за једну до две категорије. Међутим, на локацијама које се налазе у бујичним сливовима са наглим надоласцима поплавног таласа и са високим садржајем чврсте фазе, поред мера редовног одржавања неопходно је приступити уређењу читавог слива применом противерозионих радова. Дугорочно гледано, у економском и безбедоносном смислу, највећи степен заштите се може постићи синхронизацијом противерозионих радова у сливу и радова у кориту, односно радова на изградњи и одржавању објеката (пропуста и мостова и пратећих елемената).

ЛИТЕРАТУРА

- (1963) Педолошка карта Републике Србије размере 1:50.000. Институт за педологију и агрохемију Београд-Топчидер,.
- Гавриловић, С. (1972). Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији. Београд. Часопис „Изградња“.
- Анђелковић, М. (1988). Геологија Југославије - тектоника. Београд. Грађевинска књига.
- Јовановић С., (1989) “Хидрологија”, Грађевински приручник - техничар 6, Грађевинска књига
- (2001) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД & Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду. Водопривредна основа. Београд.
- Костадинов, С. (2008). Бујични токови и ерозија. Београд. Шумарски факултет.
- (2009) Водопривредне основе Републике Србије, Хидрометеоролошке подлоге. Институт за водопривреду „Јарслав Черни“ и РХМЗ
- Стеван Ј. Прохаска (2009). Хидрологија I део, Београд
- Прохаска и сарадници (2014). Интензитети јаких киша у Србији, Институт за водопривреду Јарослав Черни, Београд
- Стефановић, М., Гавриловић, З. и Бајчетић, Р. (2014). Локална заједница и проблематика бујичних поплава. OEBS Србија.
- Ђерег, Н. и Марковић, П. (2016). Могућности Србије за достизање стандарда ЕУ у области управљања водама. Београд. Европски покрет у Србији.
- (2017) Институт за шумарство. (2017). Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава и бујичних токова у сливу Колубаре. Београд.
- (2018) CORINE Land Cover Technical Guide - Addendum 2000, Bossard M. et al, European Environment Agency, Copenhagen 2018.
- (2018) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Јужне Мораве. Београд
- (2018) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Саве. Београд
- (2018) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Западне Мораве. Београд
- (2019) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Дрине. Београд
- (2020) Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ АД. Студија угрожености путева I и II реда од појаве поплава у сливу Лима. Београд
- др Д. Стојадиновић и проф. др З. Никић. Инжењерскогеолошке појаве и ерозиони процеси.
- (2020) <http://www.carpatclim-eu.org/>, излаз на сајт 5.12.2020.

АНАЛИЗА ХИДРОЛОШКИХ И ПСАМОЛОШКИХ ПРОЦЕСА НА СЛИВУ ОВЧИЊСКЕ РЕКЕ

ANALYSIS OF HYDROLOGICAL AND PSAMOLOGICAL PROCESSES IN THE OVČINJSKA RIVER BASIN

Дипл. инж. шум. Петар Нешковић, Универзитет у Београду,
Шумарски факултет (petar.neskovic96@gmail.com)

Маст. инж. шум. Сениша Половина, асистент, Универзитет у Београду,
Шумарски факултет

Др Ратко Ристић, ред. проф., Универзитет у Београду, Шумарски факултет
Дипл. инж. шум. Вукашин Милчановић, Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: Научно – технолошки развој праћен порастом броја становника „изненадио“ је природу и довео до убрзаног развоја деградационих процеса са којима природа не може сама да се избори. Највеће последице осетили су основни природни чиниоци: вода, ваздух и земљиште. Угрожавање залиха пијаће воде, глобалне климатске промене и развој ерозионих процеса су све интензивнији и потребно их је у најкраћем могућем року зауставити. Ерозија као процес одношења површинских делова земљишта је природна појава, али додатно интензивирана антропогеним утицајем може бити деструктивна. Решавање проблема везаних за ерозију треба да буде свеобухватно и да укључи велики број стручњака из различитих области. У овом раду хидролошка и псамолошка анализа односи се на слив Овчињске реке, десне притоке Дрине, на којој до сада нису вршене никакве анализе и која је задњих година изливањем и појавом ерозионих процеса на сливу угрожавала тамошње становништво. Псамолошка анализа и коефицијент ерозије одређени су по Методи потенцијала ерозије која је показала да је ерозија на сливу слаба. Максималне дневне кише одређене су преко теоријске расподеле „Gumbel“ и „Log Pearson Type III“ где је утврђено да у оба случаја максимална дневна киша не прелази 120 mm за повратни период од 100 година. Максимални протицај одређен је преко комбиноване методе и то за повратне периоде од 10, 25, 50 и 100 година, за просечне и надпросечне услове влажности.

Кључне речи: хидрологија, нанос, ерозија, Метод Потенцијала Ерозије, SCS методологија, синтетички јединични хидрограм, максимални протицај

Abstract: Scientific - technological development accompanied by population growth “surprised” nature and led to the accelerated development of degradation processes that nature cannot cope with on its own. The greatest consequences were felt by the basic natural factors: water, air and soil. The threat to drinking water supplies, global climate change and the development of erosion processes are becoming more intense and need to be stopped as soon as possible. Erosion as a process of removal of surface parts of the soil is a natural phenomenon, but additionally intensified by anthropogenic influence, it can be destructive. Addressing erosion problems should be comprehensive and involve a large number of experts from different fields. In this paper, the hydrological and psamological analysis refers to the Ovčinjaska river basin, a right tributary of the Drina, on which no analyzes have been performed so far and which has endangered the local population in recent years by overflow and erosion processes in the basin. Psamological analysis and erosion coefficient were determined by the Erosion Potential Method which showed that erosion in the basin is weak. Maximum daily rains were determined through the theoretical distribution of “Gumbel” and “Log Pearson Type III” where it was determined that in both cases

the maximum daily rain does not exceed 120 mm for a return period of 100 years. The maximum flow was determined by a combined method for return periods of 10, 25, 50 and 100 years, for average and above-average humidity conditions.

Keywords: hydrology, sediment, erosion, Erosion Potential Method, SCS methodology, Synthetic unit hydrograph, flow peak

Увод

Ерозија земљишта је природна појава и као таква не доводи до великих последица за животну средину. Проблем настаје када на ерозију дирекатан утицај врши човек разним антропогеним активностима које интензивирају процес ерозије преко њених природних граница. Најзначајније активности које доводе до интензивирања ерозионих процеса су сеча шума и изградња путева (Imaizumi et. al., 2008), неправилни начини обраде земљишта, неконтролисана испаша као и нестручни и неконтролисани грађевински радови (Sidle et al., 1985; Bradford and Huang, 1994).

Под појмом ерозија у елементарном смислу треба подразумевати промене на површинском слоју земљишног рељефа, које настају као последица деловања кише, снега, мраза, температурних разлика, ветра и текућих вода, или услед рада антропогених чинилаца (Гавриловић, 1972).

Продукт ерозионих процеса у сливу и кориту водотока је ерозиони нанос који после откидања и краћег или дужег транспорта падинама слива доспева у хидрографску мрежу којом се даље транспортује зависно од хиролошких и хидрауличких услова и транспортне способности водотока (Костадинов, 2008).

Комбинација интензитета падавина и осетљивости угроженог простора, у погледу нагиба и земљишног покривача, доводи до великих временских и просторних варијација у продукцији и транспорту наноса на неком сливу (Benda and Dunne, 1997).

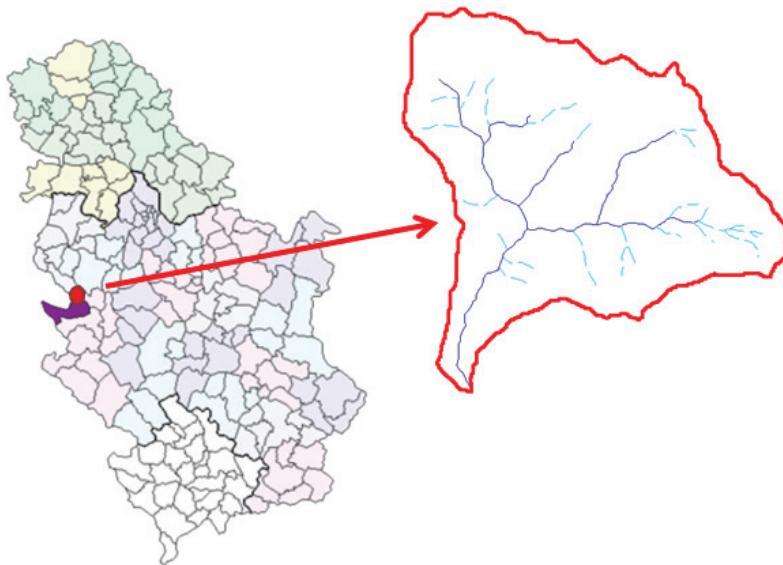
Бујични водотоци се разликују од обичних водотока захваљујући присуству чврсте фазе – наноса што условљава и низ других разлика у односу на обичне водотоке. Бујични токови одликују се малим протицајима или су суви током већег дела године све док не дође до појаве киша већег интензитета када им се протицај нагло повећа. Код сваког бујичног водотока разликујемо три зоне - горње делове слива где долази до покретања огромне количине наноса који помешан са водом формира бујичну лаву; средишње делове слива као зону транспорта материјала из горњих делова слива и доње делове слива тј. зону акумулације наноса услед смањења пада и транспортне способности водотока.

Поред појаве бујичних поплава, појава ерозије као последицу има и поремећај режима отицаја. Одношењем земљишта ерозијом смањује се његова моћ упијања и задржавања воде што додатно слаби вегетацију и доводи до огољавања површина чиме се повећава површински отицај и процеси ерозије додатно интензивирају.

Материјал и методе рада

Овчињска река се налази на крајњем западу Србије, у општини Бајина Башта. Десна је притока реке Дрине и припада сливу Црног мора. Слив Овчињске реке је са јужне стране отворен према Дрини док га са истока, севера и запада окружује Дебело брдо - део Опланине Повлен која припада масиву Динарских планина. Подручје самог слива

Овчињске реке обухвата територију два села – Овчиње и Гвозца са њиховим засеоцима. Према попису из 2011. године на територији села Овчиња живи 499 становника у 128 домаћинстава док у селу Гвоздац живи 526 становника у 134 домаћинства.



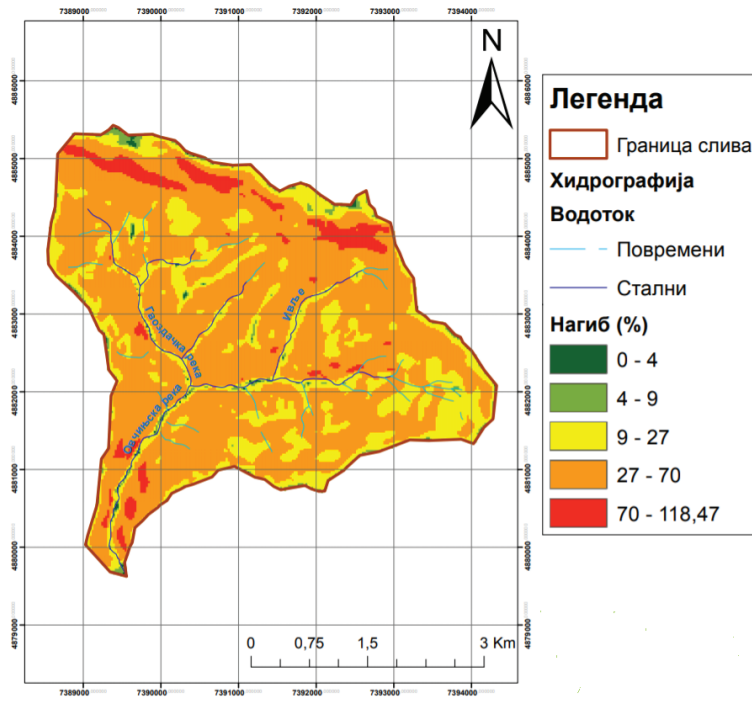
Слика 1. Географски положај слива Овчињске реке

Figure 1. The geographical position of the river Ovčinja watershed

Укупна површина слива Овчињске реке је 18,64 km² што је сврстава у категорију великих бујичних сливова. На основу параметара површине и облика слива, а према Аполову (Гавриловић, 1972), слив Овчињске реке сврстава се у други тип – слив са максимално развијеном мрежом притока у средњем делу тока. Густина хидрографске мреже слива има вредност 1,34 km/km² што овај слив сврстава у сливовете велике густине хидрографске мреже. На основу DEM-а утврђено је да су висински односи у сливу променљиви. На самом ушћу у Дрину надморска висина је 205,1 метар док је kota врха у западном делу слива и износи 1018,1 метар.

Једна од јако битних карактеристика рељефа приликом одређивања коефицијента ерозије јесте и надморска висина при чему је утврђено да на подручју слива Овчињске реке доминирају надморске висине у интервалу од 500 до 1000 метара односно категорија ниских планина са чак 74,14 % заступљености. Други орографски фактор који је кључни приликом одређивања ерозије јесте и фактор нагиба. На сливу Овчињске реке највише су заступљени нагиби у опсегу од 27 до 70% што одговара карактеристикама веома снажне ерозије тако да је овај слив у великом ризику од појаве ерозионих процеса. Трећи веома значајан орографски фактор је и експозиција. Услед промене експозиције долази и до промена микроклиматских услова терена. На подручју слива Овчињске реке највише је заступљена јужна, топла, експозиција са 23,62% док се северна јавља само на 7,33% површине слива.

Распоред надморских висина и њихова заступљеност, нагиб и експозиција одређени су преко дигиталног модела терена а преко програмског пакета ArcGIS 10.3.



Слика 2. Просторни распоред нагиба на сливу Овчињске реке

Figure 2. Slope of the terrain in watershed of the river Ovčinja

Слив Овчињске реке налази се у зони умереноконтиненталне климе са релативно правилним распоредом падавина у току године. Просечна годишња количина падавина је између 700 и 800 mm, температуре су највеће у јулу и августу док су највеће количине падавина забележене у априлу мају и јуну. Доминантан ветар је из правца југа просечне брзине у распону од 5 до 12 km/h. Оваква расподела ветрова је и логична јер је слив Овчињске реке отворен ка југу док је са осталих страна оивичен брдима и планинама.

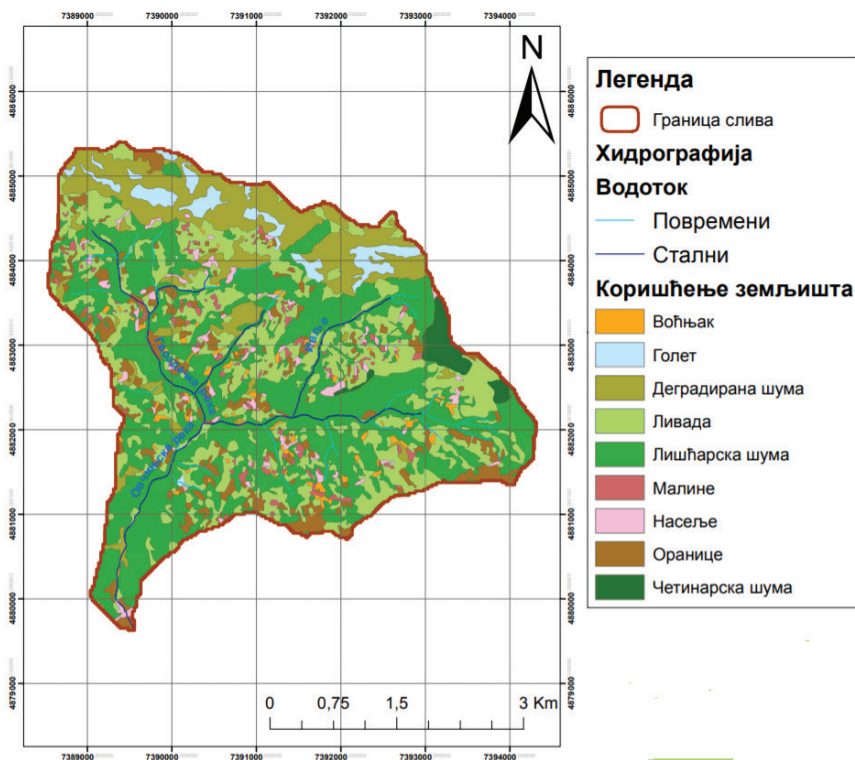
На истраживаном подручју јавља се укупно осам геолошких типова. Најзаступљенији су метаморфисани пешчари, филити и аргилошисти са чак 55,29%, мермери и калкшисти са 27,07% и квргави шкриљави кречњаци са 10,35%. Остали типови су заступљени са мање од 4%. За одређивање геологије слива Овчињске реке коришћена је основна геолошка карта Ваљево, размере 1:100000, као и геолошки тумачброј L 34 – 136 (Мојсиловић, 1975).

На подручју слива Овчињске реке највише је заступљено смеђе скелетно земљиште на шкриљцима са 86,03%, скелет са 10,92%, а параподзол и алувијални нанос са мање од 3%. Педологија на сливу Овчињске реке одређена је на основу педолошке карте Крупањ 4, размере 1:50000, института за проучавање земљишта Београд – Топчидер из 1963. године.

Приликом одређивања интензитета ерозије на неком подручју а нарочито режима отицаја најбитнију улогу игра вегетациони покривач, односно начин коришћења земљишног простора. Истраживања на многобројним експерименталним сливовима су

показала повољан утицај вегетације на хидролошки режим сливова кроз повећање удела малих и средњих вода у односу на велике воде, у укупној структури годишњег отицаја (Ристићи Малошевић, 2011). Ово се највише огледа кроз интерцепцију и инфилтрационо – ретенционе карактеристике земљишта. Шумско земљиште може имати од 20 – 30 пута већи инфилтрациони капацитет од ораничног, док шумска простирка може да задржи од 5 до 10 пута већу запремину воде од сопствене (Љујић, 1973). Према (Zaslavskij, 1983) водни капацитет шумске простирке је за око 400% већи од њене масе у сувом стању.

На сливу Овчињске реке доминирају лишћарске шуме доброг склопа са 42,85%, следе их ливаде са 24,78% док деградираних шума, отворенијег склопа има 13,75%. Оранице су заступљене са 7,90% и поражавајуће је то што се преко 90% ораница обрађује низ нагиб док контурне обраде скоро и да нема. Од пољопривредних култура највише се гаје малине са 1,90 % од укупне површине слива. Голети се јављају на северним деловима слива са чак 3,36% од укупне површине слива. Начин коришћења земљишта на сливу Овчињске реке одређен је преко OrtoPhoto и сателитских снимака.



Слика 3. Начин коришћења земљишта на сливу Овчињске реке

Figure 3. Land use in the watershed of the river Ovčinja

Аналитичко одређивање коефицијента ерозије вршено је по методи потенцијала ерозије професора Гавриловића која је развијена на основу истраживања бујичних токова на подручју Грделичке клисуре и која у прорачуну користи више параметара – топографски, климатски, геолошки, ерозивни, температурни и параметар шумског покривача.

Према С. Гавриловићу коефицијент ерозије (Z) одређује се из израза:

$$Z = Y \cdot X_a \cdot (\varphi + \sqrt{I s r}) \text{ где је:}$$

Z – коефицијент ерозије слива

$I s r$ - средњи нагиб [%]

Y – реципрочна вредност коефицијента отпора замљишта на ерозију. Зависи од геолошке подлоге, климата и педолошких типова и има вредности од 0,25 до 2.

X_a - коефицијент уређења слива. Односи се на заштиту земљишта од атмосферичких и сила ерозије природним условима (X) – вегетацијом или вештачки створеним условима (a) – антиерозионим техничким или биотехничким радовима.

φ - коефицијент јасно видљивих изражених процеса

Према коефицијенту ерозије Z дата је категоризација ерозионих процеса по Гавриловићу (Табела 1.). Вредности се обично крећу од 0.1 до 1.5 и више тј. од очуваних, ерозијом слабо нападнутих сливова и подручја, до сливова који су екстремно упропрашћени услед ерозије земљишта (Гавриловић. 1972).

Табела 1. Категорије ерозије на основу вредности коефицијента ерозије Z

Table 1. Classification category of erosion by erosion coefficient Z

Категорија разорноси	Јачина ерозионих процеса у кориту и сливу	Тип владајуће ерозије	Коефицијент ерозије	Средња вредност коефицијента ерозије
I	Екцесивна ерозија	Дубинска	1,51 и више	1,25
		Мешовита	1,21 – 1,50	
		Површинска	1,01 – 1,20	
II	Јака ерозија	Дубинска	0,91 – 1,00	0,85
		Мешовита	0,81 – 0,90	
		Површинска	0,71 – 0,80	
III	Осредња ерозија	Дубинска	0,61 – 0,70	0,55
		Мешовита	0,51 – 0,60	
		Површинска	0,41 – 0,50	
IV	Слаба ерозија	Дубинска	0,31 – 0,40	0,3
		Мешовита	0,25 – 0,30	
		Површинска	0,20 – 0,24	
V	Врло слаба ерозија	Трагови ерозије	0,01 – 0,19 и мање	0,1

Извор (Гавриловић 1972.)

Продукција и пронос наноса такође су одрађени по методи потенцијала ерозије и то по формулама (Гавриловић, 1972):

$$W_{\text{god}} = T * H_{\text{god}} * \pi * \sqrt{Z^3} * A \text{ [m}^3\text{god}^{-1}\text{]} \text{ где је:}$$

W_{god} – годишња продукција наноса

T - температурни коефицијент

H_{god} [mm] – средња годишња количина падавина

Z – коефицијент ерозије по С. Гавриловићу

A [km²] - површина слива

$$G_{\text{god}} = W_{\text{god}} * R_u \text{ где је:}$$

G_{god} - средњи годишњи пронос наноса [m³/god]

W_{god} – годишња продукција наноса

R_u - коефицијент ретенције наноса

$$R_u = \frac{(O * D)^{0.5}}{0.25 * (L + 10)} \frac{(O * D)^{0.5}}{0.25 * (L + 10)} \text{ где је:}$$

O [km] - обим слива

L [km] - дужина слива

D [m] - средња висинска разлика

Приликом анализе учесталости висине падавина одређеног трајања у тачки осматрања најбитније је користити податке екстремних годишњих вредности падавина за што дужи низ година. Учесталост појаве случајних променљивих, као што је јака киша, одређује се коришћењем теоријских расподела вероватноћа. У хидролошкој пракси, везаној за бујичне токове у Србији, за анализу учесталости појаве екстремних падавина, највише се користе теоријске расподеле „Gumbel“ и „Log Pearson Type III“ за које је потребно да низ година буде дужи од 25.

„Log Pearson Type III“ метода је најчешће коришћена у хидрологији површинских вода и у статистичкој анализи јаких киша. Метода има наглашену асиметричност и флексибилна је јер користи три параметра – коефицијент асиметрије, стандардну девијацију логаритма и фактор фреквенције. Расподела „Gumbel“-а доста често се користи у анализи максималних екстрема иако је уочено да су одступања теоријских од емпиријских вредности већа него код „Log Pearson Type III“ методе. Ово се највише огледа у томе што је расподела „Gumbel“-а мање флексибилна у односу на „Log Pearson Type III“ методу.

За прорачун максималног протицаја коришћена је комбинована метода која подразумева два поступка (Ристићи Малошевић, 2011):

1. SCS методологије за раздвајање ефективних падавина, које формирају директан отицај, од укупних, бруто, падавина;
2. Теорије синтетичког јединичног хидрограма за одређивање вршне координате јединичног отицаја.

Применом комбинованог поступка максимални протицај рачунамо по формули:

$$Q_{\max}(\%) = q_{\max} * Pe(\%) \text{ где је:}$$

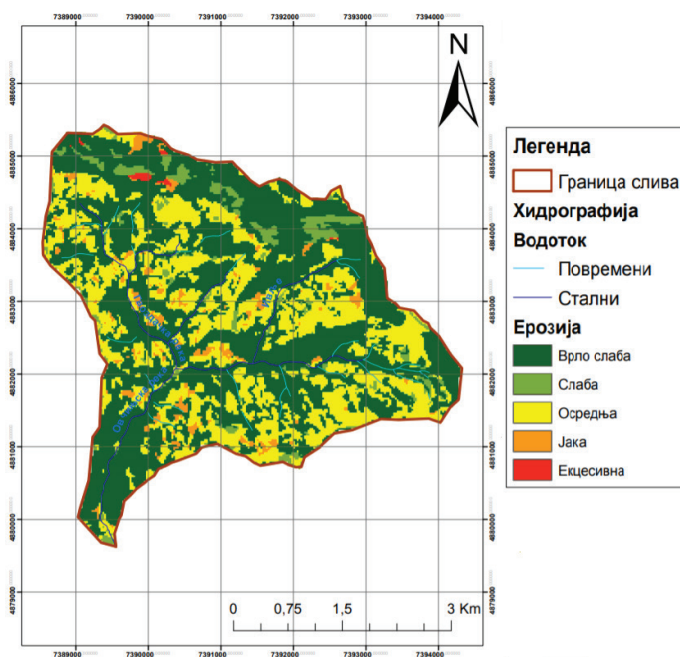
Q_{\max} – максимални протицај

q_{\max} – вршна ордината јединичног отицаја

$Pe(\%)$ – ефективне падавине

Резултати

Након дигитализације карата и додељивања вредности одређеним елементима, извршена је конверзија у растерски формат где су атрибутне вредности Y и X_a биле критеријум за конверзију у растерску базу (Половина et al., 2015). Растерска база података постаје адекватна за употребу израчунавања коефицијента ерозије Z чија просечна вредност на сливу Овчињске реке износи 0,23 што овај слив сврстава у IV категорију, односно на сливу је ерозија слаба. Просторни распоред ерозије на сливу Овчињске реке приказан је на слици 4. док је заступљеност појединих типова ерозије приказана у табели 2.



Слика 4. Просторни распоред ерозије на сливу Овчињске реке

Figure 4. The Erosion classes map (Z) of Ovčinja watershed

Табела 2. Заступљеност појединих типова ерозије на сливу Овчињске реке

Table 2. Representation of certain types of erosion in the watershed of the river Ovčinja

Ерозија	Заступљеност	
	km ²	%
Врлослаба	10,89	59
Слаба	0,96	5,21
Осредња	5,91	32,04
Јака	0,64	3,48
Екцесивна	0,05	0,27
<i>Извор: Аутор</i>		

Из табеле 2 видимо да највећу површину заузима врло слаба ерозија са 59%, осредња са 32,04% а остала три типа са мање од 6%.

Приликом прорачуна продукције наноса на сливу Овчињске реке за вредност падавина и температуре коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије и она износи 6769,25m³/god. Пренос наноса на ушћу у Дрину је 5144,63 m³/god што указује да се разлика наноса од 1624,62 m³/god задржава у сливу.

У прорачуну максималне дневне кише коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије за кишомерну станицу Јагодићи у периоду од 1946. до 2002. године. Резултати су приказани у табели 3. за повратне периоде од 10, 25, 50 и 100 година методама „Log Pearson Type III“ и „Gumbel“.

Табела 3. Максималне дневне кише (mm) одређене вероватноће појаве

Table 3. Maximum daily rains (mm) of a certain probability of occurrence

Повратни период (године)	Метода	
	Log Pearson Type III	Gumbel
10	74,95	80,33
25	90,05	96,32
50	101,99	108,1
100	114,55	119,88

Извор: Аутор

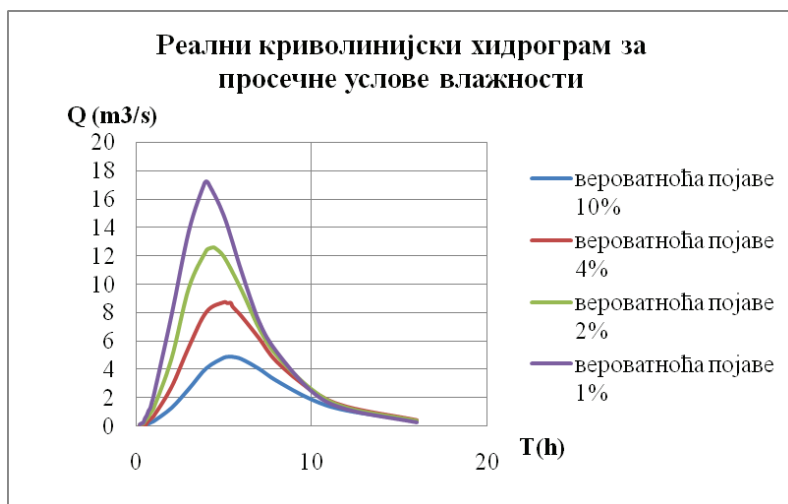
Након прорачуна максималне дневне кише одређене вероватноће појаве одређен је максимални протицај применом комбиноване методе. Најпре је извршен прорачун вредности криве отицаја CN која за просечне услове влажности износи 65 а за надпросечне 88.

За повратне периоде од 10, 25, 50 и 100 година за просечне и надпросечне услове влажности а на основу максималних падавина прорачунатих методом „Log Pearson Type

III⁴ и броја криве отицаја CN нацртани су синтетички јединични хидрограми од којих су након поступка оптимизације добијени реални криволинијски хидрограми и вредности максималног протицаја.

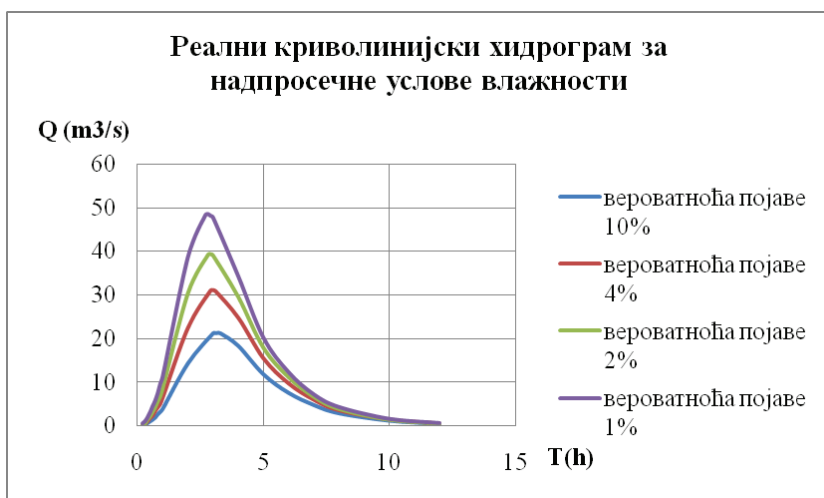
Графикон 1. Реални криволинијски хидрограм одређене вероватноће појаве за просечне услове влажности

Graph 1. Curvilinear dimensionless unit hydrograph of a certain probability of occurrence for average humidity conditions



Графикон 2. Реални криволинијски дијаграм одређене вероватноће појаве за надпросечне услове влажности

Graph 2. Curvilinear dimensionless unit hydrograph of a certain probability of occurrence for above-average humidity conditions



Добијени резултати указују да се вредности максималног протицаја за просечне услове влажности крећу од $4,91 \text{ m}^3/\text{s}$ за повратни период од 10 година до $17,27 \text{ m}^3/\text{s}$ за повратни период од 100 година. За надпросечне услове влажности ове вредности су вишеструко веће у крећу се у распону од $21,29 \text{ m}^3/\text{s}$ за повратни период од 10 година до $48,57 \text{ m}^3/\text{s}$ за повратни период од 100 година.

Дискусија

Одређивањем вредности коефицијента ерозије Z утврђено је да његова средња вредности износи 0,23 што слив Овчињске реке убраја у сливове са слабом ерозијом. Ако погледамо табелу 2 видимо да на сливу доминира врло слаба ерозија са 59%. Када погледамо карту ерозије видимо да се врло слаба ерозија јавља у доњим и горњим деловима слива највише под шумом. Друга по заступљености је осредња ерозија са уделом од 32,04%, на основу карте ерозије видимо да је највише распрострањена у средњим деловима слива а на основу карте коришћења земљишта да се јавља на ливадама и под неким пољопривредним површинама. Екцесивна ерозија је заступљена са мање од 1% и то највише на голетима и великим нагибима у горњим деловима слива. На основу педолошких и геолошких карактеристика видимо да педологија и геологија немају толики утицај на распрострањење ерозионих процеса као што га имају нагиб и начин коришћења земљишта који представљају одлучујуће факторе при одређивању ерозионих процеса.

На основу методе професора Гавриловића одређени су и продукција и пронос наноса. Продукција од $6769,25 \text{ m}^3$ наноса на годишњем нивоу од кога је $411,57 \text{ m}^3$ вучени, потврђује резултате методе потенцијала ерозије и тога да је на сливу ерозија слаба. Велике површине налазе се под шумама доброг склопа тако да је површински отицај а самим тим и одношење честица наноса слабо.

Методом „Log Pearson Type III“ и методом „Gumbel“ прорачунате су максималне дневне кише вероватноћа појаве 10, 25, 50 и 100 година. Резултати показују да методом „Gumbel“ очекујемо нешто веће максималне дневне кише али и да оне ни у једном случају не прелазе 120 mm за повратни период од 100 година.

Приликом одређивања броја криве отицаја утврђено је да на сливу доминира В хидролошка класа земљишта и да је највише заступљена под лишћарским шумама. Средња вредност криве отицаја је 65 који одговара просечним условима влажности док је вредност броја криве отицаја за надпросечне услове 88.

На основу броја криве отицаја и максималних дневних киша одређене су вредности максималног протицаја и нацртани синтетички јединични хидрограми за просечне и надпросечне услове влажности за повратни период од 10, 25, 50 и 100 година. Након поступка оптимизације добијене су вредности максималног протицаја и нацртани обједињени бездименсионални криволинијски хидрограми. На основу свега видимо да је за просечне услове влажности за повратни период од 10 година максимални протицај $4,91 \text{ m}^3/\text{s}$, за повратни период од 25 година $8,72 \text{ m}^3/\text{s}$, за повратни период од 50 година $12,61 \text{ m}^3/\text{s}$ и за повратни период од 100 година $17,27 \text{ m}^3/\text{s}$. Просечни услови јављају се када су падавине равномерно распоређене у току целе године, нема екстрема и инфилтрационо - ретенциона моћ земљишта је способна да прими већу количину воде. За надпросечне услове вредности су веће јер се они јављају у условима високе или потпуне сатурације

земљишта водом тако да је инфилтрациони капацитет земљишта сведен на минимум. Вредности максималног протицаја за надпросечне услове су: за повратни период од 10 година $21,29 \text{ m}^3/\text{s}$, за повратни период од 25 година $30,99 \text{ m}^3/\text{s}$, за повратни период од 50 година $39,30 \text{ m}^3/\text{s}$ и за повратни период 100 година $48,57 \text{ m}^3/\text{s}$.

Закључак

Иако су бујични сливови у Србији, а нарочито у општини Бајина Башта, слабо истражени, изразито је битно препознати важност њиховог изучавања и праћења ерозије која се на њима јавља. Битно је одредити врсте деградације и узроке који доводе до те деградације и систематизовано кренути у њихово сузбијање.

Иако је прорачунима и картирањем добијено да је ерозија на сливу Овчињске реке слаба, то не треба занемарити. Ерозиони процеси су променљиви и у времену и у простору и врло лако, уколико се не третирају на правилан начин, могу из нижих прећи у вишу категорију ерозије и као такве их је јако тешко контролисати.

Јако је важно посветити пажњу начину коришћења земљишта на самом сливу Овчињске реке јер као што смо видели то је, заједно са нагибом, одлучујући чинилац у појави ерозионих процеса и продукцији наноса на овом сливу. С обзиром да нагиб није могуће променити, бар не у толикој мери, потребно је успоставити мере које би побољшале приступ начину искоришћавања земљишта. Најбитније од мера су едукација становништва о начинима правилног искоришћавања шума и обраде земљишта, и обезбеђивање механизације која може да врши несметану обраду контурно а не низ нагиб.

Са правилнијим начином искоришћавања земљишног простора на само да се смањују ерозиони процеси већ се повећава и интерцепција и инфилтрационо – ретенциони капацитет земљишта чиме се смањује могућност формирања површинског отицаја. Мањи површински отицај значи и мању могућност формирања поплавних таласа који у бујичним сливовима могу достићи разоран карактер.

Литература

1. Benda L., Dunne T., (1997): Stochastic forcing of sediment supply to channel networks from landsliding and debris flow. *Water Resources Research* 33, 2865-2880.
2. Bradford J.M., Huang C. (1994): Inter-rill erosion as affected by tillage and residue cover. *Soil and Tillage Research* 31, 353-361.
3. Gavrilović S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji, Izgradnja, Specijalnoizdanje, Beograd.
4. Imaizumi F., Sidle R.C., Kamei R. (2008): Effects of forest harvesting on occurrence of landslides and debris flows in steep terrain of central Japan. *Earth Surface Processes and Landforms* 33, 827-840.
5. Kostadinov S. (2008): Bujični tokovi i erozija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet Beograd.
6. Ljujić R. (1973): Šumske melioracije, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
7. Mojsilović S. (1975): Tumač za list Valjevo L 34 – 136, Zavod za geološka i geofizička istraživanja, Beograd.
8. Polovina S., Radić B., Ristić R., Milčanović V. (2015): Prostorna i vremenska analiza degradacije prirodnih resursa na slivu reke Likodre, časopis Šumarski glasnik, Šumarski fakultet Beograd.
9. Ristić R., Malošević D. (2011): Hidrologija bujičnih tokova, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
10. Sidle R.C., Pierce A.J., O'Loughlin C.L. (1985): Hillslope Stability and Land Use. *Water Resources monograph Series Volume 11*. American Geophysical Union, Washington D.C.
11. Zaslavskij M.N. (1983): Eroziovedenie, Visšajaškola, Moskva.

АНАЛИЗА ФОРМУЛА ЗА ПРОРАЧУН ПАДА ЗАПЛАВА ПРЕГРАДЕ БР. 3 У РЕЦИ ЈАБЛАНИЦИ

THE ANALYSIS OF THE FORMULAS FOR ESTIMATING THE SLOPE OF SILTATION OF CHECK DAM NO. 3 IN THE RIVER JABLANICA

Томислав Стефановић^{1*}, Наталија Момировић¹, Станимир Костадинов², Владо
Чокеша¹, Горан Чешљар¹, Зоран Милетић¹

1Институт за шумарство, Кнеза Вишеслава 3, 11030 Београд

2Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд

Извод

Таложњем наноса у акумулационом простору узводно од изграђене преграде у кориту бујичног водотока, формира се депонија наноса која се назива заплава. Пад горње површине наталоженог материјала је пад заплава. Потреба праксе за одређивањем вредности ове величине резултирала је бројним формулама за прорачун пада заплава. У овом раду су анализирани и проверени неке од њих, најчешће примењиване у пракси. Вредности величина пада заплава које су добијене обрачуном по формулама различитих аутора упоређене су са вредношћу добијене премером формираног заплава преграде бр.3 у реци Јабланици. Најмањим одступањима од измерене вредности резултирала је примена модела регионалне аналитичке зависности за реку Јабланицу (вишефакторски модел). Минимална одступања имају регионална аналитичка зависност за слив Трговишког Тимока и формула Velikanov-а, а задовољавајући су и резултати примене регионалне аналитичке зависности за слив реке Топлице и за Грделичку клисуру, као и формуле Jaggy-а и Valtyni-а. Овим радом потврђена је исправност опредељења да се пад заплава одређује на основу регионалних аналитичких зависности заснованих на теренским истраживањима на већ формираним заплавима.

Кључне речи: **преграда, пад заплава, пад тока, нанос.**

Abstract

By depositing the aggradation in the accumulation space upstream from the built-up check dam in the stream of a torrent, a deposition of the aggradation, called the siltation, is formed. The slope of the upper surface of the deposited material is a slope of siltation. The need of practice for determining the size of this phenomenon has resulted in numerous formulas for estimating the slope of siltation. In this paper, some of them which are most commonly applied in practice are analyzed and tested. The values of the slope of siltation sizes obtained by the calculation according to the formulas of different authors are compared with the value obtained by the measured value of the formed siltation of check dam No. 3 in the Jablanica River. The lowest deviations from the measured value had the application of the regional analytical dependency model for the Jablanica River (a Multi-Factor model). Minimal deviations had Velikanov's formula which was a regional analytical dependence for the Trgoviški Timok basin, and the results of the Jaggy's and Valtyni's formulas, the regional analytical dependence for the Toplica

1 * coma958@gmail.com

basin and the Grdelica Gorge, were acceptable. This paper confirms that the best approach for determining the slope of siltation is according to regional analytical dependencies which are based on field research on already formed siltation.

Keywords: check dam, slope of siltation, stream gradient, aggradation

УВОД

Таложењем наноса у акумулационом простору узводно од изграђене преграде у кориту бујичног водотока, формира се депонија наноса која се назива заплата. Количина задржаног наноса у заплаву зависи од корисне висине објекта, хидрауличких и геометријских карактеристика корита.

Пад горње површине наталоженог материјала је пад заплата. Због сложености процеса формирања заплата, пад заплата је показатељ збирног утицаја бројних чинилаца, од којих су најзначајнији: природни пад тока, критична брзина воде, дубина тока, запреминска маса бујичне воде, гранулометријски састав наноса и многи други.

Величина пада заплата представља значајан фактор при одређивању локација за изградњу објеката и одлучујући фактор при одређивању растојања између преграда када се оне пројектују у систему. Потреба праксе за одређивањем вредности ове величине резултирала је бројним формулама за прорачун пада заплата. Практично то су формуле за одређивање пада изједначења у специфичним условима бујичног корита са изграђеним попречним објектима.

У овом раду су анализирани и проверене неке од њих, најчешће примењиване у пракси. Вредности величина пада заплата које су добијене обрачуном по формулама различитих аутора упоређене су са вредношћу добијене премером формираног заплата преграде бр.3 у реци Јабланици (слика 1).



Слика 1. Преграда бр.3 у реци Јабланици

Figure 1. Check dam No. 3 in the Jablanica River

ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Слив реке Јабланице припада брдско-планинском делу западне Србије, југозападно од града Ваљева, а северно од планинског низа Медведник-Јабланик-Повлен. Сливно подручје има развијену хидрографску мрежу чију основу представљају Јабланица и њена највећа притока Сушица. Река Јабланица настаје од бројних планинских потока, тече углавном ка североистоку, а узводно од Ваљева спаја се са Обницом чинећи реку Колубару.

Слив Јабланице карактерише веома хетерогена геолошка грађа. Ова река, са својим притокама, усекла се у стене различите геолошке грађе и старости, и њихова заступљеност је неједнака, стим што доминирају кречњаци који заузимају две трећине укупне територије сливног подручја. Дијабаз-ројначка формација заузима знатне површине југозападног и јужног дела овога слива (глинци, пешчари, ројнаци, конгломерати, брече).

Разноврсна геолошка подлога условила је формирање и разноврсних типова земљишта, а најзаступљенији су, сходно геолошкој подлози, смеђе земљиште на дијабазројначкој формацији и црница на кречњаку.

Стање начина коришћења земљишних ресурса указује да се на подручју слива реке Јабланице, под шумама различитог квалитета и шумском вегетацијом налази приближно половина површине сливног подручја, што је и разумљиво, с обзиром да предметни слив обухвата и два планинска масива погодних за развој шумске вегетације. У оквиру пољопривредних површина најзаступљеније су ливаде и пашњаци, а затим оранице и баште.

Предмет овога рада је преграда пројектована као преграда бр.3 на km 16 + 072 (Idejni projekat mera za zaštitu zemljišta od erozije i uređenje bujica u slivu reke Jablanice, S.O. i S.S. Valjevo, 1964.). Дефинисана је координатама 7 399 967,30 и 4 898 651,50 километарске координатне мреже и налази се на 420 m узводно од улива реке Сушице. Преграда је корисне висине од 4,00 m, изграђена је са зубом и подслапљем од камена у цементном малтеру.

Информације о условима који су владали у сливу и водотоку пре његовог уређења (изградње објекта) добијени су анализом постојеће техничке документације. На тај начин добијени су подаци о уздужном профилу и паду природног корита пре изградње објекта.

Теренским истраживањима анализирано је садашње стање објекта и корита бујичног водотока. На основу обављених геодетских снимања конструисан је уздужни профил заплава и срачунати су просечан пад заплава и остали хидраулички параметри неопходни за прорачун пада заплава по појединим формулама.

За потребе гранулометријске анализе на терену је узет узорак наноса из заплава преграде. Узорак је узет са површине од 1,0 m² (1,0x1,0), до дубине највећег зрна, према методологији Lea Skatule (Velojić, M. 2002). Просејавањем кроз серију сита пречника од 100 mm до 0,1 mm и мерењем узорака формирана је гранулометријска крива са које су детерминисане вредности карактеристичних пречника зрна наноса које са примењују у појединим формулама.

За обрачун пада заплава примењене су формуле које се најчешће употребљавају у пракси код нас и у иностранству и то: Thiery-a, Pimpirev-a, Valentini-a, Jaggya, Valtyni-a, Chezy-a, Šamov-a,

Strikler-a, Krey-a, Lane-a, Mirzazage-a, Schields-a, Egiazarova, Mayer-Peter-a (Kostadinov, S., 1989). Такође, обрађене су и неке формуле регионалних аналитичких зависности: зависност Bioščev-a за територију јужне Бугарске, аналитичка зависност за Грделичку клисуру и Врањску котлину (Kostadinov, S., 1987), део слива реке Дрине на сектору Љубовија-Бајина Башта (Todosijević, M., 2005), слив реке Топлице (Kostadinov, S. i sar., 2011), слив Трговишког Тимока (Bilibajkić, S., 2011) и слив реке Јабланице (Stefanović, T., 2016).

Применом наведених формула, узимајући у обзир измерене параметре, срачунат је пад заплава преграде бр.3 у реци Јабланице према свакој од њих, чиме су добијени релевантни параметри за њихово поређење.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

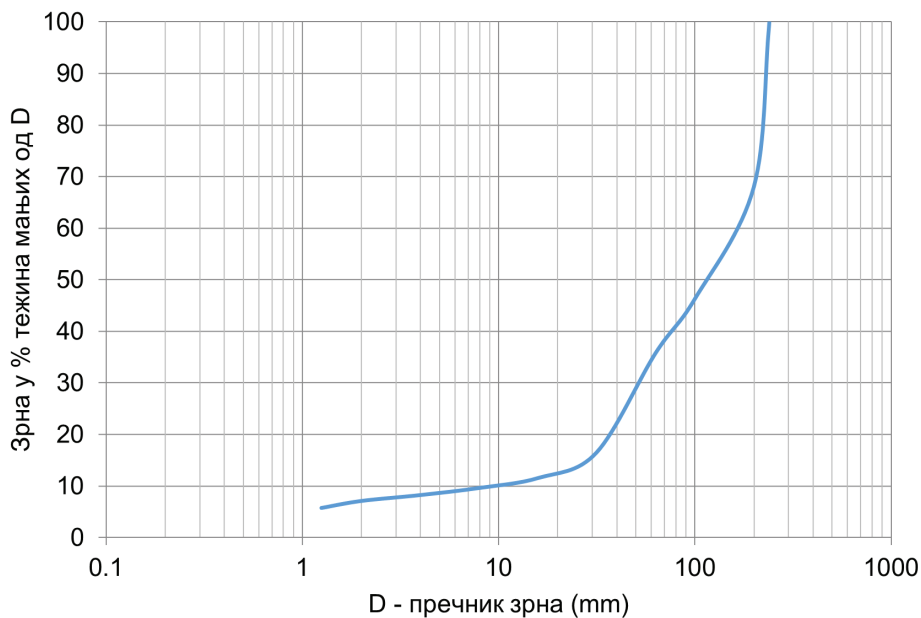
Обрадом података извршених геодетских снимања и конструкцијом подужног профила констатовано је да је узводно од изграђене преграде бр.3 у реци Јабланице формиран заплав дужине око 826 m, са просечним падом $I_z = 1,30$ %. Расположива техничка документација указује да је пад природног корита, на тој деоници, пре изградње објекта, износио $I_t = 1,78$ %. Изградњом ове преграде, корисне висине $h_k = 4,0$ m задржано је укупно $W = 28.800,00\text{m}^3$ наноса.

У циљу прикупљања неопходних података, односно потребних параметара, за примену свих формула за прорачун пада заплава, урађена је гранулометријска анализа наноса из формираног заплава. Као резултат ове анализе образована је гранулометријска крива (графикон 1.), са које су утврђене вредности карактеристичних пречника наноса (табела 1.). У наносу доминира ситан камен $d_{sr} = 117,3$ mm. Вредност коефицијента неуједначености наноса према Allen-Hazen-у $U = 16,79$ указује да је узорак, односно нанос који сачињава заплав ове преграде, по крупноћи нехомоген (Popović, M., Kostadinov, S., 1987).

Теренским и лабораторијским истраживањима и прорачунима добијени су хидраулички параметри тока:

- Површина попречног пресека	$F = 24,80 \text{ m}^2$
- Оквашени обим	$O = 20,22 \text{ m}$
- Хидраулички радијус	$R = 1,226 \text{ m}$
- Средња дубина тока	$h = 1,59 \text{ m}$
- Средња брзина воде	$V_{sr} = 4,28 \text{ ms}^{-1}$
- Коефицијент рапавости по Manning-у	$n = 0,03$
- Коефицијент брзине по Manning-у	$C = 34,49$
- Коефицијент бујичности тока	$K = 0,84$
- Средња висина рапавости корита	$\Delta_{sr} = 14,4 \text{ cm}$
- Запреминска маса чисте воде	$\rho = 1,00 \text{ tm}^{-3}$
- Средња запреминска маса бујичне воде	$\rho_0 = 1,19 \text{ tm}^{-3}$
- Средња запреминска маса наноса	$\rho_n = 2,62 \text{ tm}^{-3}$
- Коефицијент трења наноса о подлогу	$f = 0,75$

Уврштавањем измерених и срачунатих параметара у формуле у којима фигурирају, обрачунат је пад заплава преграде бр.3 у реци Јабланици према свакој од помињаних формула различитих аутора. Обрачунате вредности упоређене су са стварним, на терену измереним, падом заплава. Резултати спроведених прорачуна приказани су у табели 2 и на графикону 2.



Графикон 1. Гранулометријска крива наноса

Chart 1. Particle-size distribution curve

Табела 1. Карактеристични пречници наноса d (mm)

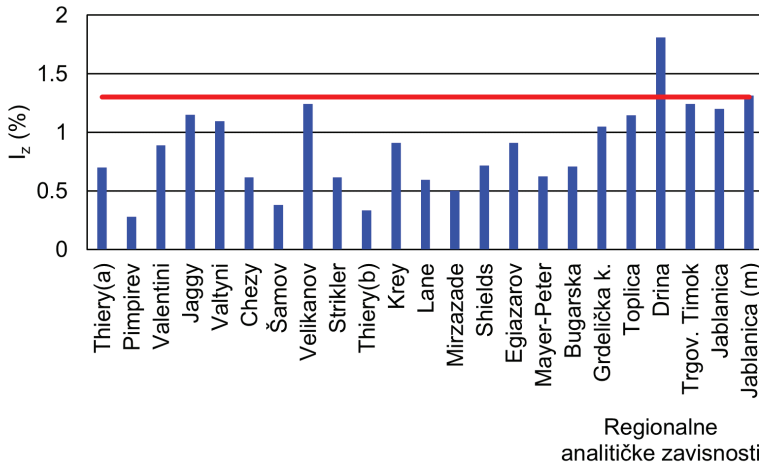
Table 1. Characteristic sediment diameters d (mm)

d_5	d_{10}	d_{25}	d_{30}	d_{50}	d_{60}	d_{75}	d_{90}	d_{95}	$d_{97,5}$	d_{max}	d_{sr}	d_e
1,1	9,7	45,5	53,7	117,3	163,3	208,8	227,5	233,8	236,9	240,0	117,3	122,0

Табела 2. Резултати прорачуна пада заплата

Table 2. Results of calculated values of slopes of siltation

Ред. број	Метода	Пад заплата		Одступања	
		Срачуната вредност	Стварна вредност	Апсолутна	Процентуална
		%	%	%	%
1.	Thiery(a)	0,70	1,30	-0,60	-46,10
2.	Pimpirev	0,28	1,30	-1,02	-78,70
3.	Valentini	0,89	1,30	-0,41	-31,55
4.	Jaggy	1,15	1,30	-0,15	-11,47
5.	Valtyni	1,09	1,30	-0,21	-15,80
6.	Chezy	0,62	1,30	-0,68	-52,66
7.	Šamov	0,38	1,30	-0,92	-70,68
8.	Velikanov	1,24	1,30	-0,06	-4,52
9.	Strikler	0,62	1,30	-0,68	-52,64
10.	Thiery(b)	0,33	1,30	-0,97	-74,37
11.	Krey	0,91	1,30	-0,39	-30,09
12.	Lane	0,59	1,30	-0,71	-54,33
13.	Mirzazade	0,50	1,30	-0,39	-29,72
14.	Schiels	0,72	1,30	-0,58	-44,81
15.	Egiazarov	0,91	1,30	-0,39	-29,90
16.	Mayer-Peter	0,62	1,30	-0,68	-52,16
17.	Бугарска	0,71	1,30	-0,59	-45,55
18.	Грделичка к.	1,05	1,30	-0,25	-19,49
19.	Топлица	1,14	1,30	-0,16	-11,94
20.	Дрина	1,81	1,30	0,51	39,34
21.	Тргов. Тимок	1,24	1,30	-0,06	-4,33
22.	Јабланица	1,20	1,30	-0,10	-7,75
23.	Јабланица (m)	1,31	1,30	0,01	0,91



Графикон 2. Вредности пада заплава по формулама различитих аутора

Chart 2. Values of the slope of siltation according to the formulas of different authors

АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Преграда бр.3, на km 16 + 072 у реци Јабланици испунила је своју основну улогу задржавања наноса у акумулационом простору. Њеном изградњом и таложењем наноса узводно од ње, формиран је моћан заплав дужине око 826 m. Формирани заплав има просечни пад $I_z = 1,30$ % што је 73 % од пада корита $I_t = 1,78$ %, у зони објекта, пре његове изградње.

Увидом у резултате прорачуна пада заплава, према формулама различитих аутора, може се закључити да је само вредност пада заплава обрачуната на основу регионалне зависности за део слива реке Дрине већа од стварно измерене вредности пада заплава. Остале формуле резултирале су мањим вредностима пада заплава од измерене. Ова одступања крећу се до 78 % од измерене вредности.

Најмањим одступањима од измерене вредности резултирала је примена модела регионалне аналитичке зависности за реку Јабланицу (вишефакторски модел), што је и очекивано с обзиром да се тестирана преграда и заплав налазе у сливу у коме је формула и дефинисана.

Коректним резултатима резултирале су и регионална аналитичка зависност за слив Трговишког Тимока и формула Velikanov-а чија су одступања мања од 5 %.

Задовољавајућим, са одступањима мањим од 20 %, могу се сматрати и резултати примене регионалне аналитичке зависности за слив реке Топлице и за Грделичку клисуру, као и формуле Jaggy-а и Valtyni-а.

Задовољавајући резултати примене појединих формула регионалних аналитичких зависности вероватно се могу приписати сличности услова у којима су формиран истраживани заплави, првенствено сличности гранулометријских састава наноса. Прост (simple) модел зависности пада заплава од пада природног корита дефинисан за слив

Трговишког Тимока резултирао је бољим резултатом од простог модела за слив на коме се налази истраживани заправ.

Насупрот очекивању, регионална аналитичка зависност за слив реке Дрине, који је географски најближи истраживаном подручју, дала је резултат са скоро 40 % одступања од стварно измерене вредности. Ова одступања вероватно се могу приписати великим разликама у конфигурацији рељефа, односно формула за слив Дрине дефинисана је на теренима са много већим нагибима од оног у зони истраживаног заплава (Todosijević, М., 2005).

Увидом и у резултате сличних истраживања (Kostadinov, S., 1989; Velojić, М., Stefanović, Т., 2002; Bilibajkić, S. i sar., 2009; Bilibajkić, S. i sar., 2010), где су се као меродавне за прогнозу пада заплава потврђивале формуле различитих аутора, није могуће донети заједнички закључак, одредити се за најкоректнију и препоручити једну формулу која се најбоље прилагођава свим подацима са терена. Ова разноликост резултата само потврђује потребу за теренским истраживањима на већ формираним заправима, чиме би се добило више формула аналитичких зависности, али прилагођених локалним условима. Овако формиране формуле аналитичке зависности имале би регионални карактер, али би омогућавале знатно тачнији прорачун пада заплава.

Коректни резултати примене формула Jaggy-a и Valtyni-a које су базиране на формули Valentini-a отварају простор и за усмеравање пажње (истраживања) на константу у формули Valentini-a. Одређивање вредности константе у формули Valentini-a, на основу теренских истраживања на већ формираним заправима, могао би бити пут за решавање проблема прогнозе пада заплава. На овај начин одређена константа, такође би имала регионални карактер.

ЗАКЉУЧЦИ

Изградњом преграде бр.3 у реци Јабланици формиран је моћан заправ укупне дужине 826 m, са падом $I_z = 1,30 \%$, односно 73 % од пада корита у зони објекта, пре његове изградње.

Нанос у заправу је нехомоген ($U = 16,7$) и доминира ситан камен $d_{sr} = 117,3 \text{ mm}$.

Обрачунате вредности пада заплава по формулама различитих аутора, мање су од стварног, на терену измереног, пада заплава. Ова констатација не важи само за вредност пада заплава обрачунате на основу регионалне аналитичке зависности за део слива реке Дрине, чија је вредност већа од стварно измерене вредности пада заплава.

Очекивано, с обзиром да се тестирана преграда и заправ налазе у сливу у коме је формула и дефинисана, најмањим одступањима од измерене вредности резултирала је примена модела регионалне аналитичке зависности за реку Јабланицу (вишефакторски модел).

Минимална одступања имају регионална аналитичка зависност за слив Трговишког Тимока и формула Velikanov-a, а задовољавајући су и резултати примене регионалне аналитичке зависности за слив реке Топлице и за Грделичку клисуру, као и формуле Jaggy-a и Valtyni-a.

Потреба за практичним решењем проблема прогнозе пада заплава резултирала је бројним формулама за прорачун пада заплава. Свакако, да истраживања на једном формираном заплаву, не могу бити меродавна за доношење коначне одлуке у избору најмеродавније формуле, али коректни резултати примене регионалних аналитичких зависности потврда су исправности опредељења да се пад заплава одређује на основу регионалних аналитичких зависности заснованих на теренским истраживањима већ формираних заплава. На тај начин добиле би се аналитичке зависности са параметрима прилагођеним локалним условима што би омогућило њихово коришћење за прорачун и прогнозу пада заплава приликом израде техничке документације.

ЛИТЕРАТУРА

Bilibajkić, S., Stefanović, T., Ratknić, M. (2009): Analysis of the Formulas for the Calculation of the Slope of Siltation. International Conference "Land Conservation" – LANDCON 0905, GLOBAL CHANGE – CHALLENGES FOR SOIL MANAGEMENT, From Degradation through Soil and Water Conservation to Sustainable Soil Management, CD ROM Conference Proceedings, Topic 4, May 26-30, 2009., Tara Mountain, Serbia.

Bilibajkić, S., Stefanović, T., Ratknić, M., Braunović, S. (2010): Analysis of Formulas for the Calculation of the Slope of Siltation of Dam No.1 in the Torrent Melo. International Scientific Conference, FOREST ECOSYSTEMS AND CLIMATE CHANGES, Proceedings, Volume 1, pp. 257-264, March 9-10th, 2010., Belgrade, Serbia.

Bilibajkić, S. (2011): Uticaj izvedenih tehničkih i bioloških radova na intenzitet erozionih procesa u slivu Trgoviškog Timoka, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.

Kostadinov, S. (1987): Pad zaplava u bujičnim vodotocima jugoistočne Srbije, Erozijska – stručno-informativni bilten br.15, str. 129-133, Beograd.

Kostadinov, S. (1989): Analiza formula za proračun pada zaplava, Šumarstvo br. 3-4, str. 3-17, Beograd

Kostadinov, S., Dragović, N., Zaltić, M., Todosijević, M. (2011): Natural effect of classical check dams in the torrents of the river Toplica drainage basin, Fresenius Environmental Bulletin, 20(4), Parlar scientific publication, Germany, p.p.1102-1108, ISSN: 1- 4619, M 23

Popović, M., Kostadinov, S. (1987): Karakteristike granulometrijskog sastava vučenog nanosa u zavisnosti od geološke podloge u slivu, Šumarstvo br. 3-4, str. 15-23, Beograd.

Stefanović, T., (2016): Efekti protiverozionih radova u slivu reke Jablanice uzvodno od buduće vodne akumulacije "Rovni" Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.

Todosijević, M., (2005): Efekti poprečnih objekata u bujičnim tokovima sliva reke Drine na sektoru Loznica - Bačevci (14. april 2005.), Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.

Velović, M. (2002): Prirodni efekti antierozionih tehničkih objekata u slivu reke Nišave, Posebna izdanja, Zadužbina Andrejević, Beograd.

Velović, M., Stefanović, T. (2002): Analiza zaplava pregrade br.1 u Kusovranskoj reci, Zbornik radova, Institut za šumarstvo, Tom 46-47, str. 139-148, Beograd.

*** (1964): Idejni projekat mera za zaštitu zemljišta od erozije i uređenje bujica u slivu reke Jablanice, S.O. i S.S. Valjevo, Reonska sekcija za zaštitu zemljišta od erozije i uređenje bujica Loznica.

ПРИМЕНА ДАЉИНСКЕ ДЕТЕКЦИЈЕ У ПРОЦЕНИ ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА НА СЛИВУ ГЛЕДИЋКЕ РЕКЕ

APPLICATION OF REMOTE DETECTION IN LAND EROSION ASSESSMENT IN GLEDIĆKA RIVER BASIN

Стефан Милетић, Синиша Половина, Вукашин Милчановић, Ратко Ристић, Борис Радић

Универзитет у Београду - Шумарски факултет

e-mail: miletic.n.stefan@gmail.com

Извод

У раду је анализирана примена две методе обраде података, метод даљинске детекције и дигитализација орто-фото снимака, на сливу Гледићке реке. Подаци су обрађени помоћу програмског GIS пакета ArcMap-а, где су применом методе Потенцијала ерозије по Гавриловићу добијени коефицијенти ерозије, као и пронос и продукција наноса, преко којих је извршена компарација ова два метода.

Кључне речи: даљинска детекција, интензитет ерозије, Метод Потенцијала ерозије, слив Гледићке реке, вегетациони индекс.

Abstract

This paper analyzes the application of two data processing methods, the method of remote sensing and digitization of ortho-photo images, in the Gledićka river basin. The data were processed using the ArcMap GIS software package, where the erosion potential method according to Gavrilović were applied using the erosion coefficients, as well as the transport and production of sediments, through which the two methods were compared.

Keywords: remote sensing, erosion intensity, erosion Potential Method, Gledićka river basin, vegetation index.

УВОД

Експоненцијални раст бројности људске популације током XX и XXI века у комбинацији са све захтевнијим потребама глобалне потрошње представља јак притисак на све природне процесе. Глобална свест о последицама таквог деловања на животну средину постепено расте. Широм света предузети су напори да би се ублажиле негативне последице таквог деловања и створили услови у којој је коришћење природних ресурса у равнотежи са њиховим дугорочним еколошким функцијама. Ерозија земљишта изазвана ветром и водом је велики проблем садашњице. Иако је ерозија природан геоморфолошки процес она је интензивирана људским утицајем и као таква представља све већу бригу како са економског и социјалног тако и са аспекта заштите земљишта и водаи природе уопште.

Под појмом ерозије подразумевамо промене наповршинском слоју земљишног рељефа, које настају као последица деловања кише, снега, мрза температурних разлика, ветра и текућих вода, или услед рада антропогених чинилаца (Gavrilović, 1972).

У природи, вегетација је једини фактор равнотеже између деструктивних сила, које теже да наруше систем, и сила стабилности, које теже да одрже природно стање система (Morgan et al., 2005). Уколико се вегетација уклони долази до наглог повећања шансе за интензивирање процеса како водне тако и еолске ерозије.

Развојем савремене технологије, усавршавањем опреме и програмском подршком довело је до интезивног развоја ове научне дисциплине, односно методе као што је даљинска детекција. Даљинска детекција је за веома кратко време, од седамдесетих година прошлог века, постала општеприхваћена научна дисциплина која се користи у свим пољима свакодневног живота човека. Даљинска детекција представља незаменљиво прикупљање основних података о простору и карактеристикама Земљине површине уз помоћ сателита или аерофотограметрије (Regodić, 2008).

Одређивања типа, распрострањености, старости као и других карактеристика вегетације је од великог значаја. Развитком, као што смо рекли, сателитских платформи, научници су добили велике количине података о стању вегетације што знатно утиче на правац одвијања ерозионих процеса. Први сателит намењен за цивилно читавање Земљишних ресурса био је ERTS (Earth Resource Technology Satellite) који је развијен од стране NASA-е 1972. године. Он је касније преименован Land Remote-Sensing Satellite (Landsat). NASA-а је касније изградила још 7 сателита за даљинско праћење (1971). За обраду ове велике количине података настају вегетациони индекси, где су различити индекси осетљиви на различите карактеристике вегетације, које се одређују на основу њихове реакције на различите таласне дужине из електромагнетног спектра. Вегетациони индекс који је међу првима развијен и данас има широку примену је вегетациони индекс нормализоване разлике (енг. Normalised Difference Vegetation Index –NDVI). Настао је 1973. године, а развили су га Роус и Клеглер (Rouse et al., 1974; Krieglner et al. 1969). Једна од битних примена даљинске детекције је одређивање стања вегетације и типа земљишног покривача. Вегетација игра главну улогу у оджавању стабилности и побољшавању стања неког подручја, у нашем случају то везујемо за слив (Radovanović, 2013).

За потребе овог рада, земљишни покривач је добијен применом два приступа. Први приступ је дигитализација орто–фото снимка високе резолуције. Други приступ је примена даљинске детекције за добијање вегетационог индекса NDVI коришћењем сателитских снимака Landsat 8 платформе. За оба приступа примене, коришћен је софтверски GIS пакет ArcMap. Циљ овог рада је да се упореде добијене вредности стања вегетације и земљишног покривача на истраживаном подручју. На основу добијене базе података земљишног покривача, прорачунат је губитак ерозије земљишта применом методе Потенцијала ерозије (Gavrilović, 1972). Кроз приказане статистичке податке биће утврђено да ли се и колико резултати разликују применом ове две методе.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

Опште карактеристике истраживаног подручја

Слив Гледићке реке се налази у централној Србији, у Рашком округу. Гледићка река настаје од Јабланице и Бајчетинске реке. Удаљеност истраживаног подручја од Краљева је 17 km (Слика 1). Површина слива је 34,37 km², а остали подаци слива су исказани у табели 1.

Табела 1. Основне физичко-географске карактеристике слива Гледићке реке

Table 1. Main physical characteristics of Gledička river basin

Параметар	Ознака	Вредност
Површина слива	A	34,37 km ²
Обим слива	O	28,04 km
Дужина слива по главном току	L	8,8 km
Густина хидрографске мреже	G	2,77 km/km ²
Кота врха слива	Kv	751,91 m
Кота ушћа слива	Ku	341,26 m
Уравниати пад тока	Iu	3,96 %
Средња надморска висина слива	Hsr	580,22 m
Средњи пад слива	Isr	27,07 %



Слика 1. Географски положај слива Гледићке реке

Figure 1. Location of the Gledička river basin

Истраживано подручје се одликује са врло једноставном геолошком грађом, у чијој изградњи учествују три врсте геолошке подлоге: кластити песковити и лапоровити кречњаци, банковити и плочасти кречњаци, конгломерати и конгломератични пешчари. Геолошке карактеристике и грађа терена истраживани су према основној геолошкој карти 1:100000, које су одређене путем тумача, лист Краљево К 34-6 (1968).

За разлику од геологије која има сложенију грађу и различитих геолошких формација, педолошке творевине су знатно једноставније. На сливу Гледићке реке заступљен је само скелетно земљиште, чија ће једноличност доћи до изражаја у објашњењу резултата.

Вегетацијске карактеристике истраживаног подручја

Коришћење земљишта је термин који се односи на стање делова и структуру површине слива. Интензивно пољопривредно коришћење земљишта или шумског земљишта директно утиче на развој процеса ерозије.

Одређивање начина коришћења је обављено на два начина:

1. Дигитализацијом орто-фото снимака
2. Даљинском детекцијом

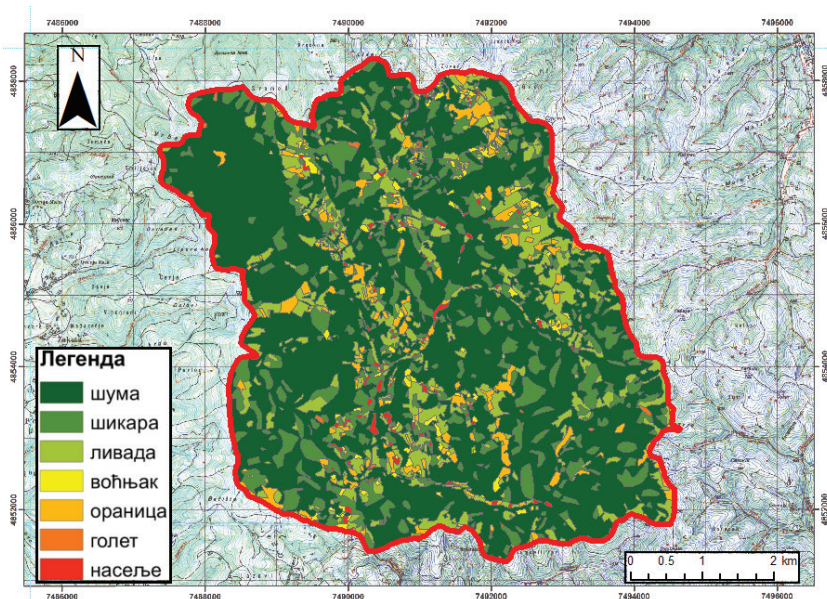
Дигитализацијом орто-фото снимака добијени су подаци о начину коришћења земљишта који су истакнути у табели 2.

Табела 2. Начин коришћења земљиштана сливу Гледићке реке

Table 2. Land use on the Gledička river basin

Категорија	Заступљеност	
	km ²	%
Шума	21.78	63.22
Шикара	5.41	15.71
Ливада	4.64	13.48
Воћњак	0.58	1.69
Ораница	1.66	4.82
Голет	0.06	0.18
Насеље	0.31	0.90
Σ	34,37	100

Слив Гледиће реке највише заузима шума са нешто више од 63%, шикаре односно жбунаста вегетација заузима скоро 16%, а ливаде 13,5%. Ово је нарочито добро зато што на површинама прекривеном овом вегетацијом има много мање шансе за развитак ерозионих процеса и ово ће се одразити на прорачуну интензитета ерозије. Оранице заузимају скоро 5 % док голети, воћњаци, насеље заузимају заједно скоро 3 % (Слика 2).



Слика 2. Карта коришћења земљишта одређена на основу орто-фото снимка

Figure 2. Land use map determined based on orthophoto image

Начин коришћења у другом случају је одређен на основу снимака прикупљеним сателитом Landsat 8 као и рачунање вегетационог индекса NDVI-ја (Табела 3).

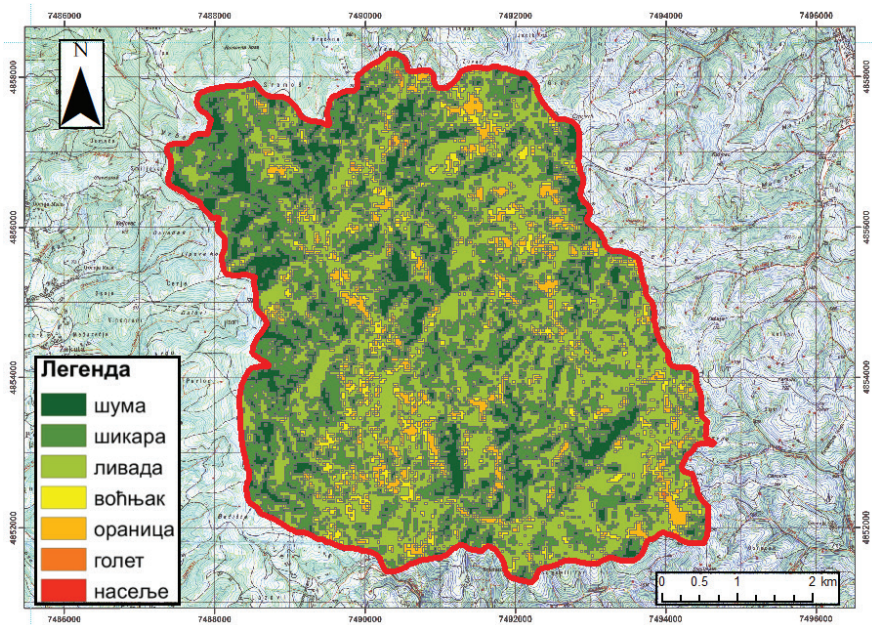
Табела 3. Начин коришћења земљиштана сливу Гледићке реке

Table 3. Land use on the Gledička river basin

Категорија	Заступљеност	
	km ²	%
Шума	4.67	13.60
Шикара	11.11	32.32
Ливада	14.33	41.70
Воћњак	2.52	7.33
Ораница	1.71	4.96
Голет	0.03	0.08
Насеље	0.001	0.003
Σ	34,37	100

Применом даљинске детекције видимо да ливада заузима највећи део слива са скоро 42%, за 28% више него дигитализацијом орто-фото снимака. Затим следе шикаре са 32%, што је дупло више него у првом случају, шуме заузимају 13%, сто представља 50% мање

него у првом случају и представља знатну разлику. Воћњаци заузимају 7 %, што је за 5% више у првом случају, оранице заузимају скоро 5% као и у првом случају, док голет и насеље према даљинској детекцији заузимају незнатан део слива (Слика 3).



Слика 3. Карта коришћења земљишта одређена на основу NDVI-ја

Figure 3. Land use map determined based on NDVI

Метода Потенцијала ерозије

Метода Потенцијала ерозије, која се у пракси назива још и метода професора Гавриловића, представља емпиријски модел за процену интензитета ерозије, укупне годишње продукције и проноса ерозионог наноса. Метода је развијена у лабораторијама Шумарског факултета Универзитета у Београду и Института за водопривреду „Јарослав Черни“ у Београду. Развијена на основу дугогодишњих теренских мерења и осматрања на бујичним водотоковима на подручју Јужне, Западне и Велике Мораве, Ибра, Тимока и Вардара (Гавриловић, 1972). Применом ове методе, помоћу топографских, климатских, геолошких, ерозивних, температурних параметара и параметра шумског покривача добија се реална оцена губитка земљишта. Према Гавриловићу, коефицијент ерозије (Z) одређује се према формули:

Према Гавриловићу, коефицијент ерозије (Z) одређује се према изразу (Табела 4):

$$Z = Y * X_a * (\varphi * \sqrt{I_{sr}})$$

Y – коефицијент који представља реципрочну вредност коефицијента отпора земљиштана ерозију. Зависи од геолошке подлоге, климата и типова педолошких творевина.

X – представља коефицијент уређења слива или ерозионог подручја и односи се на заштићеност земљишта од утицаја атмосферилија и сила ерозије у природним условима
 a – представља коефицијент уређења слива или ерозионог подручја и односи се на заштићеност земљишта од утицаја атмосферилија и сила ерозије у вештачки створеним условима

ϕ – коефицијент који представља бројни еквивалент видљивих и јасно изражених процеса ерозије у сливу

Isr– средњи пад слива

Према Гавриловићу, продукција наноса се рачуна према формули:

$$W_{\text{god}} = T * H_{\text{god}} * \Pi \sqrt{Z^3 * A} [\text{m}^3 \text{god}^{-1}]$$

T – температурни коефицијент

H_{god} [mm] – просечне годишње падавине

A [m²] – површина слива

Вегетациони индекс нормализоване разлике (Normalised Difference Vegetation Index)

„Даљинска детекција представља метод прикупљања информација путем система који нису у директном, физичком контакту са испитиваном појавом или објектом” (2019/a). Назив даљинска детекција је слободан превод енглеског термина Remote Sensing. Непосредно после развитка појма даљинске детекције формирају се различити модели вегетационих индекса. Вегетациони индекси на основу добијених снимака са платформи за даљинску детекцију екстрактују и обрађују добијене податке о основним биофизичким процесима и на основу обраде тих података добијају различите закључке. Фактори који утичу на формирање било којег индекса су: радиометријска мерења која указују присуство и активност зелене вегетације, проценат зеленог покривача, садржај хлорофила у листу, количина биомасе, као и просторни индекс листа LAI (Leaf Area Index) и упијена фотосинтетичка активна радијација APAR (Absorbed Photosynthetic Active Radiation) (Jinru et al., 2017).

Живе зелене биљке апсорбују сунчево зрачење у фотосинтетички активном зрачењу (ФАЗ), које користе као извор енергије у процесу фотосинтезе. Ћелије листова су такође еволуирале како би рефлектовале сунчево зрачење у области у близини инфрацрвеног спектра (која носи приближно половину укупне енергије која улази кроз атмосферу), јер је енергија на таласним дужинама дужим од око 700 μm је премала да синтетише органске молекуле. Снажна апсорпција на овим таласним дужинама резултирала би само прегрејавање биљке и евентуалним оштећењем ткива (Mitić, 2016). Дакле, живе зелене биљке су релативно тамне у фотосинтетичком активном зрачењу и релативно светле у блиском инфрацрвеном спектру. Насупрот томе, облаци и снег имају тенденцију да буду прилично светли у црвеној (као и друге боје видљивог спектра) и прилично тамни у скоро инфрацрвеном спектру. Пигмент у биљним листовима, хлорофил, снажно апсорбује видљиви део спектра (од 0,4 до 0,7 μm) за употребу у фотосинтези. Ћелијска структура лишћа, с друге стране, снажно рефлектује блиско инфрацрвено светло (од 0.7 до 1.5 μm) (Richardson et al., 1977).

Од раних сателитских посматрања Земље, научници су стекли податке о видљивом и скоро инфрацрвеном спектру, било је природно искористити јаке разлике у рефлексији биљака како би се одредила њихова просторна дистрибуција у овим сателитским снимцима.

Формула по којој се рачуна вредност NDVI индекса је:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где је : RED- црвена боја видљивог дела спектра

NIR – блиско инфрацрвено зрачење

Вредности овог индекса се крећу од -1 до 1, где висока вегетација је у највећем броју случаја од 0,6 до 0,8, док вредности од 0,2 до 0,3 претстављају травната подручја (Meera et al., 2015). NDVI је еквивалентан односу RED/NIR. Генерално, ако има много више рефлектованог зрачења у блиским инфрацрвеним таласним дужинама него у видљивом спектру таласних дужина, онда је вегетација у том пикселу вероватно густа и може да садржи неку врсту шуме. Накнадни рад је показао да је NDVI директно повезан са капацитетом фотосинтезе и стога апсорпцијом енергије биљних крошњи. Иако вредности индекса иду од -1 до 1, чак иу густо насељеним градским подручјима, вредност индекса је позитивна, али опет ближа нули. Појава негативних вредности су разлог поремећаја у атмосфери или при наиласку на облаке и поља прекривена снегом. Водене површине (нпр. реке, мора, језера) које имају релативно ниску моћ рефлексије и тако дају резултате близу нуле позитивне и негативне. NDVI је од великог значаја у процени великог броја значајних информација везаних за вегетацију као што су: површина листа, биомаса, концентрацију хлорофила, продуктивност биљака, акумулиране падавине итд. Вегетациони индекс NDVI је добијен на основу сателитских снимака које су продукт Landsat 8 мисије. Landsat 8 мери различите фреквенције дуж електромагнетног спектра. Сваки од сензора назива се BAND, а Landsat 8 их има једанаест(2019/c). Сателит броји црвене, зелене и плаве сензоре као 4, 3 и 2 BAND, тако да када их комбинујемо добијемо слику у боји. Од његових 11 BAND- ова, само они у најкраћим таласним дужинама од 1 до 4 и 8, су задужени за регистровање светлости у видљивом делу спектра, сви остали су задужени за онај део спектра који човек не може да види. Да бисмо разумели вредност свих BAND- ова, објаснићемо сваки посебно (2019/b).

BAND 1 сензор региструје тамноплаву и љубичасту боју. Тамноплава боја се тешко прикупља из свемира зато што се лако распршује ситним делићима прашине и воде у ваздуху, па чак и самим молекулима ваздуха. То је један од разлога зашто се врло удаљене ствари, попут планина на хоризонту, чинеплавкастим и зашто је небо плаво. Као што смо рекли овај део спектра је тешко прикупити са довољно добром резолуцијом да снимак који добијемо буде употребљив. BAND 1 има две главне улоге а то су, снимање плитке воде као и праћење ситних честица попут прашине и дима. Само по себи BAND 1 је сличан BAND 2 који је задужен за регистровање обичне плаве боје, али наравно резултати су другачији.

BAND 2, 3 и 4 су сензори који региструју плаву, зелену и црвену боју видљивог дела спектра.

BAND5 мери блиско инфрацрвено зрачење или NIR. Овај део спектра је од великог значаја, зато што уметује у израчунавању вегетационог индекса попут NDVI-ја.

BAND 6 и 7 региструје различите делове инфрацрвеног зрачења. Посебно се користи за отривање влажне земље и за откривање различитих типова стена и тла који у овом делу спектра имају снажне контрасте. Ови сензори праве слику користећи инфрацрвену, блиско инфрацрвену и тамноплаву где се добија снимак технички гледано 7-5-1.

BAND 8 сензор делује попут црно-белог снимка. Пошто овај сензор може видети вишесветлости одједном има најбољу резолуцију, односно просторну резолуцију од 15 метара.

BAND 9 покрива веома уски део спектра, зато што атмосфера апсорбује сав тај део спектра. Предност овог сензора је управо у томе зато што је тло у овом делу спектра једва видљиво и на њему се јасно види само оно што се налази изнад земљине површине односно овај BAND 9 је само за регистровање облака. Тешкоћа снимања облака се огледа у снимању „меке“ ивице, које облаци имају, које овај сензор без икаквог проблема може да забележи.

BAND 10 и 11 су сензори који праве снимке у термалном инфрацрвеном спектру. Овај сензор уместо да мери температуру ваздуха, као што раде метеоролошке станице, они мере температуру земљишта које је често много топлије.

РЕЗУЛТАТИ

Добијени резултати су рађени на основу две методе, дигитализацијом орто-фото снимака и методом даљинске детекције (слика 4 и 5). Коришћењем програмског GIS пакета ArcMap-а подаци су обрађени и применом методе Потенцијала ерозије добијена је Карта ерозије, као и интензитет ерозије који представља улазни параметар у прорачун за пронос и продукцију наноса (табела 4 и 5).

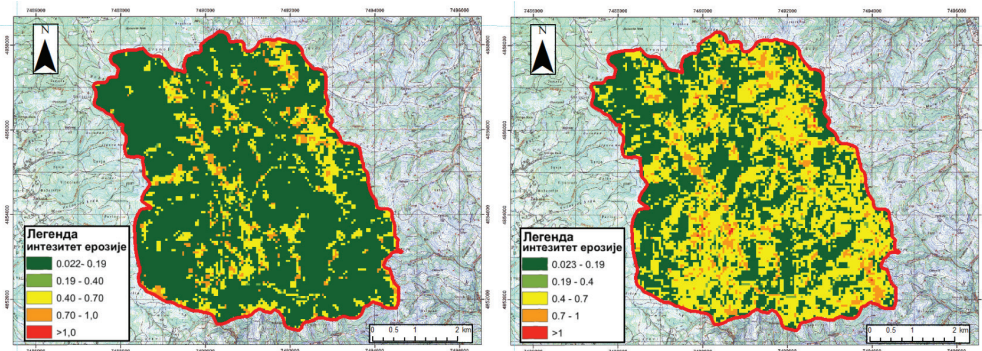
Табела 4. Основни параметри Методе Потенцијала ерозије применом орто
– фото снимка и применом даљинске детекције

Table 4. Basic parameters of the Erosion Potential Method using ortho
- photo image and remote sensing

Параметар	Добијени резултати на основу орто – фото снимка	Добијени резултати на основу даљинске детекције
Zsr –интезитет ерозије	0,162	0,34
W_{god} – продукција наноса	5875,28 m ³ /god	17863.83 m ³ /god
T –температурни коеф.	1,23	1,23
tsg – просечнагодишња температура наистраживаномподручју	12,7°C	12,7°C
H_{god} – просечне годишње падавине	678,8 mm	678,8 mm
A –површина слива	34,37 km ²	34,37 km ²
W_{godsp} – специфична годишња ерозиона продукција наноса на сливу	170,94 m ³ /km ² /god	519,75 m ³ /km ² /god
G_{god} – средње годишњи пронос наноса	3231,4 m ³ /god	9825,1 m ³ /god
Ru – коеф. ретенције	0,55	0,55
O –обим слива	28,04 km	28,04 km
L –дужина по главном току слива	8,8 km	8,8 km
D – средња висинска разлика	239 m	239 m
G_{godsp} –специфични средњи годишњи пронос наноса	94,02 m ³ /km ² /god	285,86 m ³ /km ² /god

Табела 5. Процентуално учешће интезитета ерозије
Table 5. Percentage share of erosion intensity

Коефицијент ерозије Z	Добијени резултати на основу орто – фото снимка		Добијени резултати на основу даљинске детекције	
	km ²	%	km ²	%
0-0.19	26,93	78,80	15,62	45,91
0.20-0.41	0,31	0,89	0,5	1,47
0.41-0.70	5,53	16,17	15,82	46,48
0.71-1.0	1,41	4,11	2,05	6,03
>1	0,01	0,03	0,04	0,11



Слика 4. Карта ерозије одређена

Слика 5. Карта ерозије одређена на

основу орто-фото снимкаоснову NDVI-ја

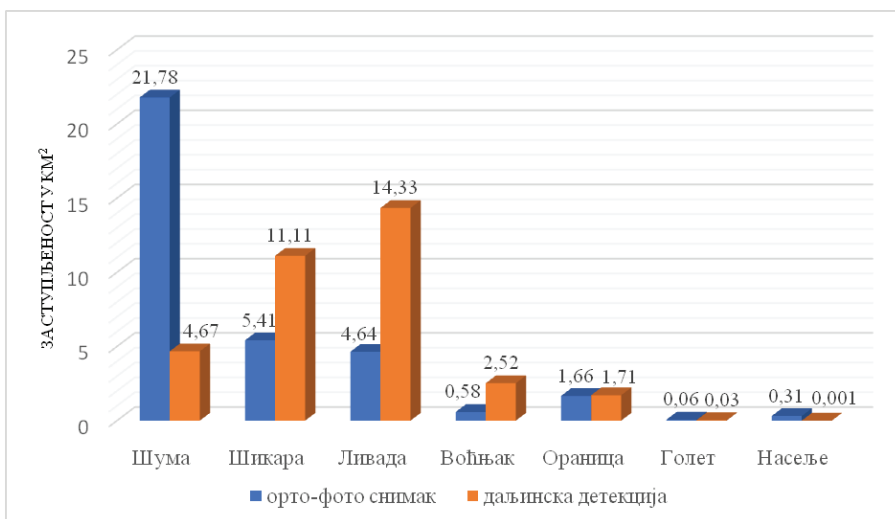
Figure 4. Erosion map determined based

Figure 5. Erosion map determined based on orthophoto image onNDVI

ДИСКУСИЈА

Добијени подаци се могу поделити у две категорије: графички и нумерички. Графички подаци представљају скуп података насталих дигитализацијом педолошке подлоге, геолошке подлоге, надморских висина, експозиције, начина коришћења земљишта, израда карата ерозије као и преклапање тих карата, помоћу програмског GIS пакета ArcMap-а. Нумерички подаци представљају табеларни приказ графичких података, односно бројчану вредност и однос добијених података.

Као крајњи резултат овог рада су представљене нумеричке вредности проноса наноса и продукција наноса на сливу Гледићке реке са задатком да се упореде два начина рада а то су дигитализација орто-фото снимака и даљинска детекција. У првом случају, дигитализацијом орто-фото снимака добијено је да је продукција наноса $W_{\text{god}}=5875,28 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ и пронос наноса $G_{\text{god}}=3231,4 \text{ m}^3/\text{god}$, док резултати добијени даљинском детекцијом су нешто виши, $W_{\text{god}}=17863,83 \text{ m}^3\text{god}^{-1}$ и $G_{\text{god}}=9825,1\text{m}^3/\text{god}$. Разлог дупло већим резултатима добијеним даљинском детекцијом се може објаснити на следећи начин. У прорачун проноса наноса и продукције наноса у оба случаја улазе исти подаци осим Z фактора, односно коефицијента ерозије. Коефицијент ерозије добијен даљинском детекцијом износи 0,34, а Z фактор добијен дигитализацијом орто-фото снимака износи 0,162. Што значи да је Z фактор добијен даљинском детекцијом скоро дупло већи што је знатно утицало на крајње резултате што је опет објашњиво. У формулу за рачунање Z фактора нам улази средњи нагиб, коефицијент јасно видљивих изражених процеса који су исти у оба случаја, коефицијент отпорности земљишта на ерозију представља коефицијент који зависи од врсте педолошког покривача који се налази на истраживаном подручју односно у овом случају само скелетно земљиште. На крају нам остаје фактор који зависи од начина коришћења земљишта, односно стања вегетације од кога зависи промена у вредности Z фактора, пошто нам је педологија једнолична на целом сливу што представља идеалан пример да се сва „тежина“ сведе на тачност одређивања врсте и стања вегетације која ће ова два начина да најпрецизније упореде (Графикон1).



Графикон 1. Разлика заступљености истраживаног подручја одређеном начину коришћења
Graph 1. The difference in the representation of the researched area in a certain way of land use

ЗАКЉУЧАК

Значај одређивања угрожених територија на подручју који се истражује је веома велик. Правилно одређивање узрока њиховог настанка као и додељивање правилне намене површина може да заштити животну средину и помогне у спречавању деградације.

Овим радом су приказане две методекартирања истраживаног подручја Гледићке реке једна дуготрајна и темељита односно дигитализација орто-фото снимака која нарочито на већим истраживаним подручјима може да траје поприлично дуго и где тачност резултата зависи доста од човека, и друга метода, даљинска детекција, која је доживела брз и експлозиван развој услед развоја доступне технологије. Од средине седамдесетих година, само три године по лансирању првог сателита, даљинска детекција преузима примат у прикупљању података о параметрима човекове околине, посебно виталности вегетације и присуства штетних материја у водама и ваздуху. Овај метод захтева много мање времена од претходног али се као новији подвргава великом испитивању. Тачност ове методе зависи од тачности снимака који се примењују у обради података где човек има веома малу улогу. Наравно, израда карте ерозије и одређивање проноса наноса и његове продукције, употребом било које од наведе две методе не би било могуће без примене програмског GIS пакета ArcMap-а, односно развојем GIS технологије које је омогућило бржу и лакшу обраду података, као и омогућавање одређених нумеричких, графичких и статистичких података, и тако помогла човеку да сваки део земље правилно користи за своје потребе, израдом објеката или једноставно правилним примењивањем у одређеној намени, тиме спречавајући појаву ерозионих процеса и додатно уништавање природе.

LITERATURA

(2019/a): Daljinska detekcija, Prirodno-matematički fakultet, Institut za geografiju, Skoplje, <http://www.igeografija.mk> (posećeno: 15.06.2019. god)

(1971): NASA, Earth Resources Technology Satellite (ERTS)

Gavrilović S., (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji, Beograd.

Jinru Xue., Baofeng Su., (2017): Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications. 10.1155/2017/1353691

Kriegler, F.J., Malila, W.A., Nalepka, R.F., and Richardson, W. (1969): 'Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition.' Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment, p. 97-131.

(2019/b): Landsat 8 Bands, Charlie Loyd, NASA, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/> (posećeno: 01.07.2019. god)

(2019/c): Landsat 8 mission <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/> (posećeno: 01.07.2019. god)

Meera Gandhi G., Parthiban, Nagaraj Thummalu S., Christy A., (2015): Ndvi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis – A Case Study of Vellore District., 3rd International Conference on Recent Trends in Computing 2015 (ICRTC-2015), Volume 57, 2015, Pages 1199-1210

Mitić N. Dragutin., (2016): Elektrotehnika 2, Univerzitet u Nišu, Elektrotehnički fakultet

Morgan R.P.C., Rickson R.J., (2005): Slope stabilization and erosion control : A bioengineering approach; Silsoe College, Cranfield University, UK.

Radovanović Uroš, (2013): Hiperspektralni snimci i vegetacioni indeksi, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet

Regodić Miodrag., (2008): Daljinska detekcija kao metod prikupljanja podataka o prostoru, Vojna akademija, Beograd

Richardson, A. J. and C. L. Wiegand (1977) 'Distinguishing vegetation from soil background information', Photogrammetric Engineering and Remote Sensing

Rouse, J.W, Haas, R.H., Scheel, J.A., and Deering, D.W. (1974): 'Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS.' Proceedings, 3rd Earth Resource Technology Satellite (ERTS) Symposium, vol. 1, p. 48-62.

(1968): Zavod za geološka i geofizička istraživanja., Tumač za list Kraljevo K 34-6, Beograd.

УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ РАЧУНАРСКИХ ПРОГРАМА ЗА ПЛАНИРАЊЕ ИЗВОЂЕЊА РАДОВА НА САНАЦИЈИ БРАНЕ КАМЕНИЦА

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF COMPUTER PROGRAMS FOR PLANNING THE EXECUTION OF WORKS ON THE REHABILITATION OF THE KAMENICA DAM

Вељко Петровић¹, Нада Драговић², Тијана Вулевић², Мирјана Тодосијевић²,
Наталија Момировић³

¹Универзитет у Београду, Шумарски факултет, студент мастер студија

²Универзитет у Београду, Шумарски факултет

³Институт за шумарство, Београд

e-mail: nada.dragovic@sfb.bg.ac.rs

Извод

Главни недостаци у области реализације пројекта за уређење бујичних сливова су одсуство примене концепта планирања и управљања. Планирањем, односно израдом планова утврђује се потреба у ресурсима (радна снага, материјал, механизација), трајање радова и динамика одвијања радова, што за циљ има економично иградњу објеката у што краћем року и са минималним капацитом (ресурсима). Као подрша процесу планирања, могу се корисити различити програми, који омогућавају праћење реализације пројекта кроз његов животни циклус, односно од почетне идеје до завршетка пројекта. У раду је дата упоредна анализа три рачунарска програма, и то Primavera, Microsoft Project и Gantt Project за планирање извођење радова на санацији бране Каменица.

Кључне речи: планирање извођење радова, динамички план, Primavera Project Planner, Microsoft Project, Gantt Project, брана.

Abstract

The main shortcomings in the implementation of the project for the regulation of torrent basins are the lack of application of the concept of planning and management. Planning, i.e. making plans, determines the need for resources (labor, materials, mechanization), duration of works and dynamics of works, which aims to economically build facilities in the shortest possible time and with minimal capacity (resources). To support the planning process, various programs can be used, which enable monitoring of the project implementation through its life cycle, i.e. initial ideas until its completion. The paper presents a comparative analysis of three computer programs, namely Primavera P6, Microsoft Project and GanttProject for planning the execution of works on the rehabilitation of the Kamenica dam.

Keywords: planning execution of works, dynamic plan, Primavera Project Planner, Microsoft Project, Gantt Project, dam.

Увод

Ерозија земљишта и бујичне поплаве имају велике последице по друштво, економију и животну средину. Редукција или елиминисање штетног дејства бујичних поплава је могућа интегралним уређењем бујичних сливова и обухвата спровођење радова у сливу и кориту бујичних водотокова. Последњих деценија у Србији се ретко спроводе мере интегралног уређења слива, пре свега због немогућности обезбеђења финансијских средстава као и нерешених правно-имовинских односа у сливу (Драговић, 1993). Уређењу бујичних сливова се прступа углавном када су се десиле катастрофалне поплаве, док су улагања у извођење радова мала (Драговић, Ристић, 2013). Недовољна финансијска улагања у ову веома значајну област проузроковала су нижи ниво технологије и организације извођења противерозионих радова у односу на грађевинарство или неку другу привредну грану (Драговић, 1993).

Незадовољавајуће стање у области релаизације пројеката за уређење бујичних сливова које се односи на прекорачење рока изградње објеката и предвиђеног рока за стављање објеката у функцију, намеће потребу за планирањем, контролом и координацијом пројекта од његовог почетка до краја реализације. Најважнији елементи у планирању извођења радова на контроли ерозије и бујица су време, трошкови и ресурси (Драговић и др. 2013). Планирањем, односно израдом планова утврђује се трајање радова и динамика њиховог одвијања, као и потребе у ресурсима (радна снага, материјал, механизација). Почетна фаза у процесу планирање је анализа постојеће пројектне документације, дефинисање свих радова који треба да се изведу и утврђивање технологије њиховог извођења. Утврђена технологија одвијања радова одређује редослед извршења. Следећа фаза у планирању чини израда одређених врста планова, статичких и динамичких (динамички план напредовања радова, динамички планови потреба у ресурсима). Добијеним плановима одређено је укупно трајање извођења радова и потребе у ресурсима, који се након тога оптимизују да би се утврдило најкраће могуће трајање реализације пројекта уз минимално коришћење ресурса.

У току планирања извођења радова велику помоћ пружају програми, односно алати, које служе као подршка и олакшавају целокупни процес планирања. Програми који се користе за планирање реализације пројекта могу се користити у свим фазама пројекта, од конструкције пројектног плана, дефинисања временског оквира за реализацију пројекта, расподеле ресурса, планирања трошкова и др. (Милошевић, 2010). Значајна предност коришћења програма је могућност праћења, контроле и координације пројекта у свим фазама реализације. Осим тога, рачунарски програми омогућују добра прегледност и видљивост тренутног стања одвијања радова, њихову анализа и реакција на уочене грешке и недостатке (Јовановић, 2008).

У раду је извршена упоредна анализа примене програма Primavera Project Planner, Microsoft Project и Gantt Project за планирање извођења радова на санацији бране „Каменица”.

Материјал и методе рада

Примена рачунарских програма вршена је за планирање извођења радова на санацији бране Каменица. Слив реке Каменице налази се у подручју општине Ваљево и припада сливу реке Колубаре. Укупна површина слива реке Каменице је 6.5 km², док је изводно од бране површина слива 3.5 km². Основна намена бране је водоснабдевање насеља

Горња Каменица и одбрана од поплава. Осим тога, вода акумулационог језера користи се за наводњавање, а има и спортску и рекреативну намену. Брана је изграђена од земљаног материјала и висока је 12 m. Ширина круне бране је 4 m, док је дно широко 58 m. Узводна косина је под нагибом од 1:2.5, а преко земљаног материјала је направљен зид од бетонских плоча. Низводна косина је под нагибом од 1:2. На низводној страни су изведене филтерске дренаже које одводе провирне воде из тела бране. Круна и низводна косина су прекривене травним покривачем са травама отпорним на ерозију земљишта (Јаник, 2013).

На телу бране нема видљивих оштећења, док је брзоток са великим оштећењима која су проузроковала понирање воде још у његовом горњем делу, тако да нема више функцију за коју је пројектован. Решење за такво стање брзотока је његово рушење, уклањање нанетог материјала и изградња новог брзотока на том месту. Пројектовани брзоток је дужине 73,58 m, а корито брзотока има вертикалне бочне зидове висине 1.8 m. Брзоток има два дела, део у кривини и праволинијски део који се наставља даље до корита реке. У склопу брзотока пројектовано је шест каскада. Осим брзотока, пројектована су и два бочна улива за увођење бујичних вода у брзоток (Јаник, 2013).

За планирање извођења радова на уређењу бујичних сливова израђују се статички и динамички планови а методе које се користе за израду тих планови су нумеричке и графичке. Од графичких метода за израду динамичких планова користе се хистограми, графикови и дијаграми. У виду хистограма израђују се помоћни динамички планови потреба у ресурсима: радној снази, материјалу и механизацији. Графикони се такође користе за израду помоћних динамичких планова потреба у ресурсима, док су од дијаграма највећу примену нашли гантограми и мрежни дијаграми који се израђују у оквиру метода мрежног планирања (Драговић, 2020).

Техника мрежног планирања развијена је је у Америци 50-тих година прошлог века за потребе војне индустрије. Методе мрежног планирања заснивају се на примени графова, модерне алгебре и математичке статистике. Две најпознатије методе технике мрежног планирања су СРМ метода (*Critical Path Method*- метода критичног пута) и PERT метода (*Program Evaluation and Review Technique* – метода оцене и ревизије програма). Основне предности ових метода су (Драговић, 2020): добра прегледност одвијања радова графичким начином приказивања технолошког процеса помоћу мреже; анализа радова који у себи не садрже никакву временску резерву и од којих зависи рок изградње објеката; утврђивањем оптималног редоследа радова омогућава се и оптималан распоред ресурса (радне снаге, материјала, механизације и финансијских средстава); брже утврђивање извршења радова у односу на планирано.

СРМ метода има већу примену за планирање одвијања радова на уређењу бујичних сливова. СРМ метода је први пут примењена у Америци 1957. године, при планирању пројеката у хемијској индустрији. Ова метода спада у групу детерминистичких метода јер се прорачун трајања активности врши на бази употребљаваних норматива рада, стандардних времена, статистичких и искуствених података. Обухвата три фазе: анализу структуре, анализу времена и анализу трошкова (Крчевинац et al, 2010).

Предност метода мрежног планирања у односу на класичне је што омогућавају строго раздвајање појединих фаза, а тиме и примену рачунарских програма, чиме се процес планирања временски вишеструко смањује. СРМ метода је основа сваког рачунарског програма развијеног за планирање, односно управљање пројектима.

Рачунарски програми за планирање извођења радова

Рачунарски програми за планирање и управљање пројекима користе се у различитим областима привредне и друштвене делатности које се баве изградом и реализацијом пројеката: грађевинарству, пољопривреди, шумарству, хемијској индустрији, разним областима производне индустрије, софтверској индустрији, економији, уметности и др. Ови програми представљају алате који омогућавају планирање активности, управљање ресурсима, процену трошкова, праћење реализације пројекта, прикупљање различитих података, извештавање о ризицима, упоређивање реализованих активности са планиранима и контролу и прављење завршног извештаја о реализацији пројекта (Mitrović et all, 2011).

Програми који се користе за планирање могу се поделити на основу начина рада и трошкова. Према начину рада разликују се програми који се инсталирају на рачунару и програми који се покрећу преко интернет претраживача. Друга подела је на програме који се комерцијални и на оне који су open-source (бесплатни). Избор рачунарског програма за примену зависи од сложености пројекта. Данас постоји велика понуда софтверских пакета за планирање и управљање пројектима. Неки од тих програма су: Microsoft Project, GanttProject, Jira, Copper, Liquid planner, Asana, Primavera Project Planner (Агатоновић, 2018). У раду је анализирана функционалност три програма чије компоненте одговарају планирању реализације пројеката за уређење бујичних сливова, а то су: Microsoft Project (MS Project), Gantt Project и Primavera Project Planner.

MS Project је један од најстаријих и најчешће примењиваних програма за организацију и планирање послова. Прва верзија је изашла 1984. године а најновија 2018. године. Поред Windows-а, може се користити и на осталим оперативним системима. MS Project омогућава: израду динамичких планова, планирање различитих врста ресурса, планирање и анализу трошкова, праћење и контролу извршења пројекта, анализу ризика, креирање различитих врста извештаја, увоз и извоз пројектних података, висок ниво интегрисане комуникације чланова пројектног тима и др. (Момировић, 2014).

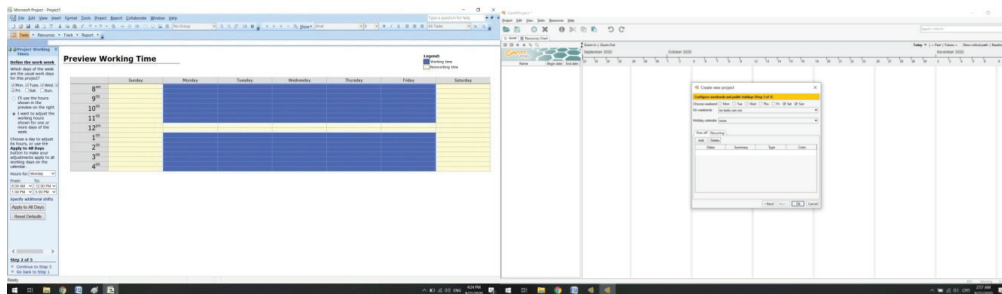
Други програм који је примењен за планирање одвијања радова на изградњи брзотока за брану Каменица је Gantt Project. Програм је произведен 2003. године. Направљен је у програмском језику Java и бесплатан је. Може се користити на више оперативних система: Linux, Windows, MacOS. Користи се за организацију мање сложених пројеката (Петровић, 2020).

Primavera Project Planner је израдила 1983. године приватна компанија Primavera која је 2009. године ушла у састав компаније Oracle. Primavera Project представља један од комплекснијих програма који се користе за управљање људским и материјалним ресурсима, израду термин планова, контролу трошкова и управљање ризицима (Момировић, 2014). Овај програм нашао је примену за управљање пројектима у многим јавним и приватним предузећима у Србији.

Упоредна анализа примене рачунарских програма на примеру планирања извођења радова на санацији бране Каменица

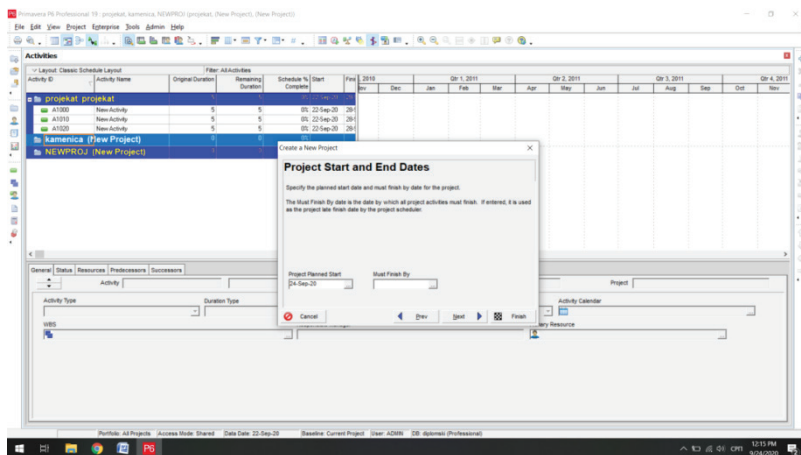
Пре примене рачунарских програма за планирање извођења радова на санацији бране Каменица извршен је прорачун потребног времена за сваку активност (врсту рада) према нормативима рада и количинама одређеним предмером радова, као и прорачун потреба

у ресурсима (радној снази, механизацији и материјалу). Почetni кораци у примени програма MS Project и Gantt Project су слични. Прву фазу чини дефинисање пројекта (назив пројекта и датум почетка пројекта) са одређивањем радног времена (трајање смене са временом трајања паузе, радни и нерадни дани) (Слика 1, Слика 2). Као што је већ наведено, Gantt Project је сличан MS Project-у, али је једноставнији за примену. Има мање функција, чиме је ограничена његова примена у погледу анализе ресурса, извештавања и сл. MS Project има опцију „Водич“ која се активира на левој страни радне површине и олакшава рад у примени програма (Петровић, 2020).



Слика 1. Дефинисање радног времена, MS Project

Слика 2. Одређивање радних и нерадних дана, Gantt Project



Слика 3. Дефинисање пројекта, Primavera P6

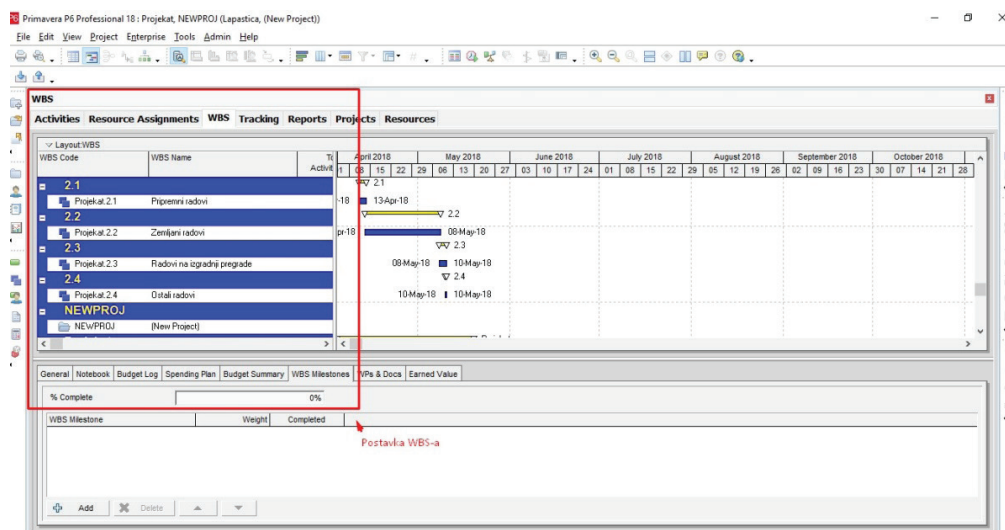
Следећи корак у примени програма је уношење задатака (активности, врсте радова) и утврђивање њихових међусобних веза. У програме су унети радови (задаци) према предмјеру радова преузетом из пројекта (Јаник, 2013) са израчунатим временима трајања сваке врсте рада. MS Project, као сложенији програм у односу на Gantt Project, пружа могућност груписања задатака и слободно успостављање међусобних веза, док се у Gantt Project-у задаци уносе хронолошким редом. Редослед уношења задатака је битан због успостављања следа веза између њих. У оба програма постоје четири типа веза између задатака: завршетак-почетак (FS, finish to start), почетак-почетак (SS, start to

start), почетак-завршетак (SF, start to finish), и завршетак-завршетак (FF, finish to finish). Утврђивањем веза између планираних задатака добија се динамички план одвијања радова – гантограм са назначеним критичним радовима, односно активностима без временске резерве на које посебно треба обратити пажњу. Израдом динамичког плана напредовања радова добија се укупно време трајања пројекта. Изглед гантограма у ова два програма је сличан. Критичне активности у MS Project-у се обично приказују црвеном бојом док су активности које имају временску резерву плаве боје (Слика 5). У Gantt Project-у, притиском на опцију „Прикажи критични пут“ приказују се критичне активности које чине критични пут пројекта, а на гантограму су оне тамније осенчене (Петровић, 2020) (Слика 6).

Динамички план напредовања радова на санацији бране Каменица урађен је у сва три анализирана програма (Слика 5, 6 и 7).

Након дефинисања времена трајања пројекта, важно је дефинисати и потребе у ресурсима: радној снази различите структуре и квалификације, механизацији, материјалу и финансијским средствима.

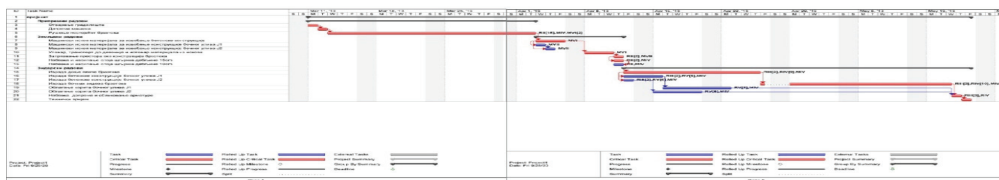
Рад у програму Primavera Project Planner-у се значајно разликује од прва два анализирана програма. Разлика је нарочито изражена у почетним корацима примене програма. Прва фаза примене програма обухвата дефинисање пројекта, тј. назив пројекта, датум најранијег почетка и датум завршетка пројекта који је могуће накнадно променити (Слика 3). Након тога, формира се EPS чвориште (Enterprise Project Structure) које представља целине у предузећу, фазе пројекта или друге пројекте који се у предузећу реализују. Убацавање пројеката у чворишта није ограничено.



Слика 4. Приказ WBS-a, Primavera Project Planner

После формирања EPS-a, потребно је формирати WBS структурни дијаграм (Work Brakedown structure) која представља хијерархијски приказ активности у пројекту (Белошевац, 2018) (Слика 4). Primavera програм се у овом делу рада на пројектима разликује од MS Project-a, као и од Gantt Project-a. MS Project ради на принципу

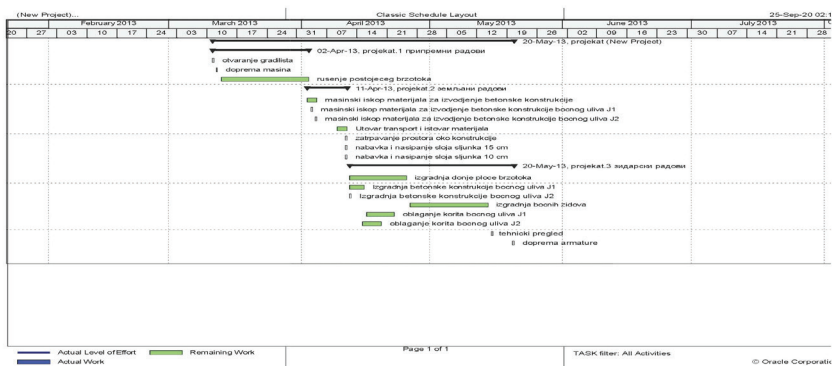
формирања збирних или сумарних активности, које даље могу да имају своје подактивности. Убацивњем активности и подактивности, аутоматски се ствара WBS. За разлику од MS Project-а, код Primavera-e се прво формира WBS, а тек након туга се уносе активности. После формирања WBS-а уносе се активности и њиховог трајања. Свакој активности се додељује назив и трајање. Процес повезивања активности у целину врши се у картицама „Претходник“ (активности пре сагледаване активности) и „Наследник“ (активности након сагледаване активности). Везе које се користе између активности су исте као и у MS Project-у и Gantt Project-у. Успостављањем веза између активности добија се гантограм, динамички план напредовања радова који даје увид у реализацију целог пројекта.



Слика 5. Динамички план напредовања радова на санацији бране Каменица применом MS Project-а



Слика 6. Динамички план напредовања радова на санацији бране Каменица применом GanttProject-а



Слика 7. Динамички план напредовања радова на санацији бране Каменица применом Primavera Project Planner-а

Закључак

Развојем информационих технологија, а тиме и програма за управљање пројектима многоструко је убрзан и олакшан процес планирање реализације пројекта. За планирање извођења радова санације бране Каменица код Ваљева примењена су три рачунарска програма: Primavera Project Planner, Microsoft Project и Gantt Project и извршена њихова упоредна анализа.

У раду су приказане методе технике мрежног планирања које чине основу већине рачунарских програма за планирање, односно управљање пројектима. Програми који су примењени за планирање одвијања радова на санацији бране Каменица одабрани су према примењивости у области реализације пројекта за уређење бујичних сливова. За сваки од примењених програма дате су основне карактеристике као и основни кораци у примени. Истовремено са приказом начина примене вршена је и упоредна анализа функционалности програма. Помоћу сва три програма урађен је динамички план напредовања радова, гантограм. Програми пружају могућност прорачуна потребних ресурса (радне снаге, материјала, механизације и финансијских средстава) за сваку врсту рада, као и за пројекат у целини. Могућности управљања ресурсима на пројекту су различите за сваки од програма. Најмање могућности пружа Gantt Project а највише Primavera. Већу сличност у примени имају програми Microsoft Project и Gantt Project, док се програм Primavera разликује од њих у структури, посебно у почетним корацима примене. Primavera програм се примењује за управљање комплексним пројектима, Microsoft Project за управљање средње сложених пројеката а Gantt Project за управљање по обиму и сложености мањим пројектима.

Примена програма за планирање одвијања радова за уређење бујичних сливова је неопходна и веома значајна и због тога мора бити више заступљена у пракси. На основу спроведене анализе може се закључити да су сва три рачунарска програма примењива у области управљања пројектима за уређење бујичних сливова али да још увек највећу примену има Microsoft Project.

Литература

Dragović, N., Ristić, R. (2013): Institutional Organisation and Financing of Works for the Protection of Soil from Erosion and Torrent Control in Serbia: Current Problems and Possible Solutions, Wildbach- und Lawinenverbau, Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering, Juni 2013, Heft Nr, 171, pp. 256- 266, ISBN: 978-3-9503089-5-2

Dragović, N., Vulević, T., Todosijević, M., Kostadinov, S. Zlatić, M. (2017): Minimization of direct costs in the construction of torrent control structures. Tehnicki vjesnik-Technical gazette 24 (4), 1123-1128.

Jovanović, P. (2008): Upravljanje projektima, Project management, Visoka škola za upravljanje projektima, Belgrade

Mitrović, Z., Obradović, V., Mihić, M. (2011): Usporedna analiz a softvera za upravljanje projektima, Zbornik radova, VIII Skup privrednika i naučnika: *Operacioni menadžment u funkciji održivog ekonomskog rasta i razvoja Srbije 2011-2020*, Beograd, 01-02. novembar 2011 godine

Агатоновић, Д. (2018): Припрема и планирање извођења радова за уређење Кучајске долине, Универзитет у Београду Шумарски факултет Београд

Белошевац, Ј. (2018): Планирање извођења техничких радова на уређењу слива реке Лапиштице применом рачунарског програма Primavera, дипломски рад, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд

Драговић, Н. (2020): Организација противерозионих радова, материјал за припрему испита, Шумарски факултет Београд

Драговић, Н. (1993): Прилог управљању пројектима за уређење бујичних сливова. Симпозијум агроекономиста поводом 30. година Агроекономског одсека. Менаџмент маркетинг и информациони системи у функцији развоја пољопривреде. Београд, 20-22. септембар 1993.

Јаник, Н. (2013): Пројекат организације извођења радова на санацији бране Каменица, стручни рад, Шумарски факултет Београд

Крчевинац, С., Чангаловић, М., Ковачевић-Вујчић, В., Мартић, М., Вујошевић, М. (2010): Операциона истраживања 2, 3 издање, Факултет организационих наука, 578 стр, ISBN 978-86-7680-210-4, Београд

Милошевић, Д., Томић, А. (2010): Управљање пројектима – савремени приступ, Висока школа за пословну економију и редузетништво, Београд.

Момировић, Н. (2014): Примена рачунарских програма за планирање извођења радова на уређењу слива леве притоке реке Качаруше, завршни рад, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд

**60 ГОДИНА ОДСЕКА ЗА ЕКОЛОШКИ ИНЖЕЊЕРИНГ У ЗАШТИТИ
ЗЕМЉИШНИХ И ВОДНИХ РЕСУРСА, НА ШУМАРСКОМ
ФАКУЛТЕТУ У БЕОГРАДУ**

**60 YEARS OF THE DEPARTMENT OF ECOLOGICAL ENGINEERING FOR SOIL
AND WATER RESOURCES PROTECTION,
FACULTY OF FORESTRY IN BELGRADE**

Станимир Костадинов^{1*}

¹Редовни професор Универзитета у Београду Шумарског факултета, у пензији

Извод

Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса формиран је 1960. године, тада под називом Одсек за ерозију и бујице, а прву генерацију студената уписао је за школску 1960/61. годину. Први шеф одсека био је проф. др. Слободан Гавриловић који је, на позив проф. Сретена Росића, на Шумарски факултет дошао из Савезне комисије за водопривреду 1958. године. Током година у складу са друштвеним променама долазило је до промена у наставним плановима и програмима одсека да би 2006. године са наставним планом у складу са Болоњском декларацијом добио садашњи назив.

Током 60 година Одсек је растао, у оквиру Шумарског факултета Универзитета у Београду, унапређујући свој кадровски састав, наставни и научноистраживачки рад и постао спектабилна просветна и научна институција у нашој земљи и свету.

Кључне речи: Одсек, ерозија земљишта, бујични токови, еколошки инжењеринг, образовање, научно истраживачки рад.

Abstract

The Department of Ecological Engineering for Soil and Water Resources Protection was formed in 1960, under the name of the Department of Erosion and Torrents, and the first generation of students was enrolled in the school year 1960/61. The first head of the department was prof. dr. Slobodan Gavrilović who, at the invitation of prof. Sreten Rosić, came to the Faculty of Forestry from the Federal Commission for Water Management in 1958. Over the years, due to the social changes, there have been changes in the curricula of the department, and with the curriculum in accordance with the Bologna Declaration, it was given its current name in 2006.

During 60 years, the Department has grown, within the Faculty of Forestry, University of Belgrade, improving its staff, teaching and scientific research work, and has become a reputable educational and scientific institution in our country and the world.

Keywords: Department, soil erosion, torrents, ecological engineering, education, scientific research

УВОД

Шумарски факултет Универзитета у Београду ове године обележава 100 година рада, односно 100 година вискошколске наставе у области шумарства. На почетку то је био Пољопривредно-шумарски факултет са два одсека: пољопривредни и шумарски. Поред осталих дисциплина на шумарском одсеку редовни професор Љубивоје Малетић је предавао предмет „Уређење бујица“. То је било први пут да се на Универзитету у Београду предаје проблематика заштита земљишта од ерозије и уређење бујичних токова. (Гавриловић, С., 1972).

Професор Љубивоје Малетић (1879 - 1940) био је истакнути инжењер који се бавио пројектима за уређење бујичних токова, да би касније прешао на Факултет и држао предавања до краја свог живота (1940). После смрти проф. Малетића 1940. године предмет „Уређење бујица“ предавао је проф. Милан Нешић са Техничког факултета у Београду. Асистент је био дипломирани инжењер шумарства Димитрије Петровић.

За време II светског рата Шумарски факултет није радио. После II светског рата редовни професор на Шумарском факултету у Београду за предмет „Уређење бујица и шумске мелиорације“ био је инж. Сретен Росић (1896 - 1969). (Гавриловић, С., 1972). После рата настава је почела школске 1945/46. године.

У другој половини XIX века услед брзог привредног развоја Србије дошло је убрзаног уништавања шума. Посебно је то било изражено у годинама изградње железничке пруге Београд – Ниш и затим Ниш – Ристовац, када је дошло до интензивирања сеча шума. То је резултирало појави интензивних процеса водне ерозије, а као последица тога дошло је до појаве бујичних токова и бујичних поплава. Бујичне поплаве су наносиле штете насељима, саобраћајницама, индустрији, пољопривреди и целокупном друштву. Са циљем заштите железничке пруге пре свега у Грделичкој клисури почели су први организовани противерозиони радови 1907. године. Радови малог обима су извођени све до почетка II светског рата. Рат је радове у те сврхе свео на минимални обим. После II светског рата и свих разарања која су се десила, ерозиони процеси у Србији су достигли катастрофалне размере, поготову 1948. године. Због тога су у Народној скупштини доношени закони за заштиту земљишта од ерозије.

Републичка Влада и Скупштина су контроли ерозије и одбрани од бујичних поплава придавали велики значај, па су у периоду педесетих година донели неки значајни закони из ове области (Костадинов, С., Златић, М., Ранковић, Н., 1997):

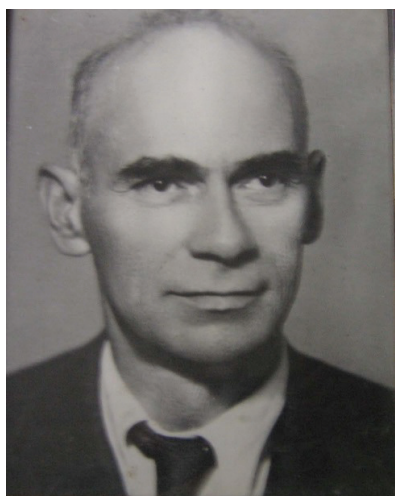
1. Закон о заштити земљишта од ерозије и клизишта на подручју Грделичке клисуре и Врањске котлине (1952. године)
2. Закон о заштити од ерозије и уређењу бујица (1954. године)
3. Закон о заштити земљишта од ерозије и уређењу бујица (1960. године). Године 1965., приликом усаглашавања Закона са новим Уставом укнут је Закон о заштити земљишта од ерозије и уређењу бујица и отада надаље ова проблематика је третирана другим Законима, а највише Законом о водама, јер је од 1967. године заштита од ерозије и уређење бујица пикључена области водопривреде.

4. Закон о водама СРС (1967. године)
5. Закон о водама СРС (1975. године).

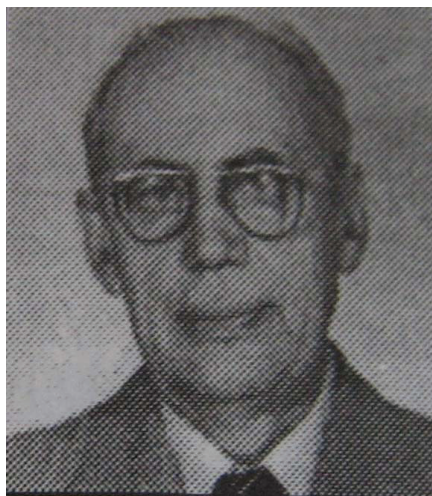
Највише радова у овој области, пре свега у Грделичкој клисури и Врањској котлини, изведено је педесетих година због заштите већ поменутих саобраћајница. Касније интензитет радова опада да би дошло до скока 1977. и 1978. године када су добијена знатна средства за ове радове од Зајма за аутопут и водопривреду 1977. године.

Поред законодавне активности од 1947. године, у Србији јужно од Саве и Дунава, почело се са формирањем специјализованих предузећа названих Секције за заштиту земљишта од ерозије и уређење бујица. До 1960. године формирано је 9 таквих секција. После 1967. године ове секције су пребачене из сектора шумарство у сектор водопривреда и преименоване у „Водопривредна предузећа“ најчешће са називом Водопривредно предузеће „Ерозија“, са местом где је дирекција тог предузећа: Ниш, Владичин Хан, Књажевац итд.

Све то је захтевало много кадрова специјалиста за заштиту од ерозије и уређење бујица. На иницијативу проф. Слободана Гавриловића и проф. Сретена Росића, Извршно веће (Влада) Републике Србије 1959. године, донело је одлуку да се на Шумарском факултету Универзитета у Београду формира Одсек за ерозију и бујице, са задатком да припрема високошколске кадрове за решавање проблема заштите земљишта од ерозије и уређења бујичних токова (одбрана од бујичних поплава). Прва генерација студената уписала се на овај нови одсек и почела студирање школске 1960/61 године. Одсек за ерозију и бујице био један од 5 одсека који су тада формиран на Шумарском факултету. На Одсеку за ерозију и бујице предмети су распоређени у две катедре: Катедра за бујице и ерозију и Катедра за шумске мелиорације. Проблематика ерозије и бујичних токова предаје се на предмету „Уређивање бујица и заштита од ерозије“ током 3 семестра у III и IV години студија, а предметни наставник је проф. др Слободан Гавриловић, који је постао и први шеф Одсека.



Слика 1. Проф. Сретен Росић
Figure 1. Prof. Sreten Rosic



Слика 2. Проф. Слободан Гавриловић
Figure 2. Prof. Slobodan Gavrilovic

ОДСЕК ЗА ЕРОЗИЈУ И БУЈИЦЕ

Циљеви одсека и наставни план

Одсеку за ерозију и бујице је 1961. године добио нови назив: Одсек за ерозију и мелиорације. Наставни план Одсека је конципиран са идејом да се школују стручњаци који би могли успешно да се баве контролом ерозионих процеса и одбраном од бујичних поплава примењујући принцип интегралних мелиорација у бујичним сливовима. (Гавриловић, С., 1972). Пошло се од идеје да успешна контрола ерозионих и бујичних процеса у бујичним сливовима може да се одвија на основу ова три принципа:

1. Контрола ерозионих процеса на стрмим падинама сливова, на шумском земљишту, применом разних метода пошумљавања,
2. Контрола ерозионих процеса на пољопривредном земљишту применом метода конзервације земљишта,
3. Контрола ерозије, транспорта наноса и бујичних поплавних таласа у хидрографској мрежи бујичних токова применом разних грађевинско-техничких објеката: преграде, прагови, консолидациони појасеви (попречни објекти), регулација доњих токова бујичних водотока од разних материјала, обалоутврда (подужни објекти). У групу грађевинских радова спадају и радови на санацији клизишта, сипара и одрона.

У том циљу су конципирани и предмети у наставном плану за академске студије у трајању 4 година. Предмети на прве две године студија су скоро исте са предметима на Одсеку за шумарство. Поред општих предмета: математика, нацртна геометрија, хемија, предвојничка обука уведени су и уводно стручни предмети: техничко цртање, техничка механика, педологија, петрографија са геологијом, метеорологија са климатологијом, геоморфологија са климатологијом и др.

Наставни план Одсека обухватао је следеће предмете:

1. Прва година студија: Ботаника, Хемија, Петрографија са геологијом, Виша математика, Предвојничка обука I и Страни језик (двосеместрални предмети); Техничко цртање, Економија и Основи науке о друштву (једносеместрални). У другом семестру студенти су почели да слушају Геодезију, слушала се и у III семестру.

2. Друга година студија: Педологија, Нацртна геометрија, Техничка механика са геомехаником, Метеорологија са климатологијом, Геоморфологија са хидрогеологијом, Дендрологија са фитоценологијом, Предвојничка обука II (двосеместрални); Геодезија само у III семестру, Инжењерске конструкције (слушала се и у V семестру).

3. Трећа година студија: Хидротехника са хидрометријом, Основи уређивања и гајења шума, Шумске културе и плантаже, Искоришћавање пољопривредног земљишта на нагнутом теренима, Основи пољопривреде, Француски језик, (двосеместрални предмети); Основи искоришћавања шума (једносеместрални предмети), Инжењерске конструкције (само у V семестру); Шумске мелиорације и Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије у VI семестру.

4. Четврта година студија: Шумске мелиорације, Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије, Пољопривредне мелиорације, Машине и алати, Заштита биља на еродираним подручјима, Организација и економика на еродираним подручјима (двосеместрални).

Укупно је било 30 предмета, са тиме што су неки предмети као Хемија и предмети са Одсека шумарство на III и IV години су полагани по два пута на крају сваког семестра, тако да су студенти полагали уствари 34 испита.

Као што се види у првој и другој години поред општих предмета су били и уводно стручни предмети као Ботаника, Педологија, Дендрологија са фитоценологијом, Геоморфологија са хидрогеологијом и Геодезија. У трећој и четвртој години су били стручни предмети значајни за одсек. Посебно се истиче значај предмета „Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије“ и „Шумске мелиорације“ који су се слушали у три семестра (VI, VII и VIII) са повећаним бројем часова. Око првог су се груписали предмети везани за грађевинско - техничке радове, док су око другог били предмети везани за биолошке радове, пошумљавање, затрављивање и подизање воћњака. Проблематика заштите пољопривредних земљишта од ерозије се детаљније проучавала на 3 предмета: Искоришћавање пољопривредног земљишта на нагнутих теренима, Основи пољопривреде и Пољопривредне мелиорације.



Слика 3. Проф. Велашевић, асист. Дожић, проф. Јевтић и асист. Костадинов на Гочу

Figure 3. Prof. Velasevic, asst. Dozic, prof. Jevtic and asst. Kostadinov in Goc

Проблем је био што за огромну већину предмета није било уџбеника. Ја сам уписао прву годину на Одсеку 1964. године и сећам се да смо имали уџбенике из Ботанике, Метеорологије са климатологијом, Више математике, Искоришћавања шума и Гајења шума. За остале предмете сам, као и сви студенти, хватао белешке на предавањима, набављао литературу на руском и бугарском језику (јер су те књиге биле много јефтиније од књига из западне Европе), узимали књиге са Грађевинског факултета

(Одсека за хидротехнику) итд. Професор Гавриловић је за предмет Уређивање бујица и заштита земљишта од ерозије, имао скрипте на којима је за сваку генерацију студената лепо оригиналне фотографије и скице. Исто је за предмет Шумске мелиорације имао професор Лујић.

И поред свега уз велико залагање професора и сарадника студенти су добијали изванредно знање, које смо надопуњавали на теренским наставама. На пример за стручне предмете у III и IV години студенти су у мају имали по две седмице теренске наставе једне године на теренима у Источној Србији и једне године Грделичкој клисури и Врањској котлини. Поред тога у току године студенти су имали и више једнодневних теренских настава.

Неколико година после формирања Одсека проф. Гавриловић је формирао магистарске студије (III степен студија) у области ерозије и бујичних токова на одсеку. Студије су трајале две године затим израда и одбрана магистарског рада, што је трајало минимум 3 година. Такође увео је и докторат из ове области, који су могли да пријаве савршени студенти магистарских студија, са више објављених научних радова.



Слика 4. Проф. Јевтић, проф. М. Поповић и асист. Костадинов са студентима III и IV године на теренској настави, 1976 год.

Figure 4. Prof. Jevtic, prof. M. Popovic and asst. Kostadinov with third-year and final-year students in the field study, 1976 year

Примедба на реализацију наставног плана могла би бити у томе што за неке предмете у тим првим годинама на одсеку није било наставника, па су те предмете предавали наставници са других одсека. На пример предмет „Машине и алати“, предавао је професор са Одсека за механичку прераду дрвета, па су студенти углавном слушали предавања о моторима, а не о грађевинским машинама. После дипломирања у пракси би се први пут срели са разним машинама на градилиштима у оквиру радова на уређењу бујичних токова, те су морали накнадно да о тим машинама уче, али и то се брзо превазилазило. Предмет „Организација и економика на еродираним подручјима“, предавао је професор са Одсека за шумарство па су студенти углавном слушали материју о економији и организацији у

предузећима за газдовање шумама (шумским газдинствима). Такве мане су отклањане каснијим променама наставних планова и програма.

РАЗВОЈ ОДСЕКА

Промене наставног плана и наставних програма

Током у складу са искуством, променама у друштву и новим научним достигнућима у области заштите земљишта од ерозије и одбране од бујичних поплава, долазило је до промена наставних планова и програма и назива одсека.



Слика 5. Наставници и сарадници Одсека, стручни предмети, јесен 1978. године

Седе с лева на десно професори: Велашијевић, Јевтић, Лујић, М. Ђоровић, З. Лазаревић
 Стоје с лева на десно: Проф. Јовичић, проф. Заплотник, асист. Подолишак (бели
 мантил) проф. Сенић (прерада дрвета), лаборант М. Урошевић, стр. сар. Г.
 Станојевић, инж. Ч. Јевтић (Ваљево), асистенти В. Матић, Р. Кадовић, С.
 Костадинов, Љ. Летић, проф. М. Поповић, лаб. М. Марјанов, у позадини студенти В.
 Микулашек и Н. Вукчевић.

Недостају: проф. С. Петковић, М. Петровић и асист. С. Дожић (његов је снимак)
 Figure 5. Professors and assistants of the Department, professional subjects, autumn 1978

Године 1973. дошло је до промене Статута Шумарског факултета, а тиме је дошло до промене и Статута одсека. Одсеци су постали самосталне организације са посебним жиром рачуном и сваки одсек је добио име Институт. Тако је „Одсек за ерозију и мелиорације“ уз нови Статут постао „Институт за водопривреду ерозионих подручја“.

Тада је уведена нови наставни план одсека у коме је најзначајније да су уведена два нова предмета: уместо два предмета „Машине и алати“ и „Организација и економика на

еродираним подручјима“, уведени су предмети : „Организација грађења и механизација“ и „Економика уређења сливова“ са одговарајућим наставницима. Предмет „Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије“ добио је нови назив „Бујични токови и ерозија“ такође са наставом у три семестра (VI , VII и VIII семестар). Уведен је и нови предмет „Бетонске хидроконструкције“ са два семестра у IV години. Поред тога уведена је и одбрана дипломског рада из неког од стручних предмета.

Године 1988. опет је била промена Статута Факултета, која је значила и промену у смислу назива појединих одсека. Опет се враћа у називу организационе јединице „Одсек“. Тако „Институт за водопривреду ерозионих подручја“ постаје „Одсек за заштиту од ерозије“. Под утицајем Катедре за мелиорације и Одсека за шумарство да се смањи број техничких предмета, долази до изостављања из наставног плана Одсека два предмета :“ Инжењерске конструкције“ и „Бетонске хидроконструкције“. Са таквим наставним планом Одсек улази у тешке 90-те године XX века, када је дошло до распада СФРЈ и ратова у окружењу Републике Србије, санкција УН, рата на Косову и Метохији и на крају бомбардовање СР Југославије, пре свега Србије од стране НАТО алијансе у пролеће 1999. године.

Године 1998. донет је нови Закон о високом образовању, према коме је први пут Влада Републике Србије постављала Декана Факултета, а Декан постао шефове катедара. До тада наставници и сарадници су бирали Декана, а чланови сваке катедре су бирали шефа катедре и његовог заменика. Тада је одлуком Декана факултета формирана и трећа катедра на Одсеку за заштиту од ерозије под називом Катедра за противерозиону геотехнику. Та катедра је формирана издвајањем следећих предмета са Катедре за бујице и ерозију: Основи геотехнике у бујичарству, Организација грађења и механизација противерозионих радова, Хидрогеологија са геоморфологијом и Хидраулика са хидрологијом. На Катедри за бујице и ерозију остају предмети: Бујични токови и ерозија, Пројектовање у бујичарству, Економика уређења ерозионих подручја и Материјали у противерозионим радовима. (Златић, М., 2020).

После 5. октобра 2000. долази до промене власти у Републици Србији, те је дошло и до промене неких закона, међу њима и Закона о високом образовању. После 5. октобра 2000. године и промене декана Шумарског факултета долази до промене у саставу катедара. На Катедри за бујице и ерозију поред постојећих предмета: Бујични токови и ерозија, Пројектовање у бујичарству, Економика уређења ерозионих на Катедру се враћају предмети Хидраулика са хидрологијом, и Организација грађења и механизација противерозионих радова, а на Катедру за противерозиону геотехнику прелази предмет Материјали у противерозионим радовима.

Године 2002. долази до промене Статута Шумарског факултета и Статута свих одсека. Долази и до неких промена у наставним плановима. Одсек добија назив Одсек за заштиту од ерозије и уређење бујица. У оквиру Одсека је врло интензивна дискусија о новом наставном плану. Као резултат тога уводе се два усмерења на одсеку: технички радови и биолошки радови. У ту сврху се уводе по два изборна предмета за свако усмерење. То су били први изборни предмети на Шумарском факултету.

ОДСЕК ЗА ЕКОЛОШКИ ИНЖЕЊЕРИНГ У ЗАШТИТИ ЗЕМЉИШНИХ И ВОДНИХ РЕСУРСА

Године 2005. усвојен је нови Закон о високом образовању који је условио нову организацију универзитетске наставе на принципима Болоњске декларације. У септембру 2005. године захваљујући стипендији од ЕУ двоје наставника са Одсека одлазе на студијски боравак од 3 седмице на два универзитета из Европске Уније и то: проф. Нада Драговић на Пољопривредном универзитету у Прагу (Шумарски факултет), а проф. Станислав Костадинов на БОКУ Универзитету у Бечу (Институт за инжењеринг о планинским ризицима). Њихов задатак је да проуче начин рада на универзитетима који већ имају наставу на принципима Болоњске декларације. Један од услова за акредитацију нових наставних планова у Србији, био је њихова компатибилност са минимум два универзитета из земаља Европске Уније те смо ми изабрали ова два универзитета јер имају студијске програме везане за проблеме ерозије, бујичних токова и бујичних поплава. По повратку у Београд радили смо на припреми новог наставног плана одсека у оквиру Шумарског факултета на принципима Болоњске декларације. Поред искуства са ова два универзитета, разматрали смо и студијске програме са других пре свега европских универзитета. Посебно смо обратили пажњу на Аристотелов универзитет у Солуну, који има Шумарски факултет и на њему одсек за уређење брдских сливова. Нови наставни план одсека у том духу смо припремили за школску 2006/2007 годину. Године 2008. је тај студијски програм акредитован код Националне комисије за акредитацију.

У оквиру те реформе одсек је добио нови назив Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса. Код припреме овог студијског програма поставило се и питање његовог назива. Увидели смо да нигде у свету више нема студијског програма под називом ерозија и уређење бујичних токова увек су то називи: уређење предела, уређење брдских сливова, еколошки програми заштите природе и сл. Ми смо се одлучили за овај назив имајући у виду да заштита од ерозије и одбрана од бујичних поплава практично значи заштиту животне средине, и представља решавање еколошких проблема. Ово се пре свега односи на заштиту од деградације земљишта и вода. Ерозија представља деградацију земљишта, док ерозиони нанос изазива механичко и хемијско загађење вода у водотоковима и језерима.

Морам рећи да је доста колега из наше праксе касније имала примедбе због овог назива одсека, да смо напустили борбу са ерозијом и бујицама. Ми смо наравно говорили да заштита земљишта од ерозије и уређење бујичних токова тј. одбрана од бујичних поплава и даље остају главни задаци стручњака који излазе са тог студијског програма.

Поред промене назива одсека дошло је и до промене (допуне) наставног плана на сва три нивоа студија у смислу проучавања глобалних промена на планети и еколошких аспеката тих промена и могућностима утицаја на њих. То ће допринети ширим могућностима запошљавања наших дипломираних студената.

Нови студијски програм обухвата 3 нивоа студија:

- основне студије, трајања 4 године, 240 кредита
- мастер студије, трајања 1 годину, 60 кредита
- докторске студије, трајања 3 године, 180 кредита.

Касније 2013. године била је нова акредитација студијског програма (на сваких пет година се преиспитује и врши акредитација студијских програма) и најновија акредитација је била 2019. године. У табелама бр. 1 и 2 приказује се наставни план Одсека за основне и мастер студије, после најновије акредитације 2019. године.

Треба напоменути да су Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса и Одсек за шумарство једини на Шумарском факултету имали услове да организују докторске студије после прве акредитације. Услов, поред осталог, био је да на студијском програму постоје најмање пет наставника са радовима објављеним у међународним научним часописима са SCI (Scientific Citation List) листе.

Табела 1. Распоред предмета за основне студије по семестрима и годинама студија

Table 1. Subjects per semester and year of study for the Bachelor degree program

Р. бр.	Шиф. пред.	Назив предмета	Сем.	Број часова	ЕСПБ
ПРВА ГОДИНА					
		Математика	I	3+3	5
		Петрографија са геологијом	I	2+2	5
		Нацртна геометрија са инжењерском графиком	I	3+3	5
		Хемија	I	2+2	4
		Метеорологије са климатологијом	I	3+1	4
		Страни језик	I	4+0	4
		Страни језик (наставак)	II	3+0	4
		Геодезија са основама ГИС-а	II	3+3	5
		Ботаника	II	3+3	5
		Дендрологија	II	3+3	6
		Основи заштите животне средине	II	2+3	5
		Изборни предмет I - Социологија и животна средина - Екофизиологија	II	2+2	5
		Пракса		3 дана	3
Укупно часова активне наставе				58	
Укупно ЕСПБ					60
ДРУГА ГОДИНА					
		Шумарска фитоценологија	III	3+2	5
		Хидрогеологија са геоморфологијом	III	4+3	6
		Педологија	III	4+4	6
		Техничка механика	III	2+2	4

Р. бр.	Шиф. пред.	Назив предмета	Сем.	Број часова	ЕСПБ
		Изборни предмет II - Физика земљишта - Ревитализација малих водних токова	III	2+2	5
		Биостатистика	IV	2+2	4
		Материјали у противерозионим радовима	IV	3+3	6
		Основи геотехнике у бујичарству	IV	4+3	7
		Шумски репродуктивни материјал	IV	2+2	4
		Примена ГИС-а у заштити ЗВ ресурса	IV	2+3	5
		Изборни предмет III - Заштита флористичког диверзитета - Основи микробиологије земљишта	IV	2+2	5
		Пракса		5 дана	3
Укупно часова активне наставе				58	
Укупно ЕСПБ					60
ТРЕЋА ГОДИНА					
		Основи гајење шума	V	3+2	4
		Хидраулика у заштити земљишних и водних ресурса	V	3+4	5
		Механизација у противерозионим радовима	V	2+3	5
		Бујични токови и ерозија I	V	3+3	6
		Изборни предмет IV - Управљање земљишним и водним ресурсима у заштићеним подручјима - Позајмишта и резерве материјала	V	2+2	5
		Бујични токови и ерозија II	VI	3+4	6
		Конзервација земљишта	VI	3+3	6
		Хидраулика отворених токова		2+2	5
		Заштита вода	VI	2+2	5
		Изборни предмет V - Управљање ризицима од природних непогода и климатске промене - Водопривреда брдско-планинских подручја	VI	2+2	5

Р. бр.	Шиф. пред.	Назив предмета	Сем.	Број часова	ЕСПБ
		Изборни предмет VI - Аерозагађења и шумска земљишта - Основе шумске хидрологије	VI	3+2	5
		Пракса		6+4 дана	3
Укупно часова активне наставе				57	
Укупно ЕСПБ					60
ЧЕТВРТА ГОДИНА					
		Коришћење вода шумских подручја	VII	3+3	6
		Мелиорације земљишта	VII	3+4	6
		Пројектовање у бујичарству	VII	3+4	6
		Изборни предмет VII - Просторно уређење ерозионих подручја - Рекултивација јаловишта	VII	2+2	5
		Шумске мелиорације I	VII	3+3	5
		Шумске мелиорације II	VIII	3+3	5
		Организација ПЕ радова	VIII	3+3	6
		Економика заштите земљишних и водних ресурса	VIII	3+3	6
		Изборни предмет VIII - Земљиште и технике биоинжењеринга - Рестаурација бујичних сливова	VIII	2+2	5
		Пракса		6+6 дана	5
		Завршни рад	VIII		5
Укупно часова активне наставе				52	
					60

Табела 2. Распоред предмета за мастер студије по модулима (М) на Одсеку

Table 2. The Master degree program of subjects per modules on the Department

Р. бр.	Шиф. пред.	Назив предмета	Сем.	Број часова	ЕСПБ
М1 - Заштита водних ресурса брдско-планинских подручја					
		Деградација земљишта и вода и глобалне промене	I	3+2	5
		Заштита водних ресурса од наноса	I	3+2	5
		Површински водни ресурси	I	3+2	6
		Шумска хидрологија	I	2+3	5
		Управљање пројектима за заштиту земљишних и водних ресурса	I	2+3	5
		Изборни предмети: - Анализа ризика од деградације природних ресурса - Реонизација зона ризика од природних непогода - Морфолошке промене регулисаног речног корита и водни екосистеми - Заштита и еколошко коришћење вода фреатске издани - Мониторинг квалитета површинских вода	I	2+2	4
		Студијски истраживачки рад	II	20	10
		Стручна пракса	II		5
		Мастер рад	II		15
Укупно часова активне наставе				49	
Укупно ЕСПБ					60
М2 - Деградација и заштита ресурса земљишта					
		Деградација земљишта и вода и глобалне промене	I	3+2	5
		Политика и управљање одрживим развојем земљишног простора	I	3+2	5
		Модел деградације земљишта	I	3+2	6
		Шумска хидрологија	I	2+3	5
		Системи агрошумарства	I	2+2	5

Р. бр.	Шиф. пред.	Назив предмета	Сем.	Број часова	ЕСПБ
		Изборни предмети: - Еколошки ефекти шумских мелиоративних радова - Санација клизишта - Хемија земљишта и животна средина - Стабилизација терена	I	2+2	4
		Студијски истраживачки рад	II	20	10
		Стручна пракса	II		5
		Мастер рад	II		15
Укупно часова активне наставе				48	
Укупно ЕСПБ					60
М3 - Управљање одрживим развојем деградираних подручја					
		Деградација земљишта и вода и глобалне промене	I	3+2	5
		Политика и управљање одрживим развојем земљишног простора	I	3+2	5
		Вредновање природног капитала	I	3+2	6
		Управљање пројектима за заштиту земљишних и водних ресурса	I	2+3	5
		Утицај социо-демографског развоја на природне ресурсе	I	2+2	5
		Изборни предмети: - Системи за подршку одлучивању у управљању земљишним и водним ресурсима - Управљање квалитетом у заштити земљишних и водних ресурса	I	2+2	4
		Студијски истраживачки рад	II	20	10
		Стручна пракса	II		5
		Мастер рад	II		15
Укупно часова активне наставе				48	
Укупно ЕСПБ					60

Као што се види на основним студијама у наставном плану има 32 обавезна предмета и 16 изборних предмета. Студенти полажу 32 обавезна и 8 (од 16) изборних предмета, односно укупно 40 предмета. На први поглед изгледа много за 4 година студија, али треба напоменути да су то једносеместрални предмети што је знатно лакше положити него предмета који се предају 2 или 3 семестра.

На мастер студијама студентима се нуде 3 модула: М1 који у себи има више техничке проблематике, М2 који више разматра проблематику билошког аспекта одсека и М3 који је више оријентисан ка организационим и управљачким проблемима.

На крају поглавља о настави даје се списак професора који су предавали најзначајније предмете, у оквиру група: технички предмети, биолошки предмети и предмети везани за пољопривредну проблематику. Предмети су приказани са називима који су се мењали током времена.

1. Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије (1960 - 1972), Бујични токови и ерозија (1973 - 2020. и даље): проф. Слободан Гавриловић од 1960 - 1976. По одласку проф. Гавриловића у пензију 1976. године предмет преузима проф. др Љубиша Јевтић. По одласку проф. Јевтића у пензију 1995. године, предмет Бујични токови и ерозија предаје проф. Станимир Костадинов до октобра 2014. године када одлази у пензију, а предмет преузима проф. Ратко Ристић. Од 1986. године део предмета Бујични токови и ерозија који се предаје у VI семестру предаје проф. Станимир Костадинов.

2. Хидротехника са хидрометријом (1960 - 1973), Хидраулика са хидрологијом (1973 - 2013), Хидраулика отворених токова (2013 - 2020): Проф. Војислав Младеновић (1960 - 1974); проф. Слободан Петковић (1974 - 2009); Проф. Сава Петковић (2009 - 2011); Проф. Весна Ђукић (2011- 2020).

3. Шумске мелиорације (1960 - 2020 и даље): проф. Радомир Лујић (1960 - 1980), проф. Велитар Велашевић (1980 - 1986), проф. Стеван Дожић (1987 - 2013), Проф. Сара Лукић (2013 - 2020).

4. Искоришћавање пољопривредног земљишта на нагнутим теренима (1960 - 1988), Пољопривредни агроекосистеми (1988 - 2006), Конзервација земљишта (2006 - 2020): проф. Зора Лазаревић (1960 - 1985), проф. Ратко Кадовић (1985 - 2013), проф. Мирјана Тодосијевић (2013 - 2020).

ПРОФЕСОРИ ЗАСЛУЖНИ ЗА ФОРМИРАЊЕ ОДСЕКА

Проф. др. Слободан Гавриловић

Рођен је 1914. у Београду. На Пољопривредно-шумарском факултету (Одсек шумарски) дипломирао је 1938. године. До 1941. године радио је у хидротехничким секцијама за уређење бујица у Србији, Македонији и Босни. За време II светског рата запослио се у Одсеку за бујице Министарства шума и рудника у Београду. По завршетку рата постављен је за секретара Института за научна истраживања у шумарству. Тада су основане две огледне станице: у Предејану (Грделичка клисура) за осматрање водне ерозије и протицање воде и наноса у бујичним токовима и у Сушари (Делиблатска пешчара) за осматрање феномена еолске ерозије. 1949. године прелази у Институт за водопривреду НРС (данас Институт за водопривреду „Јарослав Черни“) где остаје до половине 1954., када прелази у Савезну комисију за водопривреду. 1953. године је провео четири месеца у Италији и Швајцарској на специјализацији из области Заштите земљишта од ерозије и уређења бујица.

1957. године је на Шумарском факултету одбранио докторску дисертацију под насловом „Класификација бујичних токова Грделичке клисуре и квантитативни режим њихових наноса“. На Шумарском факултету у Београду запослио се 1958. године када је изабран у звање ванредног професора на предмету „Уређивање бујица и заштита од ерозије“.

Проф. Слободан Гавриловић је 1960. године учествовао у оснивању и био први шеф Одсека за ерозију и бујице (тадашњи назив Одсека). По формирању Одсека предавао је предмет „Уређивање бујица и заштита замљишта од ерозије“, касније предмет је добио назив „Бујични токови и ерозија“. На Шумарском факултету формирао је експерименталну лабораторију за бујичне токове и ерозију.

За редовног професора изабран је 1964. на предмету Уређење бујица и заштита земљишта од ерозије. Објавио је 75 научних и стручних радова. Његове методе класификације бујичних токова, метода потенцијала ерозије, прорачун максималног протицаја у бујичним токовима и прорачун продукције и проноса наноса наноса у бујичним сливовима, публиковани су и примењују се у многим научним институцијама у земљи и иностранству. Метода потенцијала ерозије проф. Гавриловића примењује се за прорачун продукције и проноса наноса у бујичним сливовима, како у Србији тако и у државама: Северној Македонији, Црној Гори, Хрватској, Босни и Херцеговини, Бугарској, Грчкој, Пољској, Чешкој и др. Према методи потенцијала ерозије урађене су карте ерозије за све републике бивше СФРЈ и даље су важеће.

Пројектовање радова за уређење бујичних сливова незамисливо је без примене метода дијагностике сливова и хидролошких прорачуна протицаја и проноса наноса без метода које је дао проф. Гавриловић.

Поред научних радова проф. Гавриловић је писао и књиге из области ерозије и бујица. Међу осталима написао је врло значајну књигу «Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији» 1972. године и отворио нове видике у решавању проблема у бујичарству. Књига је била специјално издање часописа „Изградња“ из Београда. Конструисао је нове алатке за шумљавање. Носилац је ордена за заслуге за народ са сребрним венцем. Проф. Гавриловић је отишао у пензију 1976. године.

Проф. Слободан Гавриловић је био човек са визијом, изванредан наставник, а такође и врло вредан научни радник. Своје радове је објављивао најчешће у часописима „Изградња“ и „Водопривреда“. Својим научно-истраживачким радовима поставио је темеље науке о ерозији и бујичним токовима код нас. Први је код нас у истраживањима имао експерименталне сливове (20 у Грделичкој клисури), а експериментални слив Рипе у сливу Топчидерске реке, који и данас постоји у оквиру Института за водопривреду „Јарослав Черни“. Организовао је семинаре, симпозијуме и конгресе из области ерозије и бујичних токова и водио акције за објашњавање ове проблематике у ширем друштву са циљем да ова струка нађе своје место у друштву. Био је врло активан у сарадњи са друштвено-политичким факторима и што се каже сва врата су му била широм отворена. Имао је врло блиску сарадњу са нашом праксом у области ерозије и бујица.

С друге стране несебично је помагао студентима у савладавању наставе и касније по дипломирању, трудио се око њиховог запошљавања. Дипломираним студентима је био на располагању за стручне консултације код израде разних великих пројеката у шта сам се

и лично уверио, док сам, пре доласка на Шумарски Факултет, радио у Водопривредном предузећу „Босна-Дрина „ Сарајево, Самостални погон за ерозију и бујице у Зворнику. Често сам долазио код њега на консултације око израде пројеката.

Професор Сретен Росић (1896 – 1969)

Проф. Сретен Росић рођен је 1896. године. Учествовао је у Првом светском рату. Студирао је после I Светског рата (Великог рата) у Француској, на „Ecole superiere nationale des eaux et des forets“ (Национална висока школа за шуме и воде) у Нансију, као стипендиста Владе Републике Француске. Дипломирани студенти овог факултета раде у области шумарства и заштити земљишта од ерозије и уређењу бујичних токова. Француска је још средином XIX века формирала снажну државну службу „Restauration des tertens en montagnes“ (Рестаурација планинских терена) која функционише и данас, као државна служба у оквиру сектора шумарство. После дипломирања радио је у Одсеку за уређење бујица при Министарству шума и рудника, а затим као извођач радова и пројектант на уређењу бујичних токова и бујичних сливова, примењујући нова рационална решења.

После II Светског рата поред предавања на Шумарском факултету постао је и помоћник министра шумарства СР Србије. Проф. Сретен Росић, је постао први декан Шумарског факултета 1949. године, када се одвојио од Пољопривредног факултета. Од школске 1952/53 Проф. Росић предаје предмет „Уређивање бујица и заштита од ерозије“. Године 1956. формирају се два смера: Шумско-узгојни и Шумско-индустријски смер, а предмет „Уређивање бујица и заштита од ерозије“ био је на техничком Шумски-индустријском смеру и тако је било до реорганизације и формирања пет одсека на Шумарском факултету 1960. године.

Проф. Росић се, поред наставе и стручног рада, бавио врло успешно и научним радом. Своје радове је објављивао углавном у светски познатом францском научном часопису „Revue forestiere française“ (Француска шумарска ревија). После дугогодишњих истраживања о ефекту бујичарских преграда изграђеним у бујичним токовима широм Србије, педесетих година XX века, предложио је свој систем за уређење бујичних токова, који је назвао „Угашивање бујица“. Године 1960. штампао је свој универзитетски уџбеник „Бујице и њихово угашивање“. У њему је детаљно образложио свој нови систем за уређење бујичних сливова и да приказ класичног француског сиситема за уређење бујичних сливова.

Његова идеја је била да уместо пасивног деловања класичних бујичних преграда, изгради преграде са великим отворима у телу преграде, које активно делују на разбијање бујичних поплавних таласа одвајајући воду од вученог наноса. Конципирао је три типа таквих преграда: процеднице, таложнице и помоћне таложнице. У свом магистарском раду сам истраживао ефекте таложница на 10 дотада изграђених објеката у бујичним токовима у Србији, у бујичним сливовима од Дрине до Врањске Бање. Испоставило се да оне имају најбоље ефекте у бујичним сливовима где преовлађују следећи типови геолошке подлоге: кречњаци, серпентинити, мермери и дијабаз рожначка формација. На тим теренима једна таложница има ефекат као три класичне преграде исте висине.

Преграде типа проф. Росића су биле претеча функционалних преграда које су стручњаци у Аустрији развили седамдесетих година XX века, а такође и преградама званим

„наносоуловитељи“ које су колеге из Тбилисија у Грузији, бивши СССР, предложили крајем 60-тих година XX века. Преграде проф. Росића ушле су у светску класификацију преграда које урадио др Салваторе Пуљизи из Италије. Проф. Росића су знали врло добро инжењери бујичари у Француској. Кад сам био на студијском боракву у Греноблу 1988. године и сретао колеге из струке, многи од старијих колега су ме питали за проф. Росића. Нисам имао част да га упознам јер кад сам ја уписао Шумарски факултет на Одсеку за ерозију и мелиорације, проф. Росић је већ био у пензији.

ПЕРСПЕКТИВЕ ДАЉЕГ РАЗВОЈА ОДСЕКА

Као и све струке у Србији у последњих 30 година и бујичарска струка има велике проблеме који се пре свега огледају у драстичном смањењу улагања у противерозоне радове. Узроци тога су многобројни, а најзначајнији су: распад претходне државе СФР Југославије, ратови у окружењу Србије, санкције Уједињених нација, бомбардовање од стране НАТО пакта 1999. године, светска економска криза 2008-2010, а 2020. године светска пандемија Covid-а 19. Као резултат тога, улагања у противерозоне радове су далеко испод неопходног минимума, што је довело до пропадање неких водопривредних предузећа која су се бавила заштитом земљишта од ерозије и уређењем бујичних токова. Преостала су само још три таква предузећа: у Нишу и Краљеву (државна) и Ваљево једино од приватизованих које још ради. Да би сагледали потребе за школовање високообразовних кадрова у области ерозије и бујичних токова треба да сагледамо стање ерозије и бујичних поплава у Србији.

Противерозони (бујичарски) радови, изведени на подручју Србије, поготову, у периоду 1950-1990 год. имали су врло значајне позитивне ефекте. Пре свега, изведени радови су знато смањили интензитет ерозије и побољшали стање екосистема на ерозионим подручјима. Поред тога, противерозони (бујичарски) радови су, кроз смањење ерозионе продукције наноса, значајно редуцирали и транспорт наноса у већем делу хидрографске мреже подручја Србије. Са становишта водопривреде, овај ефекат је од посебног значаја, јер је тиме смањена угроженост водопривредних објеката, пре свега водних акумулација, од засипања наносом.

Посебно је значајан ефекат противерозоних (бујичарских) радова на заштити насеља и саобраћајне инфраструктуре. У новијем периоду је извршена регулација већег броја бујичних водотока у насељеним зонама. Што се тиче заштите саобраћајница, најефектнији су примери Грделичке клисуре у Јужној Морави и Ибарске клисуре. У сливовима и бујичним притокама на секторима ових клисура извршен је велики обим противерозоних (бујичарских) радова, чиме је остварен потпуно задовољавајући степен безбедности саобраћаја на комуникацијама великог републичког значаја.

У периоду 1907 - 2006 године, за 100 година, изведен је значајан обим противерозоних радова и то (Kostadinov,S., 2007):

- зидарски радови (преграде, регулације) 1.501.656,70 m³, или просечно годишње 15.016,57 m³год.
- биолошки радови (пошумљавање голети, затрављивање, и др.) 120.987,30 ha, или просечно годишње 1.209,87 ha год.

Међутим и поред несумњивих позитивних резултата, стање ерозије земљишта у Србији још увек није задовољавајуће, а последњих година се још и погоршава. Имајући у виду садашње стање ерозије земљишта и бујичних токова у Србији, јасно је да не може бити говора о развоју привреде и друштва уопште ако се тај проблем не буде решавао много енергичније него што је рађено последњих десетак година (имајући у виду економску кризу у којој се земља налази).

Обим проблема може се сагледати из следећих чињеница:

1. За даљи развој наше привреде неопходно је консолидовати и унапредити пољопривредну производњу (ратарство, сточарства, воћарство). У условима када у брдско-планинском региону Србије (75% од територије Србије припада том региону) владају средњи до врло јаки процеси ерозије то није могуће. Тиме отпада коришћење наших компаративних предности у тој производњи (здрава храна) и добијање девиза од извоза пољопривредних производа.
2. Просторни план и Водопривредна основа Србије јасно су истакли проблем ерозије и бујичних токова. Наиме, оцигледно је да се проблем водоснабдевања, у Србији може решити једино изградњом бројних водних акумулација јер Србија је сиромашна у водним ресурсима. Због тога је у ова два значајна документа, кључна за даљи развој Србије, јасно речено да се постојеће акумулације за водоснабдевање (Врутци, Гружа, Пелије, Барје, Завој, Бован, Грлиште, Газиводе, Радоњић, Селова, Првонек, Равно итд.) као и 33 акумулације које су према њима планирају за градњу морају заштити од засипања и загађења ерозионим наносом. У годинама које иду вода постаје кључни чинилац за људски опстанак, а вода и земљиште (уз ваздух) остају ресурси од којих зависи даљи развој људског рода.

Према Водопривредној основи Србије за заштиту постојећих акумулација треба извести следеће радове:

- грађевински (зидарски) радови 340.000,00 m³
- биолошки радови 43.000,00 ha

За будуће 33 акумулације потребни су следећи радови:

- грађевински (зидарски) радови 1.350.000,00 m³
- биолошки радови 161.000,00 ha.

Према томе само за заштиту садашњих и будућих акумулација треба извршити следеће радове на уређењу бујичних токова и заштити земљишта од ерозије:

- грађевински (зидарски) радови 1.690.000,00 m³
- биолошки радови 204.000,00 ha

То значи да само за заштиту акумулација треба извршити знатно већи обим противерозионих радова него што је досад изведено укупно за све потребе од 1907. до 2006. године (закључно).

Најугроженија од ерозије земљишта су брдско-планинска подручја у којима се јављају најинтензивнији процеси водне ерозије од I до III категорије и око 12.500 бујичних токова. Ова подручја обухватају око 2.000.000 ha постојећих шумских површина и највећи део од 1.350.000 ha планираних за пошумљавање до 2050. године, а у циљу постизања оптималне шумовитости Србије од 41%. У оквиру ових површина за пошумљавање, предвиђених Просторним планом Србије, ерозијом I до III категорије захваћено је приближно 30-40%, а у овим категоријама, **пошумљавање се не може извести без озбиљних противерозионих радова.** Дугорочни циљ, очување садашњих шумских површина и претварање 1.350.000 ha голети у нове површине под шумом, без планирања озбиљних противерозионих, биолошко-техничких и техничких радова на уређењу корита бујичних токова, је немогуће остварити. (Ђоровић, М., Кадовић, Р., 1997)

3. Остаје и даље ургентна потреба да се изводе противерозиони и бујичарски радова на заштити насеља, саобраћајница, енергетских и индустријских постројења и других објеката значајних за привреду и друштво у целини.
4. Поред тога, у блиској будућности у светлу предстојећих климатских промена, може се очекивати повећања потреба за противерозионим радовима, уређењем бујица и мелиорацијама замљишта, јер ће ерозија и бујичне поплаве постати још већи друштвени проблем, који ће нарочито озбиљно угрозити пољопривреду, шумарство и водопривреду. На основу резултата истраживања и бројних расправа на међународном плану, истакнут је значај глобалне промене климе, али и других динамичких промена животне средине које могу бити једнако значајне ако не и значајније. Деградација земљишта и земљишног простора се много мање помиње него глобалне промене климе али може имати много штетније последице.

Све ово ће имати директан и индиректан утицај на интензивирање и проширење ерозионих процеса свих облика. Тако, површинска ерозија са свим својим облицима ће се знатно проширити због повећане еродибилности земљишта. Смањење укупних падавина и већи климатски контрасти, повећаће површине потенцијално угрожене дубинским процесима ерозије и то првенствено због погоршавања инфилтрационе способности и губитка опште макропорозности (Кнабе, W., 1990, Кречек, J., 1990). Бујичне поплаве које су задесиле Србију у последњих 20 година, а поготову оне из 2001., 2014., 2016. и 2019. потврђују велику неопходност рада на контроли ерозије земљишта и одбрани од бујичних поплава, а самим тим и потребу за школовањем високостручних кадрова у области заштите земљишта од ерозије и уређења бујичних токова.

ЗАКЉУЧАК

Одсек за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса формиран је и почео са наставом пре 60 година под називом Одсек за ерозију и бујице. Током времена у складу са тренутним условима у друштву долазило је до промена наставних планова и програма, али је остајала генерална линија припрема високообразовних кадрова са задатком контроле ерозије земљишта и уређење бујичних сливова у циљу одбране од бујичних поплава. После 2005. године, Шумарски факултет, а самим тим и Одсек, своје наставне планове конципира у складу са Болоњском декларацијом. У том духу су акредитовани наставни планови 2008., 2013. и 2019. године.

У овом раду је је укратко приказана наставна активност одсека током првих 60 година рада, тек да остану записани на једном месту основни подаци о настанку и раду одсека у првих 60 година. Активности у научно-истраживачком раду и раду на изради пројеката и студија за потребе привреде овог пута су изостављени. Наиме, то је врло широко поље рада, а морам рећи да су колеге на одсеку свих ових година, били врло активни и успешни, како на научно-истраживачком тако и на стручном пољу. Остаје могућност да се о томе припреми посебан прилог, а не мора да се чека нека округла годишњица. Такође требало детаљно анализирати где су све радили и раде наши дипломирани студенти. Уствари још би боље било да се направи једна опсежна свеобухватна монографија о формирању и досадашњем раду Одсека, од Одсека за ерозију и бујице до Одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса.

Упркос свим тренутним тешкоћама јасно је да потреба за кадровима који се школују на Одсеку остаје и даље неупитна имајућу у виду да:

1. Ерозија и бујични токови представљају врло велики проблем који се јавља као лимитирајући фактор у привредном и друштвеном развоју Србије.
2. За успешно решавање овог проблема морају се обезбедити основни предуслови: финансијска средства и законска регулатива, али морају бити на располагању и стручни кадрови за пројектовање и извођење противерозионих радова.

ЗАХВАЛНОСТ

У припреми овог рада много су ми помогли колегинице и колега:

Проф. Нада Драговић са основним подацима о биографији проф. С. Гавриловића,

Проф. Мирјана Тодосијевић, са материјалом о наставном плану Одсека акредитованом 2019. године,

Истраживач сарадник Института за шумарство Наталија Момировић техничким сређивањем рада и преводом извода на енглески језик,

Колега дипл. инж Вељко Милојевић, наш најстарији живи бујичар, са фотографијама проф. Росића и проф. Гавриловића.

Свима се искрено захваљујем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ђорђевић, М., Јовановски, С., 1987, Ерозија земљишта у СФР Југославији. Зборник радова са Првог саветовања бујичара Југославије; Лепенски вир, 20-21 мај 1987, стр. 11-24
2. Ђоровић, М., Кадовић, Р., 1997, Перспективе и развој конзервације земљишта и вода. Зборник радова са IX Конгреса ЈДПЗ. Нови Сад, јун 1997, стр. 665-677.
3. Гавриловић, С., 1972, Инжењеринг о бујичним токовима и ерозији, Часопис “Изградња“, Спец. издање, Београд. Стр.1-293
4. Knabe, W., 1990, Forest Decline and Greenhouse Effect have the Same Roots, XIX IUFRO Congress, Montreal, Canada.
5. Kostadinov, S., (2007): Erosion and Torrent Control in Serbia- Hundred Years of Experiences, International Conference “ Erosion and Torrent Control as a Factor of Sustainable River Basin Management”, 25-28.09.2007, Key note paper, Belgrade, Serbia, Conference Abstracts, pp.79-80, Full paper on CD.
6. Kreček, J., 1990, Hydrology of Forest Decline in Relation to Air Pollution, XIX IUFRO Congress, Montreal, Canada.
7. Лујић, Р., 1973, Шумске мелиорације, Београд
8. Златић, М., Катедра за бујице и ерозију. Монографија „100 година Шумарског факултета Универзитета у Београду“, Шумарски факултет, Београд. Стр. 275-299

50 ГОДИНА ОД ШТАМПАЊА ПРВОГ БРОЈА ЧАСОПИСА „ЕРОЗИЈА“**50 YEARS SINCE THE FIRST PUBLICATION OF THE JOURNAL “EROSION”**Станимир Костадинов¹*¹Редовни професор Универзитета у Београду Шумарског факултета, у пензији

Часопис „Ерозија“, почео је да излази 1970. године, као стручно-информативни билтен Друштва бујичара Југославије. Покретач часописа био је проф. др Раденко Лазаревић, који је био и иницијатор оснивања Друштва бујичара Југославије. После распада СФР Југославије, формирали смо „Удружење бујичара Србије“. Председник Друштва бујичара Југославије био је проф. Раденко Лазаревић, а такође постао је и председник „Удружења бујичара Србије“. Био је врло активан у свим акцијама ових друштава, и од почетка од првог броја био је главни уредник. Касније је формиран уређивачки одбор из Института за шумарство и дрвну индустрију: Миодраг Радојичић, дипл.инж. шум. и Сима Милићевић, дипл. инж. шум. (иначе наши бујичари из прве генерације бујичара на Одсеку) и трећи члан је био проф. Раденко. У ствари све је водио проф. Раденко, који је такође радио као шеф одељења за ерозију и бујице на Институту.

Проф. др Раденко Лазаревић је рођен 1924. године у Стојнику код Аранђеловца. Географски одсек Природно-математичког факултета (смер геоморфологија) завршио је 1950. године. На истом факултету је и докторирао 1959. године. Од септембра 1944. године учествовао је у НОБ, а демобилисан 1946. године. Радио је као асистент приправник у Географском институту, затим у Савезном секретаријату за пољопривреду шумарство и водопривреду, а од 1966. ради на Институту за шумарство и дрвну индустрију, где је био шеф Одељења за ерозију и бујице. Радио је на Одсеку за ерозију и мелиорације, на Шумарском факултету од 1962. до 1975. године, као професор на предмету „Геоморфологија са хидрогеологијом“. Био је мени професор на факултету, полагао сам код њега „Геоморфологију са хидрогеологијом“. Пензионисан је 1989. године.



Слика 1. Проф. Раденко Лазаревић у кањону Комарнице, Црна Гора, 1961. године

Figure 1. Prof. Radenko Lazarevic in the Komarnica canyon, Montenegro, 1961

Наставио је да ради као уредник часописа „Ерозија“, скупљао радове, налазио новаца за штампу и био душа и главни покретач Друштва бујичара Југославије и Удружења бујичара Србије. Организовао је 12 међународних студијских путовања бујичара Југославије, а такође организовао је сваке године дводневни састанак бујичара Југославије, касније Удружења бујичара Србије. Састанак је био обично крајем маја сваке године у другој републици, касније по Србији и Републици Српској, са стручним програмом у току дана, а навече су били традиционални „Разговори бујичара“, где се дискутовало о стручним и организационим проблемима бујичара.

Крајем прошлог века организационе послове Удружења бујичара су преузели млађи кадрови, прво проф. Стеван Дожић, а касније мр Милутин Стефановић, садашњи председник „Удружења бујичара Србије“.

Проф. Раденко Лазаревић, је био и још је врло активан на научном пољу и то: у области ерозије земљишта, клизишта и спелеологије. Објавио преко 150 научних радова, преко 20 књига. Урадио је пројекте многих пећина у Србији, због туристичких обилазака. Под његовим руководством урађена је прва Карта ерозије Србије (1968 -1975). Почетком овог миленијума, од 2003. до 2005. године, завршио је Карту ерозије Републике Српске.

Проф. Раденко Лазаревић, још живи и ради, пише неуморно, једино што последњих година не иде на терен. На крају ове године желим му све најбоље у Новој Години.

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF “EROZIJA”

Часопис Ерозија објављује прегледне, оригиналне научне и стручне радове из области заштите од ерозије и уређења бујица, еколошког инжењеринга у заштити земљишних и водних ресурса. Часопис објављује два броја годишње, при чему је јадан тематски одређен. Радови се штампају на српском и енглеском језику. Радови штампани на енглеском језику имају резиме на српском језику, а прилози двојезичне легенде.

Наслов - Наслов треба да буде кратак, јасан и да изрази суштину рада не користећи скраћенице и курзиве.

Име аутора - Наводи се пуно презиме и име (свих) аутора испод наслова рада. Наводи се пун (званични) назив и седиште установе (афилијација) у којој је аутор запослен. Ако је аутора више, а неки потичу из исте установе, мора се, посебним ознакама или на други начин, назначити из које од наведених установа потиче сваки од наведених аутора.

Адреса или е-адреса аутора даје се у напомени при дну прве странице чланка. Ако је аутора више, даје се само е-адреса једног, обично првог аутора

Извод/Апстракт - Кратак садржај рада (до 150 речи). Треба да садржи област, предмет и остварене резултате истраживања. Извод дати обавезно на српском и енглеском језику.

Кључне речи – Обавезно навести кључне речи (3-7) на српском и енглеском језику.

Текст - Основна поглавље рада су УВОД, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА, РЕЗУЛТАТИ, ДИСКУСИЈА, ЗАКЉУЧЦИ И РЕЗИМЕ. У уводу се дају основне смернице рада. Материјал и методе су део у коме се описују примењене методе и технике. У поглављу резултати износе се подаци добијени испитивањима на које се рад односи, а у дискусији аутор своја истраживања доводи у везу са већ постигнутим резултатима у датој области односно са предметом рада, могућностима за даља истраживања, открива теоретске и практичне импликације својих открића и указује на недовољно испитане аспекте и тврдње које захтевају додатна испитивања. У закључку се таксативно износе резултати истраживања, тврдње засноване на добијеним резултатима, ставови, препоруке и слично. Резиме, уз наслов рада, имена аутора и институције у којима раде, треба да прикаже резултате рада и закључке у најкраћим цртама.

Прегледни радови - треба да садрже свеобухватни преглед неког проблема, а заснивају се на исцрпним подацима из литературе и сопствених истраживања. Прегледни рад треба да садржи најмање 10 аутоцитата.

Табеле и графикони - Табеле и графикони треба битно да допринесу бољем разумевању и интерпретацији резултата рада. Исте податке не приказивати на оба начина. Графиконе радити у Excel-у. Означити у рукопису место за табелу и графикон. У наслову обавезно дати прво српски па онда енглески текст, ако се рад штампа на српском језику, односно прво енглески па српски, ако се рад штампа на енглеском језику.

Фотографије и цртежи - Треба да представљају карактеристичан детаљ, појаву и слично. Фотографије и цртежи морају да буду контрастни и оштри. Нејасне и мутне фотографије неће бити штампане. Фотографије се прилажу у облику посебне датотеке, морају да буду у неком од стандардних формата (BMP, TIF, JPG, GIF или PSD), у резолуцији најмање 300X300 dpi (пожељно 600X600 dpi), а у размери 1:1. Пошто ови захтеви обично резултирају великим фајловима, пожељно је оригиналне фотографије приложити заједно са радом као посебне датотеке, што би обезбедило постизање већег квалитета код припреме за штампу. Цртежи се могу доставити у форматима DXF, DWG, CDR, WMF, EPS или AI. Наслови и легенде фотографија и цртежа морају бити урађени двојезично - на српском и енглеском језику.

Литература - Само референце наведене у тексту наводе се у литератури. Цитирање необјављених радова могуће је само у тексту као лична комуникација или необјављени подаци. Сви извори, како у тексту тако и у списку референци, наводе се латиницом, по абecedном реду, на начин приказан у примерима.

Примери:

Чланак у часопису: Petrović P., Brzić B., Šijaković D. (1991): Efekti pošumljavanja brzorastućim vrstama lišćara u Vojvodini, Šumarstvo 44 (8), SIT šumarstva i prerade drveta Srbije, Beograd (15-28)

У тексту: (Petrović *et al.*, 1991)

Монографска публикација: Dumanović J., Marinković D., Denić M. (1985): *Genetički rečnik*, Naučna knjiga, Beograd

У тексту: (Dumanović *et al.*, 1985)

Поглавље у књизи или у зборнику радова са конференције: Krstić M., Stojanović LJ. (2007): *Gajenje šuma hrasta kitnjaka*, „Hrast kitnjak u Srbiji“, ured. Stojanović LJ., Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd, (29-292)

У тексту: (Krstić, Stojanović, 2007)

Изворе без аутора сортирати према првом слову наслова рада, тако да је испред наслова само година издања

Примери:

(1992): Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Srbije, JP „Srbijašume“, Beograd

У тексту: (1992)

Веб станица: *Chicago/Turabian Style*. The Writing Center at the University of North Carolina at Chapel Hill, from: <http://www.unc.edu/depts/wcweb/handouts/chicago.html>. (accessed / приступљено 15. 05 2008. год.).

У тексту: (2008)

Математичке формуле – Раде се у едитору формула у Word-у или MathType-у.

ОСТАЛЕ НАПОМЕНЕ

Радови се рецензирају, рецензенти одређују категорију рада, а рецензенте одређује Редакција.

Редакцији доставити радове у електронском облику (е-mail, CD/DVD диск, флеш-диск, итд.) урађено у формату MS Word 6.0/2007/XP (Office 97/2003/XP), тип слова Times New Roman, величина 12 pt. Мерне јединице изражавати у Интернационалном систему јединица (SI).

